МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета естественных наук_____

_____ / Колоколов Ф.А.

«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Аналитическая химия***» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Аналитическая химия***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 48 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в текущем семестре.

Лабораторные занятия начинаются с индивидуальной беседы преподавателя с каждым обучающимся группы. Содержание беседы включает: проверку домашнего задания по решению задач, составлению методики выполнения лабораторной работы, подбору справочных данных и др. В ряде случаев обучающиеся представляют и «защищают» выполненные дома индивидуальные домашние работы. При успешном выполнении всех видов работ обучающийся допускается к выполнению практической работы,

результат которой оценивается соответствующим количеством баллов. Индивидуальная домашняя работа также оценивается баллами.

Материал дисциплины «***Аналитическая химия***», изучаемый в течение семестра, включает следующие разделы:

– идентификация ионов в растворе;

– количественный химический анализ

–введение в физико-химические методы анализа.

По каждому разделу предусмотрены следующие формы изучения материала: лекции, консультации, лабораторные работы, обработка и представление результатов работы. Усвоение материала контролируется проведением текущих контрольных работ по соответствующим темам курса.

Самостоятельная работа обучающегося заключается в выполнении индивидуальных домашних заданий, подготовке к лабораторным и контрольным работам. Каждая контрольная работа представлена в виде билетов, содержащих 3 вопроса, включающих теоретический материал, задания по использованию теоретических знаний для практических (аналитических) целей, расчетные задачи. Каждый вопрос билета в зависимости от его сложности, оценивается соответствующим числом баллов.

Итоговый контроль завершает изучение дисциплины «***Аналитическая химия***». При составлении билетов контрольной работы был использован единый подход. Каждый вариант итоговой контрольной работы содержит 5 вопросов и включает в себя материал по физико-химическим методам анализа:

– вопросы теории конкретного метода анализа, его метрологические характеристики;

– задания на применение теоретических знаний для решения конкретных аналитических задач;

– задачи по нахождению важнейших количественных параметров того или иного метода анализа и на определение содержания определяемых компонентов в различных объектах.

Все вопросы итоговой контрольной работы оцениваются соответствующим количеством баллов . В каждом варианте сумма баллов равна 40.

Итоговая оценка зачета с оценкой включает все виды отчета обучающихся по изучаемым разделам курса «***Аналитическая химия***», согласно действующей в университете рейтинговой системе. А именно, итоговая оценка в текущем семестре складывается из сдачи лабораторных работ с максимальной оценкой от 2 до 3 баллов: (итого 36 баллов), 3 контрольных точек с максимальной оценкой по 8 баллов и итоговой контрольной работы (максимальная оценка в 40 баллов). Контрольные точки включают написание обучающимися соответствующих контрольных работ, и выполнение индивидуальных домашних заданий. Выставленная преподавателем оценка не пересматривается и вносится в индивидуальный маршрутный лист обучающегося. Обучающийся может обратиться за консультацией к лектору потока в предусмотренные соответствующим

расписанием.

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1, однако при необходимости может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

При подготовке и проведении занятий по дисциплине «***Аналитическая химия***» преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

При чтении лекций по дисциплине следует уделить основное внимание следующим аспектам.

Аналитическая химия – наука о методах анализа веществ. Химические, физико-химические и физические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Методы качественного и количественного анализа веществ. Основы качественного химического анализа. Групповые и селективные реакции и реагенты. Применение систематического и дробного методов при качественном анализе смесей ионов.

Основные типы химических равновесий в гомогенных и гетерогенных системах, лежащие в основе методов качественного и количественного анализа (кислотно-основные взаимодействия, реакции комплексообразования, окисления – восстановления, осаждения).

Органические аналитические реагенты и их применение в анализе. Теоретические основы гравиметрических и титриметрических методов анализа и применение этих методов при анализе неорганических и органических веществ.

Метрологические характеристики методов, критерии выбора метода анализа и принцип составления схемы анализа.

Введение в физико-химические методы анализа. Аналитический сигнал. Классификация ФХМА.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой иллюстрированные

справочники, а также каталоги фирм и предприятий с описанием основного вида и характеристик изделий из них. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «***Аналитическая химия***» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверных величин определяемых свойств.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации дисциплины в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн. Очные лекции могут быть заменены видеозаписями лекций, интегрированные в LMS Moodle.

Разработчики методических указаний по дисциплине «Аналитическая химия»:

д.х.н., профессор Кузнецов В.В.

к.х.н., профессор Жуков А.Ф.

Методические указания по дисциплине «Аналитическая химия» одобрены на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 10 от «12» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой аналитической химии

к.х.н. доцент Стаханова С.В.

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «_____»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета естественных наук_____

_____ / Колоколов Ф.А.

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки – «Технология неорганических веществ»

Квалификация «бакалавр»

форма обучения:
очная

Москва 2022

1. Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Аналитическая химия» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», ООП и рабочей программой дисциплины «Аналитическая химия».

ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2 Входной контроль

Входной контроль - не проводится.

3 Текущий контроль

3.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2 Описание фонда оценочных средств

3.2.1 Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных

пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Текущий контроль проводится в форме трех письменных контрольных работ. Билеты для контрольных работ содержат по 3-4 вопроса: 1 вопрос – 0-4 б.; 2 вопрос – 0-4 б.; 3 вопрос – 0-2 б.; 4 вопрос – 0-2 б. (максимум 10 баллов).

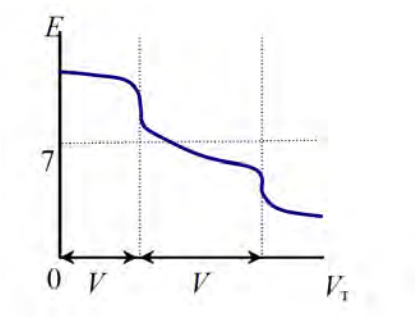
Количество билетов контрольных работ равно двукратному количеству обучающихся. Расчетное количество обучающихся по уровню бакалавриата составляет 25 человек.

3.2.2 Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

3.2.2.1 Контрольные работы

Контрольная работа № 1
Вариант 1

1. По результатам потенциометрического титрования анализируемого раствора была построена кривая титрования:



1) Na_2CO_3
2) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
3) $NaHCO_3$
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

2. По какой формуле рассчитывают содержание $BaCO_3$ при его определении методом кислотно-основного титрования?

1) $n(1/2\ BaCO_3) = n(1/1NaOH)$
2) $n(1/2\ BaCO_3) = n(1/1HCl)$
3) $n(1/2\ BaCO_3) = n(1/1HCl) – n(1/1NaOH)$
4) $n(1/2\ BaCO_3) = n(1/1NaOH) – n(1/1HCl)$

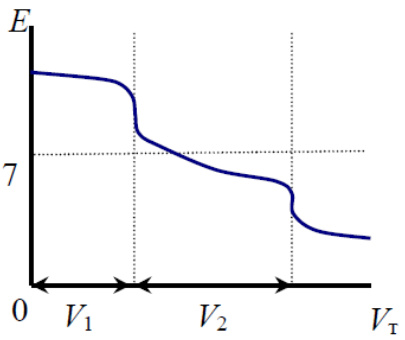
3. Основываясь на расчетах, выберите из предложенных индикатор для титрования Na_2CO_3 до угольной кислоты, если K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47 \cdot 10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8 \cdot 10^{-11}$

1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7

4. Пробу, содержащую $CuSO_4$, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 200 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 12,25 мл раствора NaOH с титром 0,004238 г/мл. Рассчитайте содержание $CuSO_4$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 2

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая титрования:



1) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
2) $NaHCO_3$
3) $NaOH + Na_2CO_3$

Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. $CaCO_3$	a) прямое титрование
2. NaCl	b) обратное титрование
3. CH_3COOH	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ $Na_2CO_3 + NaHCO_3$, в Т.Э.1 состав пробы:

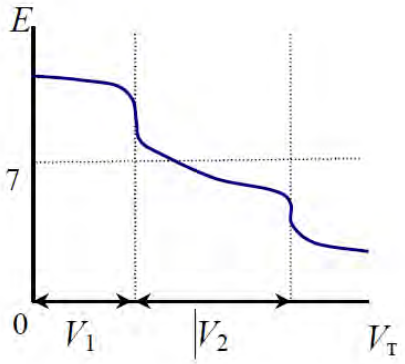
1) $NaHCO_3$ 3) Na_2CO_3
2) H_2CO_3 4) $NaHCO_3 + H_2CO_3$

Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте процентное содержание Na_2CO_3 в образце, если на титрование с индикатором метиловым оранжевым образца технической кальцинированной соды массой 0,0658 г израсходовано 10,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,1000 моль/л. M (Na_2CO_3) = 106 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 3

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая титрования:



1) $NaOH + Na_2CO_3$
2) Na_2CO_3
3) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

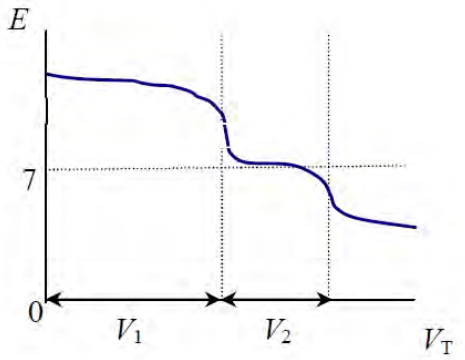
2. По какой формуле рассчитывают содержание NH_4^+- ионов при определении солей аммония способом обратного титрования?
1) n (1/1NH_4^+) = n (1/1NaOH)– n (1/1HCl)
2) n (1/1NH_4^+) = n (1/1NaOH)
3) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl) – n (1/1NaOH)
4) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl)

3. Укажите состав раствора в точке эквивалентности при титровании анализируемого раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином, pT = 9.
1) NaH_2PO_4
2) Na_2HPO_4
3) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$
4) NaOH
Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте индикаторную погрешность при титровании 100 мл 0,1М раствора NaOH 0,1М раствором HCl с индикатором фенолфталеином (pT = 9).

Контрольная работа № 1
Вариант 4

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая титрования:



1) $NaOH + Na_2CO_3$
2) Na_2CO_3
3) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

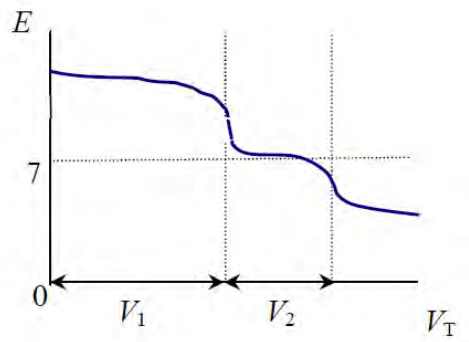
2. Какое из указанных веществ применяется в качестве первичного стандарта для определения характеристик рабочего раствора NaOH?
1) H_2SO_4; 2) HCl; 3) $NaHCO_3$; 4) $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$; 5) NH_4Cl.

3. Укажите состав раствора в точке эквивалентности при титровании анализируемого раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином, pT = 9.
1) Na_3PO_4 2) Na_2HPO_4 3) NaH_2PO_4
Ответ обоснуйте.

4. Навеску технического образца NaOH 2,5833 г, загрезненную Na_2CO_3 растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование аликвотной части 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 24,33 мл раствора HCl с T(HCl) = 0,003650 г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 19,55 мл HCl. Рассчитайте процентное содержание Na_2CO_3 в техническом образце.

Контрольная работа № 1
Вариант 5

1. По результатам потенциометрического титрования анализируемого раствора была построена кривая титрования:



1) $NaOH + Na_2CO_3$
2) NaH_2PO_4
3) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$

Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

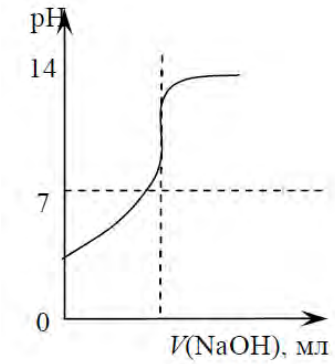
2. Какое из указанных веществ определяют способом титрования заместителя?
1) Na_2CO_3; 2) BaO; 3) NH_4Cl; 4) NaOH; 5) $CaCO_3$.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 до NaH_2PO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$, из предложенных:
1) феноловый красный, pT = 7,6
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) метиловый красный, pT = 5,5
4) фенолфталеин, pT = 9

4. Для идентификации катиона в карбонате, не содержащем примесей, 0,2400 г пробы растворили в 50,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,21 моль/л и прокипятили для удаления CO_2. На титрование остатка HCl затрачено 22,20 мл раствора NaOH (c (NaOH) = 0,0980 моль/л). Определите, карбонат какого металла анализировали?

Вариант 6

1. Титрованию какой кислоты соответствует приведённая на рисунке кривая титрования?



1) H_2SO_4
2) HOOCCH = CHCOOH,
K_{a_1} = 1,2·10^{-2}, K_{a_2} = 6,0·10^{-7}
3) H_3PO_4,
K_{a_1} = 7,1·10^{-3}, K_{a_2} = 6,2·10^{-8}, K_{a_3} = 5,0·10^{-13}
4) $H_2C_4H_4O_6$,
K_{a_1} = 9,1·10^{-4}, K_{a_2} = 4,3·10^{-5}
5) H_3BO_3 , K_a = 5,8·10^{-10}
Ответ обоснуйте.

2. По какой формуле рассчитывают содержание $CaCO_3$ при его определении способом обратного титрования?
1) n(1/2 $CaCO_3$) = n(1/1NaOH)
2) n(1/2 $CaCO_3$) = n(1/1HCl) – n(1/1NaOH)
3) n(1/2 $CaCO_3$) = n(1/1HCl)
4) n(1/2 $CaCO_3$) = n(1/1NaOH) – n(1/1HCl)
Ответ обоснуйте.

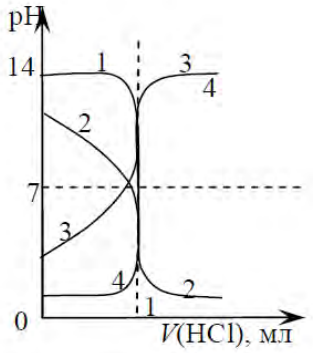
3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования Na_2CO_3 до $NaHCO_3$, K_{a_1} (H_2CO_3) = 4,47·10^{-7}, K_{a_2} (H_2CO_3) = 4,8·10^{-11}, из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7

4. Навеску массой 3,8138 г. $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ растворили в горячей дистиллированной воде и довели раствор до метки в мерной колбе вместимостью 100 мл. На титрование 10,00 мл полученного раствора израсходовано 20,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,1М. Вычислите величину молярной массы эквивалента тетрабората натрия.

Контрольная работа № 2

Вариант 7

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора $NH_3 \cdot H_2O$ 0,1 М раствором HCl?



Ответ обоснуйте.

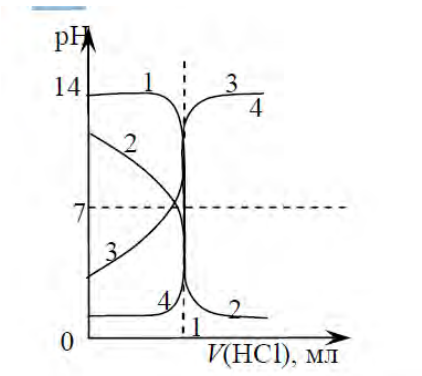
2. Какое из указанных веществ может быть первичным стандартом для определения характеристик рабочего раствора H_2SO_4? Ответ подтвердите уравнением химической реакции.
1) $Ba(OH)_2$; 2) MgO; 3) NaCl; 4) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$; 5) NaOH.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, во второй точке эквивалентности состав пробы:
1) Na_2CO_3 3) H_2CO_3
2) $NaHCO_3$ 4) $NaHCO_3 + H_2CO_3$
Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте индикаторную погрешность при титровании 0,1М раствора CH_3COOH (pK_a = 4.76) 0,1М раствором NaOH с индикатором феноловым красным (pT = 7,6).

Контрольная работа № 1
Вариант 8

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl



Ответ обоснуйте.

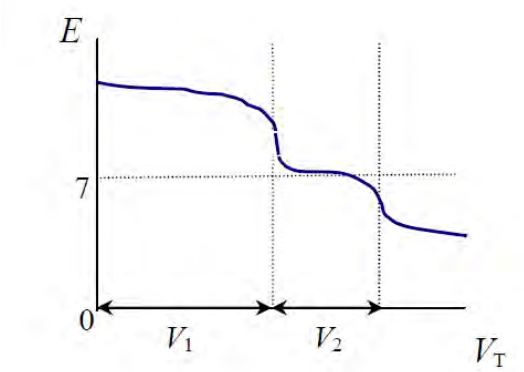
2. Титруют раствор H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором метиловым оранжевым ($pT = 4$). Какой состав раствора в точке эквивалентности?
1) слабая кислота; 2) слабое основание; 3) буферная смесь;
4) сильное основание; 5) амфипротонное соединение.

3. Какое вещество было в растворе, если на титрование пробы раствора с индикатором метиловым оранжевым затрачено *V* мл стандартного раствора HCl, а с индикатором фенолфталеином на титрование такой же пробы – *V/3* мл раствора HCl?
1) NaOH; 2) Na_2CO_3; 3) $NaHCO_3$; 4) $Ba(OH)_2$; 5) NH_4OH.

4. На титрование 10,00 мл раствора щавелевой кислоты с концентрацией 0,10М расходуется 12,00 мл раствора NaOH. Рассчитайте титр раствора NaOH, *M*(NaOH) = 40 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 9

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая итрования:



1) Na_2CO_3
2) Na_2HPO_4

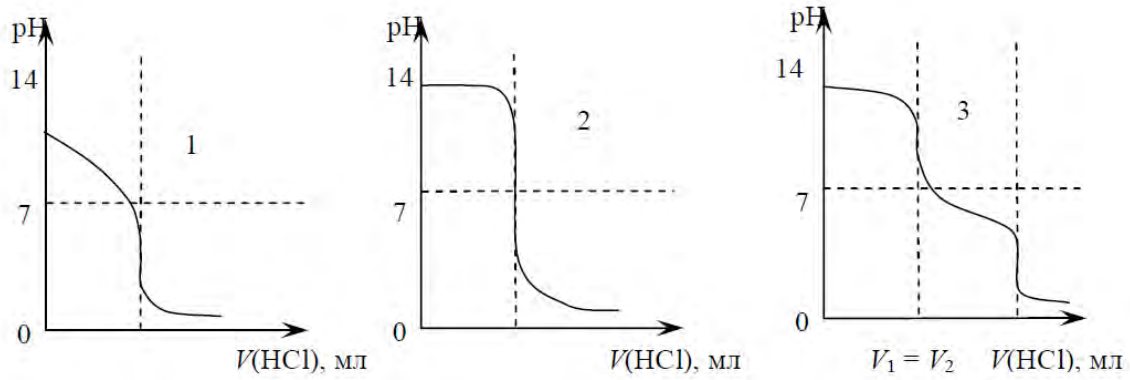
3) $NaOH + Na_2CO_3$
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

2. Какое из указанных веществ определяют способом обратного титрования?
1) Na_2CO_3; 2) CaO; 3) NaCl; 4) NaOH; 5) CH_3COONa.
Ответ обоснуйте.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1М раствора H_3PO_4 до Na_2HPO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$, из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) феноловый красный, pT = 7,6

4. Какую навеску $Na_2B_4O_7\cdot10H_2O$ необходимо взять для установки титра раствора HCl с концентрацией 0,1М способом отдельных навесок, чтобы на ее титрование расходовалось 10,00 мл раствора HCl? $M(Na_2B_4O_7\cdot10H_2O)$ = 381,37 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 10



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования 0,1М раствора Na_2CO_3 (индикаторный электрод - стеклянный)? Ответ обоснуйте.

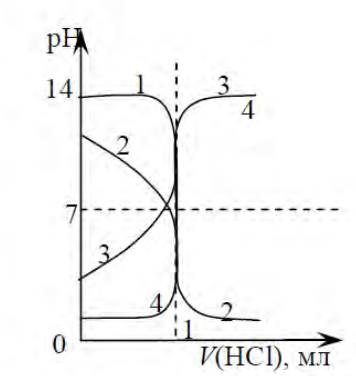
2. С каким индикатором следует титровать HCl, если в растворе присутствует NH_4Cl ($K_b(NH_3\cdot H_2O)$ = $1{,}8\cdot10^{-5}$)? Приведите необходимые уравнения химических реакций и расчёты.
1) фенолфталеин, pT = 9;
2) метиловый оранжевый, pT = 4;
3) метиловый красный, pT = 5;
4) любой из указанных индикаторов.

3. Какой состав раствора в точке эквивалентности при титровании раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином (pT = 9)?
1) NaH_2PO_4; 2) NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4; 3) Na_2HPO_4; 4) Na_2HPO_4 + Na_3PO_4; 5) Na_3PO_4

4. Пробу, содержащую $FeSO_4$, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 200 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 14,25 мл раствора NaOH с титром 0,004238 г/мл. Рассчитайте содержание $FeSO_4$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 11

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора HCl 0,1 М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.



2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. $MgCO_3$	a) прямое титрование
2. NaOH	b) обратное титрование
3. CH_3COONa	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

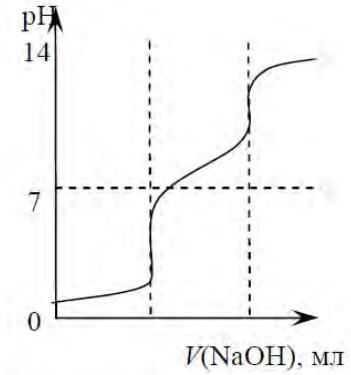
Ответ обоснуйте.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 до Na_2HPO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$, из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7

4. На титрование образца технической кальцинированной соды массой 0,07559 г с индикатором метиловым оранжевым (pT = 4,0) израсходовано 10,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,10М. Рассчитайте процентное содержание Na_2CO_3 в образце. $M(Na_2CO_3)$ = 106 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 12

1. Титрованию какой кислоты соответствует приведённая на рисунке кривая?



1) H_2SO_4
2) $H_2C_4H_4O_6$,
$K_{a_1} = 9{,}1\cdot10^{-4}$, $K_{a_2} = 4{,}3\cdot10^{-5}$
3) H_2CO_3,
$K_{a_1} = 4{,}5\cdot10^{-7}$, $K_{a_2} = 4{,}8\cdot10^{-11}$
4) H_3PO_4,
$K_{a_1} = 7{,}1\cdot10^{-3}$, $K_{a_2} = 6{,}2\cdot10^{-8}$, $K_{a_3} = 5{,}0\cdot10^{-13}$
4) $H_2C_4H_4O_6$,
$K_{a_1} = 9{,}1\cdot10^{-4}$, $K_{a_2} = 4{,}3\cdot10^{-5}$
5) H_3BO_3 , $K_{a_1} = 5{,}8\cdot10^{-10}$
Ответ обоснуйте.

2. Какое из веществ является первичным стандартом для определения характеристик рабочего раствора KOH?
1) HCl; 2) NaH_2PO_4; 3) $H_2C_2O_4\cdot2H_2O$; 4) H_2SO_4; 5) $NaHCO_3$.

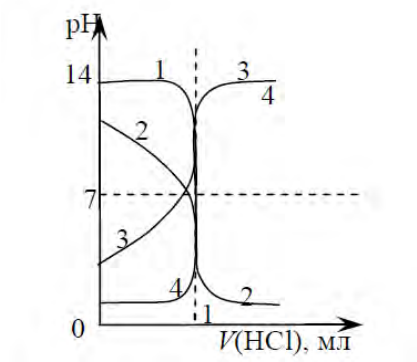
3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 11,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 11,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH

Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте индикаторную погрешность при титровании 0,1М водного раствора аммиака (pK_b = 4.75) 0,1М раствором HCl с индикатором феноловым красным (pT = 7.6).

Контрольная работа № 1
Вариант 13

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора HCOOH 0,1 М раствором NaOH?
Ответ обоснуйте.



2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. CaO	a) прямое титрование
2. $CuSO_4$	b) обратное титрование
3. HCl	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

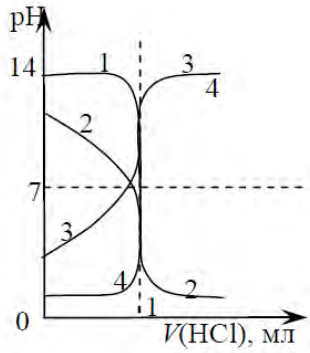
Ответ обоснуйте.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 до NaH_2PO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$, из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7

4. 30,00 мл моющего раствора, содержащего смесь Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, оттитровали раствором HCl с концентрацией 0,12М. На титрование раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 12,00 мл раствора HCl, а на титрование такого же объема раствора с индикатором метиловым оранжевым – 24,00 мл. Рассчитать молярные концентрации Na_2CO_3 и $NaHCO_3$ в растворе.

Контрольная работа № 1
Вариант 14

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора H_2SO_4 0,1 М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.



2. Какой индикатор следует использовать при титровании раствора $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ с концентрацией 0,05 моль-экв/л 0,05 М раствором HCl? $K_a(H_3BO_3) = 5{,}8 \cdot 10^{-10}$. Ответ обоснуйте.
1) метиловый оранжевый, pT = 4;
2) метиловый красный, pT = 5;
3) фенолфталеин, pT = 9;
4) пригодны все перечисленные индикаторы.

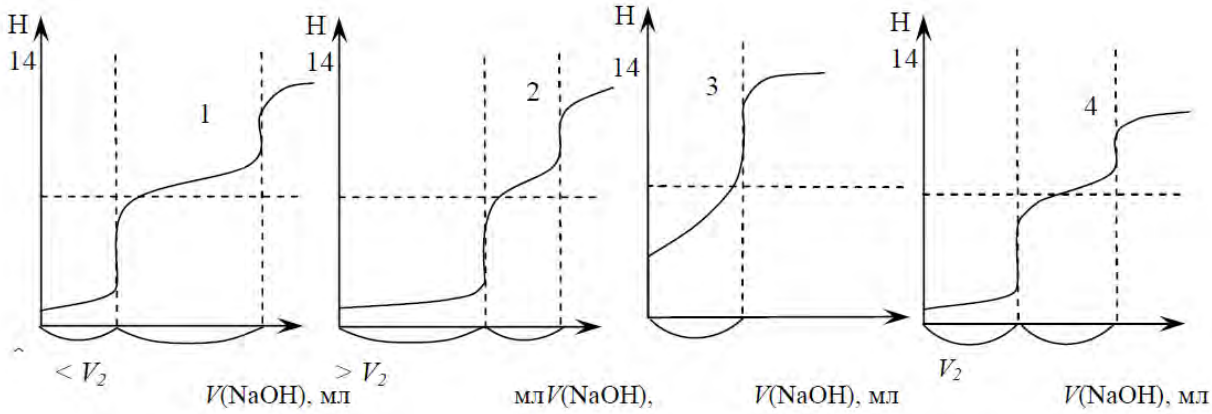
3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, во второй точке эквивалентности состав пробы:

1) Na_2CO_3	4) NaOH + $NaHCO_3$
2) $NaHCO_3$	5) Na_2CO_3 + $NaHCO_3$
3) H_2CO_3	6) NaOH

Ответ обоснуйте.

4. Пробу массой 2,0112 г, содержащую NH_4NO_3, растворили и разбавили дистиллированной водой до 200 мл в мерной колбе. К 50,00 мл полученного раствора прибавили раствор щелочи, выделившейся аммиак отогнали в 30,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,081М. На титрование полученного раствора потребовалось 8,62 мл раствора NaOH с концентрацией 0,081М. Рассчитайте процентное содержание NH_4NO_3 в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 15



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси H_3PO_4 + NaH_2PO_4 (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

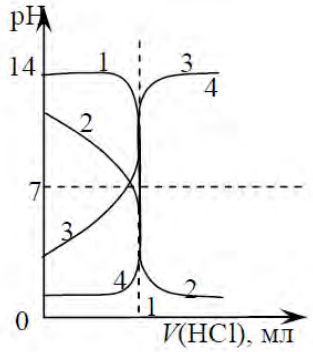
2. Чему равна молярная масса эквивалента H_3PO_4 при титровании пробы стандартным раствором NaOH с индикатором тимолфталеином (pT = 10)? Ответ обоснуйте.
1) $M(H_3PO_4)$; 2) $\frac{M(H_3PO_4)}{3}$; 3) $\frac{M(H_3PO_4)}{2}$; 4) $\frac{M(H_3PO_4)}{4}$

3. Какой индикатор следует использовать при титровании 0,1 н. раствора $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 0,1 н. раствором HCl? $K_\alpha(H_3BO_3) = 5{,}8 \cdot 10^{-10}$. Ответ подтвердите расчетом.
1) метиловый оранжевый, pT = 4;
2) метиловый красный, pT = 5;
3) фенолфталеин, , pT = 9.

4. На титрование 10,00 мл раствора Na_2CO_3 с концентрацией 0,10М в присутствии индикатора метилового оранжевого расходуется 10,00 мл раствора HCl. Рассчитайте титр HCl. M(HCl) = 36,46 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 18

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора HCl 0,1 М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.



2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

7. $SrCO_3$) прямое титрование
8. $FeCl_3$ j) обратное титрование
9. H_2SO_4 k) титрование методом замещения
l) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

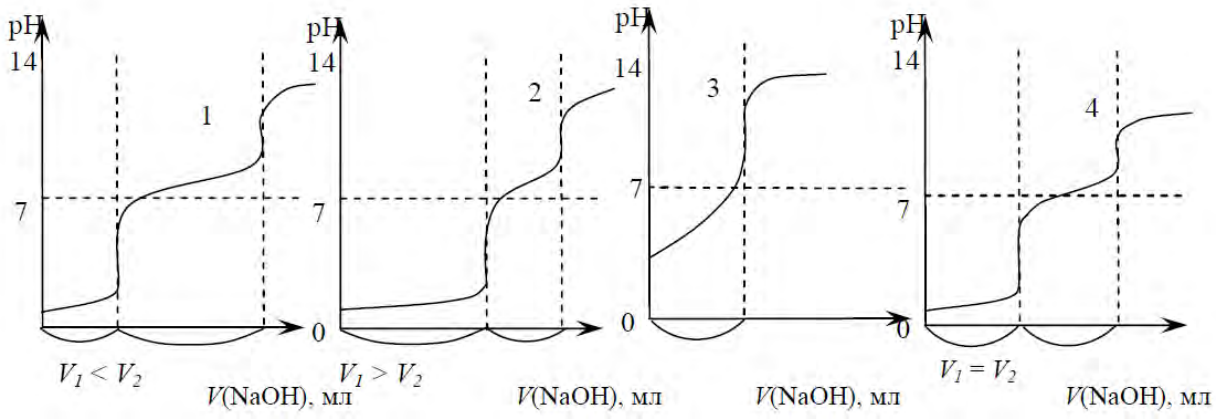
3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 12,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 18,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?

1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH

Ответ обоснуйте.

4. На титрование 15,00 мл раствора, содержащего смесь HCl + H_3PO_4, с индикатором метиловым оранжевым израсходовано 19,00 мл раствора NaOH с концентрацией 0,098М, а на титрование такой же пробы с индикатором фенолфталеином потребовалось 24,00 мл раствора NaOH. Рассчитайте молярные концентрации HCl и H_3PO_4 в растворе.

Контрольная работа № 1
Вариант 17



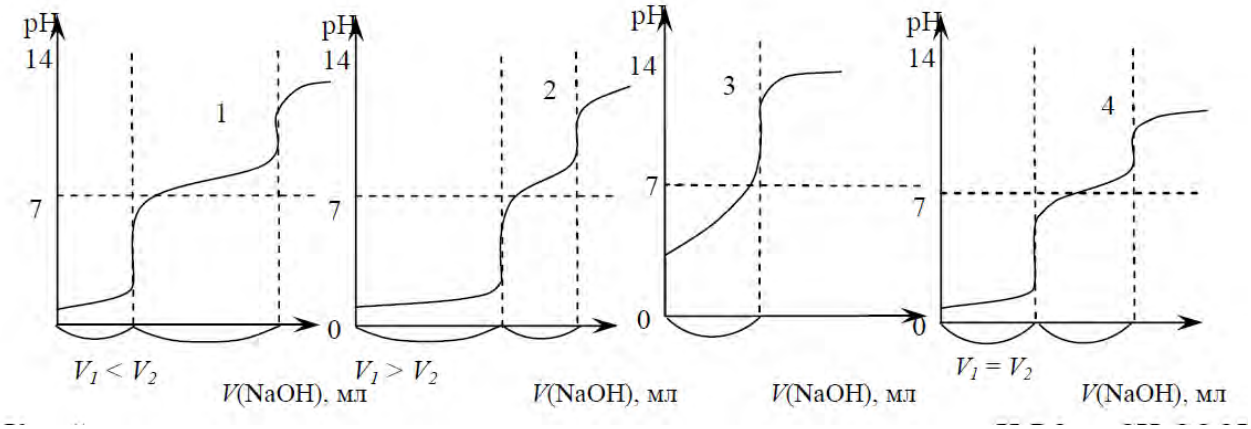
Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси H_3PO^4 + HCl (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

2. Какое из указанных веществ используют для стандартизации раствора титранта NaOH?
Приведите уравнение химической реакции.
1) HCl; 2) H_3PO_4; 3) NH_4Cl; 4) $H_2C_2O_4 \cdot 2\,H_2O$; 5) $CaCO_3$.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования Na_2CO_3 до угольной кислоты, K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47 \cdot 10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8 \cdot 10^{-11}$, из предложенных:
1) феноловый красный, pT = 7,6
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) метиловый красный, pT = 5,5
4) фенолфталеин, pT = 9
Ответ обоснуйте.

4. На титрование раствора, полученного из 0,7626 г "х.ч." $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, израсходовано 24,00 мл раствора HCl. Рассчитайте концентрацию HCl в моль/л. $M(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)$ = 381,37 г/моль, M(HCl) = 36,46 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 18



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси H3PO4 + CH_3COOH (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

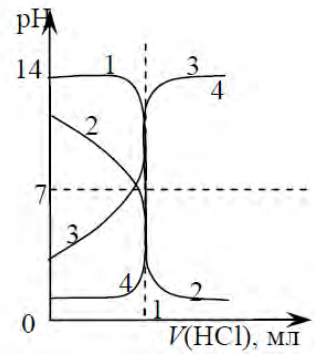
2. По какой формуле рассчитывают содержание NH_4^+- ионов при определении солей аммония способом обратного титрования?
1) n (1/1NH_4^+) = n (1/1NaOH) – n (1/1HCl)
2) n (1/1$NH4^+$) = n (1/1NaOH)
3) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl) – n (1/1NaOH)
4) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl)

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 12,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 8,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH
Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте объем раствора NaOH с концентрацией 0,04М, необходимый для титрования12,20 мл раствора, содержащего 0,02 М H_3PO_4 и 0,03 М NaH_2PO_4, с индикатором фенолфталеином.

Контрольная работа № 1
Вариант 19

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1М раствора $C_2H_5NH_2$ 0,1М раствором HCl? $K_b(C_2H_5NH_2) = 5{,}62 \cdot 10^{-4}$. Ответ обоснуйте.



2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

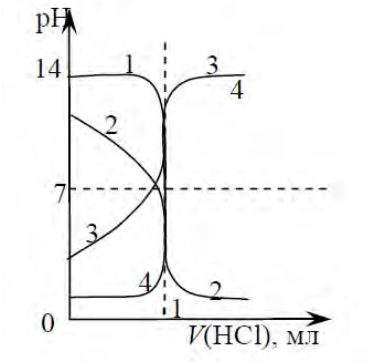
1. MgO	a) прямое титрование
2. $CdCl_2$	b) обратное титрование
3. H_3PO_4	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

3. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора в Т.Э.1 затрачено *V* мл стандартного раствора HCl, в Т.Э.2 − *V*/2 мл раствора HCl. Укажите исходный состав анализируемой пробы:
1) NaOH 3) $NaHCO_3$
2) Na_2CO_3 4) NaOH + Na_2CO_3
Ответ обоснуйте.
4. На титрование 20,00 мл раствора NaOH расходуется 20,00 мл раствора HCl с титром 0,00478 г/мл. Рассчитайте титр раствора NaOH. *M*(HCl) = 36,5 г/моль. *M* (NaOH) = 40 г/моль.

Контрольная работа № 1
Вариант 20

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1М раствора $(C_2H_5)_2NH$ 0,1М раствором HCl? $K_b((C_2H_5)_2NH) = 9{,}55\cdot10^{-4}$. Ответ обоснуйте.



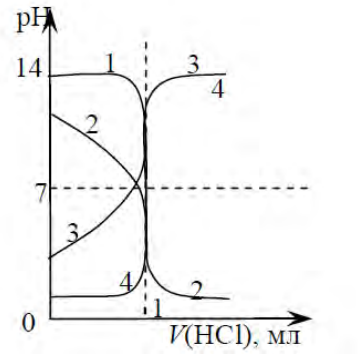
2. Какое из указанных веществ применяют для стандартизации раствора титранта NaOH? Приведите уравнение химической реакции.
1) HCl; 2) H_3PO_4; 3) NH_4Cl; 4) $H_2C_2O_4\cdot2H_2O$; 5) $MgCO_3$; 6) CH_3COOH.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования Na_2CO_3 до $NaHCO_3$, K_{a_1} $(H_2CO_3) = 4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} $(H_2CO_3) = 4{,}8\cdot10^{-11}$ из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7
4) метиловый красный, pT = 5,5

4. На титрование раствора, полученного из 0,1907 г "х.ч." $Na_2B_4O_7\cdot10H_2O$, израсходовано 10,00 мл раствора HCl. Рассчитайте титр HCl. $M(Na_2B_4O_7\cdot10H_2O) = 381{,}37$ г/моль, M (HCl) = 36,46 г/моль.
1) 0,003646 г/мл 2) 0,03646 г/мл 3) 0,001823 г/мл 4) 0,3646 г/мл 5) 0,01823 г/мл

Контрольная работа № 1
Вариант 21

1. Какая кривая соответствует титрованию 0,1М раствора адипиновой кислоты 0,1М раствором NaOH? $K_a(H_2C_6H_8O_4) = 3{,}9 \cdot 10^{-5}$. Ответ обоснуйте.



2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. SrO	a) прямое титрование
2. NH_4Cl	b) обратное титрование
3. C_6H_5OH	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

3. Какой состав раствора в точке эквивалентности при титровании раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином ($pT = 9$)?

1) NaH_2PO_4 2) $NaH_2PO_4^+$ Na_2HPO_4 3) Na_2HPO_4 4) $Na_2HPO_4^+$ Na_3PO_4 5) Na_3PO_4

4. Какую навеску NaOH необходимо взять, чтобы на титрование полученного раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого расходовалось 12,00 мл раствора HCl с концентрацией 0,10М. M(NaOH) = 40 г/моль.

1) 0,0024 г 2) 0,0240 г 3) 0,0048 г 4) 0,0480 г 5) 4,8000 г

Контрольная работа № 1
Вариант 22

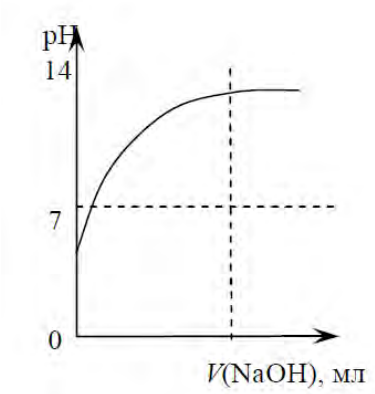
1. Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси Na_2CO_3+ $NaHCO_3$ (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

2. Какое из указанных веществ определяют способом титрования по заместителю? Приведите уравнение химической реакции.
1) Na_2CO_3; 2) SrO; 3) NH_4Cl; 4) NaOH; 5) $MgCO_3$.

3. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора в Т.Э.1 затрачено *V* мл стандартного раствора титранта HCl, в Т.Э.2 − *V*/2 мл. Укажите исходный состав анализируемой пробы:
1) NaOH + $NaHCO_3$ 3) $NaHCO_3$
2) Na_2CO_3 4) NaOH + Na_2CO_3
Ответ обоснуйте.

4. Пробу, содержащую AlCl3, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 13,56 мл раствора NaOH с титром 0,004735 г/мл. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 23



Титрованию какой кислоты соответствует кривая титрования?
1) CH_3COOH, K_a(CH COOH)= 1,75 10^{-5}
2) HCl;
3) H_2CO_3,
K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$

4) H_3BO_3,
K_{a_1} (H_3BO_3) = $5{,}8\cdot10^{-10}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$
5) $H_2C_4H_4O_6$,
K_{a_1} ($H_2C_4H_4O_6$) = $9{,}1\cdot10^{-4}$, K_{a_2} ($H_2C_4H_4O_6$) = $4{,}3\cdot10^{-5}$
Ответ обоснуйте.

2. Какое из указанных веществ определяют способом титрования заместителя? Приведите уравнение химической реакции.
1) $BaCO_3$; 2) CaO; 3) NH_4Cl; 4) NaOH; 5) $NiSO_4$.
3. Какой индикатор следует использовать при титровании 0,1 н. раствора $Na_2B_4O_7\cdot10H_2O$ 0,1 н. раствором HCl? K_a (H_3BO_3)= $5{,}8\cdot10^{-10}$. Ответ подтвердите расчетом.
1) метиловый оранжевый, pT = 4;
2) метиловый красный, pT = 5;
3) фенолфталеин, , pT = 9.

4. Рассчитайте навеску $Na_2B_4O_7\cdot10H_2O$ марки ч.д.а., которую необходимо взять для приготовления раствора и последующего определения характеристик приблизительно 0,1М раствора HCl методом отдельных навесок, чтобы на ее титрование пошло 12,00 мл раствора HCl.

Контрольная работа № 1
Вариант 24

1. Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси Na_2CO_3+ NaOH (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. BaCO3	a) прямое титрование
2. Na_2SO_4	b) обратное титрование
3. KNO_3	c) титрование методом замещения
	d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

3. Какой индикатор следует использовать при титровании раствора NaOH раствором HCl в присутствии CH_3COONa?
1) метиловый оранжевый pT = 4; 2) лакмус, pT = 7;
3) фенолфталеин, pT = 9; 4) метиловый красный, pT = 5;

4. Раствор $CdSO_4$ пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть полученного раствора 10,00 мл оттитровали 13,00 мл раствора NaOH с концентрацией 0,05М. Рассчитайте содержание $CdSO_4$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 25

1. Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси
$NaOH + Na_2CO_3$ (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

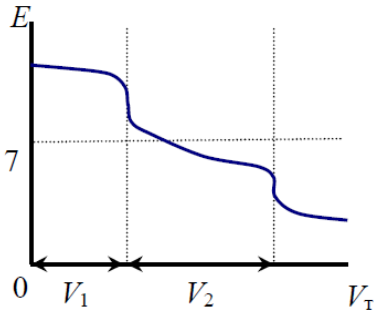
2. С каким индикатором следует титровать K_2CO_3 до $KHCO_3$
K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$
Ответ подтвердите расчетом.
1) метиловый оранжевый, pT = 4; 3) фенолфталеин, pT = 9;
2) метиловый красный, pT = 5; 4) лакмус, pT = 7.

3. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора в Т.Э.1 затрачено $V/2$ мл стандартного раствора титранта NaOH, в Т.Э.2 − V мл. Укажите исходный состав анализируемой пробы:
1) H_3PO_4 3) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$
2) NaH_2PO_4 4) Na_2HPO_4 ·
Ответ обоснуйте.

4. Какую навеску $H_2C_2O_4\cdot2H_2O$ (K_{a_1} = $5{,}6\cdot10^{-2}$, K_{a_2} = $5{,}4\cdot10^{-5}$) марки х.ч. необходимо взять для приготовления 100 мл раствора первичного стандарта для определения характеристик приблизительно 0,1М раствора титранта NaOH?

Контрольная работа № 1
Вариант 26

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая титрования:



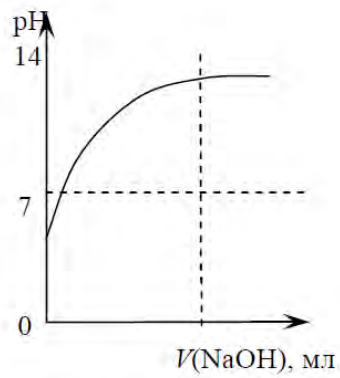
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

2. Какие из преведенных веществ определяют способом замещения:
1) Na_2CO_3; 2) NaCl; 3) $NaHCO_3$; 4) NaOH; 5) $CaCO_3$; 6) NH_4Cl.
Ответ обоснуйте.

3. Какое вещество или смесь веществ находится в растворе, если при последовательном титровании его стандартным раствором HCl $V^{ф/ф}(HCl) > V^{м/о}(HCl)$?
1) Na_2CO_3
2) $Na_2CO_3 + NaHCO_3$
3) $NaHCO_3$
4) NaOH
5) $NaOH + Na_2CO_3$
Ответ обоснуйте.

4. На титрование навески 0,5321 г C_6H_5COOH израсходовано 15,00 мл раствора NaOH. Какова молярная концентрация раствора NaOH?

Контрольная работа № 1
Вариант 27



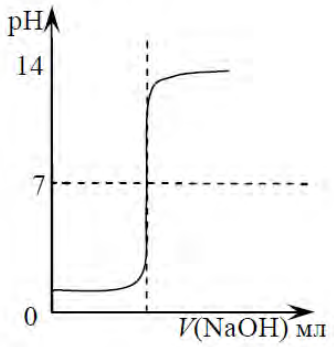
Титрованию какой кислоты соответствует кривая титрования?
1) CH_3COOH, $K_a(CH_3COOH)= 1,75\ 10^{-5}$
2) H_2SO_4;

3) H_2CO_3,
K_{a_1} (H_2CO_3) = 4,47·10^{-7}, K_{a_2} (H_2CO_3) = 4,8·10^{-11}
4) H_3BO_3,
K_{a_1} (H_3BO_3) = 5,8·10^{-10}
5) $H_2C_6H_8O_4$,
K_{a_1} ($H_2C_4H_4O_6$) = 3,9·10^{-5},
Ответ обоснуйте.
2. С каким индикатором следует титровать раствор H_3PO_4 до NaH_2PO_4
K_{a_1} (H_3PO_4) = 7,5·10^{-3}, K_{a_2} (H_3PO_4) = 6,2·10^{-8}, K_{a_3} (H_3PO_4) = 4,8·10^{-13}
1) метиловый оранжевый, , pT = 4;
2) тимолфталеин, , pT = 10;
3) метиловый красный, pT = 5;
4) лакмус, pT = 7.
Ответ подтвердите расчетом.

3. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора в Т.Э.1 затрачено *V*/2 мл стандартного раствора титранта NaOH, в Т.Э.2 − *V* мл. Укажите исходный состав анализируемой пробы:
1) H_3PO_4 3) Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4
2) NaH_2PO_4 4) Na_2HPO_4
Ответ обоснуйте.

4. В процессе титрования к 20,00 мл 0,32М раствора $CH_2(OH)COOH$ (K_a = 1.3·10^{-4}) добавили 15,00 мл 0,13М раствора NaOH. Рассчитайте pH титруемого раствора.

Контрольная работа № 1
Вариант 28



1) CH_3COOH, K_a(CH COOH)= 1,75 10^{-5}
2) H_2CO_3,
K_{a_1} (H_2CO_3) = 4,47·10^{-7}, K_{a_2} (H_2CO_3) = 4,8·10^{-11}

2) H_2SO_4;
Обоснуйте ответ.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1. SrO	a) прямое титрование
2. $ZnSO_4$	b) обратное титрование
3. HCOOH	c) титрование методом замещения
4. KCl	d) реверсивное титрование

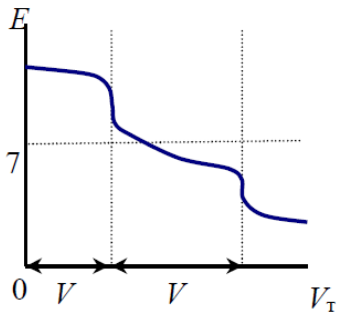
Ответ обоснуйте.

3. Какой состав раствора в точке эквивалентности при титровании раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином ($pT = 9$)?

1) NaH_2PO_4 2) $NaH_2PO_4^+$ Na_2HPO_4 3) Na_2HPO_4 4) $Na_2HPO_4^+$ Na_3PO_4 5) Na_3PO_4

4. На титрование аликвотной части раствора, содержащего NaOH + Na_2CO_3, в присутствии индикатора фенолфталеина израсходовано 10,00 мл 0,1М раствора HCl, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 18,00 мл раствора HCl. Рассчитайте содержание компонентов смеси в растворе.

Контрольная работа № 1
Вариант 29



1) Na_2CO_3 + $NaHCO_3$
2) $NaHCO_3$
3)Na_2CO_3
4) NaH_2PO_4
Укажите состав пробы.
Ответ обоснуйте.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-

основного титрования:

1) CH_3COONa a) прямое титрование
2) NaCl b) обратное титрование
3) C_6H_5COOH c) титрование методом замещения
4) KNO_3 d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

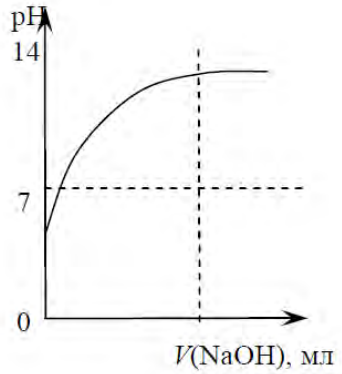
3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, в Т.Э.1 состав пробы:

1) $NaHCO_3$ 3) Na_2CO_3
2) H_2CO_3 4) $NaHCO_3$ + H_2CO_3

Ответ обоснуйте.

4. Аликвотные части раствора по 10,00 мл смеси H_3PO_4 + NaH_2PO_4 оттитрованы параллельно. На титрование первой пробы в присутствии индикатора метилового оранжевого потребовалось 13,00 мл 0,1М раствора NaOH. На титрование второй пробы с индикатором фенолфталеин пошло 48,00 мл 0,1М раствора NaOH. Рассчитайте содержание компонентов смеси в растворе.

Контрольная работа № 1
Вариант 30



Титрованию какой кислоты соответствует кривая титрования?

1) C_6H_5OH, $K_a(C_6H_5OH)$= 1,28 10^{-10}
2) H_2SO_4;
3) H_2CO_3,
K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$
4) H_3BO_3,
K_{a_1} (H_3BO_3) = $5{,}8\cdot10^{-10}$
5) $H_2C_6H_8O_4$,

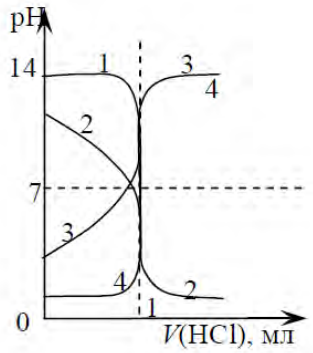
K_{a_1} ($H_2C_4H_4O_6$) = 3,9·10^{-5},
Ответ обоснуйте.

2. По какой формуле рассчитывают содержание BaCO3 при его определении методом кислотно-основного титрования?
1) n(1/2 $BaCO_3$) = n(1/1NaOH)
2) n(1/2 $BaCO_3$) = n(1/1HCl)
3) n(1/2 $BaCO_3$) = n(1/1HCl) – n(1/1NaOH)
4) n(1/2 $BaCO_3$) = n(1/1NaOH) – n(1/1HCl)

3. При потенциометрическом титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, в Т.Э.1 состав пробы:
1) $NaHCO_3$ 3) Na_2CO_3
2) H_2CO_3 4) $NaHCO_3$ + H_2CO_3
Ответ обоснуйте.

4. Пробу раствора смеси HCl + H_3PO_4 10,00 мл разбавили в мерной колбе на 100 мл до метки. На титрование аликвотной части 10,00 мл полученного раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого израсходовано 19,00 мл раствора NaOH с титром 0,00445 г/мл, а на дотитровывание раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло еще 9,00 мл раствора титранта NaOH. Рассчитайте содержание компонентов смеси в 1 л раствора.

Контрольная работа № 1
Вариант 31



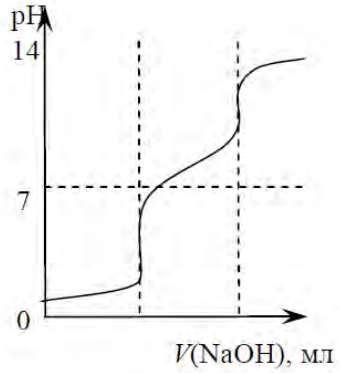
Какая кривая соответствует титрованию 0,1 М раствора акриловой кислоты 0,1 М раствором NaOH? K_a($CH_2CHCOOH$) = 5,5·10^{-5}.
Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор Na_2CO_3 раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1М раствора H_3PO_4 до Na_2HPO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$, из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) феноловый красный, pT = 7,6

4. Из 10 мл технической серной кислоты приготовили раствор в мерной колбе вместимостью 100 мл. На титрование аликвотной части 10,00 мл полученного раствора израсходовали 23,00 мл раствора NaOH с T(NaOH/H_2SO_4) = 0,004952 г/мл. Рассчитайте молярность технической серной кислоты.

Контрольная работа № 1
Вариант 32



Титрованию какой кислоты соответствует приведённая на рисунке кривая?
1) H_3BO_3, K_{a_1} = $5{,}8\cdot10^{-10}$
2) $H_2C_4H_4O_6$,
K_{a_1} = $9{,}1\cdot10^{-4}$, K_{a_1} = $4{,}3\cdot10^{-5}$
3) H_2CO_3,
K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$
4) H_3PO_4,
K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$
5) H2SO4
Ответ обоснуйте.

2. С каким индикатором следует титровать HCl, если в растворе присутствует NH_4Cl (K_b($NH_3\cdot H_2O$) = $1{,}8\cdot10^{-5}$)? Приведите необходимые уравнения химических реакций и расчёты.
1) фенолфталеин, pT = 9;
2) метиловый оранжевый, pT = 4;
3) метиловый красный, pT = 5.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 6,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 18,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?

1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH

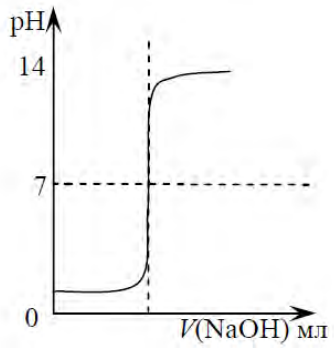
Ответ обоснуйте.

4. Навеску известняка массой 0,1000 г растворили в 50,00 мл раствора HCl с титром 0,00464 г/мл в мерной колбе вместимостью 100 мл и объем раствора довели до метки. На титрование аликвотной части 10,00 мл полученного раствора

израсходовали 10,00 мл 0,05М раствора NaOH. Рассчитайте содержание $CaCO_3$ в известняке в процентах.

Контрольная работа № 1

Вариант 33



Титрованию какой кислоты соответствует приведённая кривая титрования?

1) CH_3COOH $K_a(CH_3COOH) = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$;

2) H_2CO_3

K_{a_1} $(H_2CO_3) = 4{,}47 \cdot 10^{-7}$, K_{a_2} $(H_2CO_3) = 4{,}8 \cdot 10^{-11}$

3) H_2SO_4;

Обоснуйте ответ.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

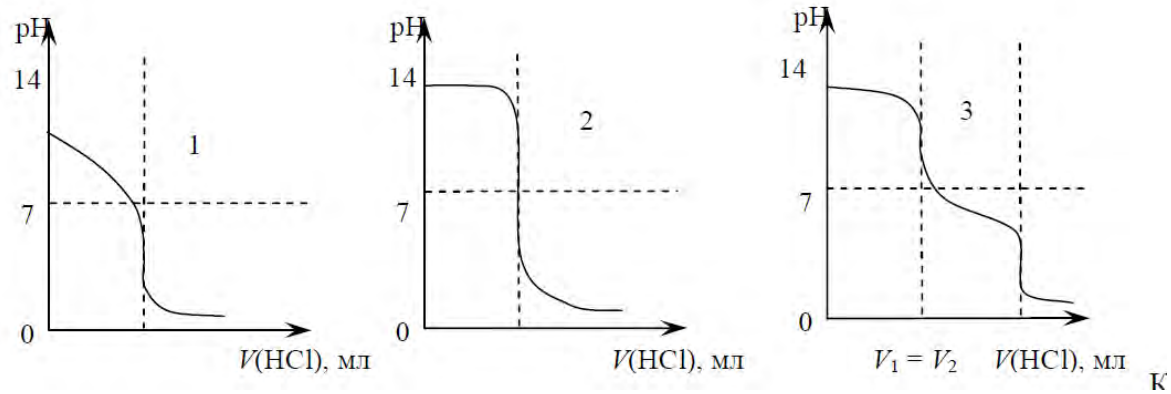
1) CH_3COONa	a) прямое титрование
2) Na_2SO_4	b) обратное титрование
3) KNO_3	c) титрование методом замещения
4) HCl	d) реверсивное титрование

Ответ обоснуйте.

3. При потенциометрическом титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$ в Т.Э.2 состав пробы:
1) Na_2CO_3 3) H_2CO_3
2) $NaHCO_3$ 4) $NaHCO_3$ + H_2CO_3
Ответ обоснуйте.

4. Пробу 10,00 мл спиртового раствора этилацетата разбавили в мерной колбе вместимостью 100 мл до метки. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора прокипятили в колбе с обратным холодильником с 20,00 мл 0,1М раствора NaOH. После охлаждения раствор оттитровали 5,00 мл раствора HCl с титром 0,001913 г/мл. Рассчитайте содержание $CH_3COOC_2H_5$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 34



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования 0,1М раствора NaH_2PO_4 (индикаторный электрод - стеклянный)? Ответ обоснуйте.

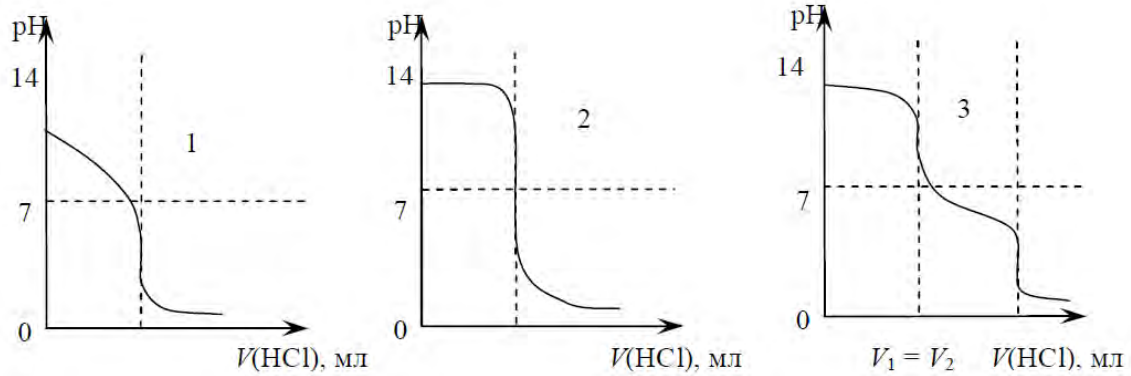
2. Какое из указанных веществ определяют способом титрования по заместителю? Приведите уравнение химической реакции.
1) $NaHCO_3$; 2) $SrSO_4$; 3) NH_4Cl; 4) KOH; 5) $MgCO_3$.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого пошло 5,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора фенолфталеина – 10,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) NaH_2PO_4 2) HCl 3)H_3PO_4
Ответ обоснуйте.

4. Пробу раствора $Ca(NO_3)_2$ обработали 20,00 мл раствора Na_2CO_3 с титром 0,004247 г/мл, полученный осадок отфильтровали и промыли. Фильтрат и промывные воды собрали и в присутствии метилового оранжевого

оттитровали 8,35 мл 0,15М раствором HCl. Рассчитайте содержание $Ca(NO_3)_2$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 35



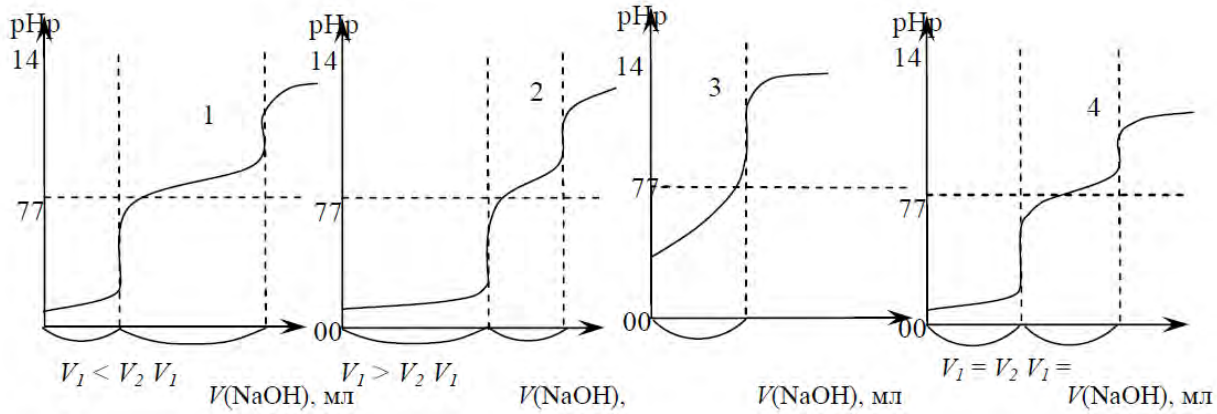
Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования 0,2М раствора NaH_2PO_4 (индикаторный электрод - стеклянный)? Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор $NaHCO_3$ раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. При потенциометрическом титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + NaOH в Т.Э.1 состав пробы:
1) Na_2CO_3 4) NaOH
2) $NaHCO_3$ 5) NaOH + $NaHCO_3$
3) H_2CO_3 6) $NaHCO_3$ + H_2CO_3
Ответ обоснуйте.

4. Навеску 0,2617 г нитрата аммония обработали при кипячении 20,00 мл 0,2615М раствора NaOH. После охлаждения полученный раствор оттитровали 18,55 мл 0,054М раствора HCl. Рассчитайте содержание азота в навеске.

Контрольная работа № 1
Вариант 36



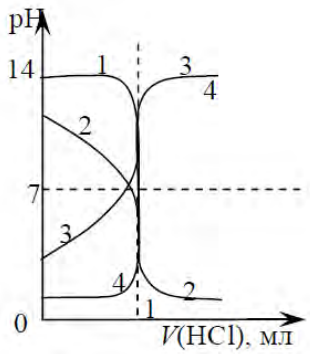
Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси H_3PO_4 + HCOOH (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

2. Титруют раствор NaOH раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого пошло 5,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора фенолфталеина – 15,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) NaH_2PO_4 2) HCl 3)H_3PO_4
Ответ обоснуйте.

4. Через колонку с катионитом КУ-2 в H^+-форме пропустили 25,00 мл раствора $NiSO_4$. Элюат оттитровали 20,00 мл 0,17М раствором NaOH. Рассчитайте молярность раствора $NiSO_4$.

Контрольная работа № 1
Вариант 37



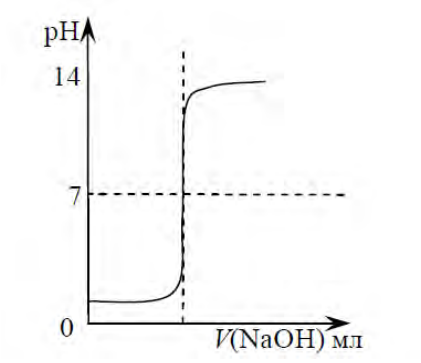
Какая кривая соответствует титрованию 0,1М раствора $C_2H_5NH_2$ 0,1М раствором HCl? $K_b(C_2H_5NH_2) = 5{,}62 \cdot 10^{-4}$.
Ответ обоснуйте.

2. Какое из указанных веществ может быть первичным стандартом для определения характеристик рабочего раствора H_2SO_4? Ответ подтвердите уравнением химической реакции.
1) $Ba(OH)_2$; 2) CaO; 3) KCl; 4) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$; 5) KOH.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ $Na_2CO_3 + NaHCO_3$, в Т.Э.2 состав пробы:
1) Na_2CO_3 3) H_2CO_3
2) $NaHCO_3$ 4) $NaHCO_3 + H_2CO_3$
Ответ обоснуйте.

4. Навеску 0,28007 г технического образца $(NH_4)_2SO_4$ обработали 15,00 мл 30%-го водного раствора формальдегида. Через 10 мин полученный раствор оттитровали 12,25 мл 0,2М раствора NaOH. Рассчитайте содержание $(NH_4)_2SO_4$ в образце.

Контрольная работа № 1
Вариант 38



Титрованию какой кислоты соответствует приведённая кривая титрования?
1) HNO_3;
2) H_2CO_3;
K_{a_1} (H_2CO_3) = $4{,}47\cdot10^{-7}$, K_{a_2} (H_2CO_3) = $4{,}8\cdot10^{-11}$
3) H_2SO_4;
Обоснуйте ответ.

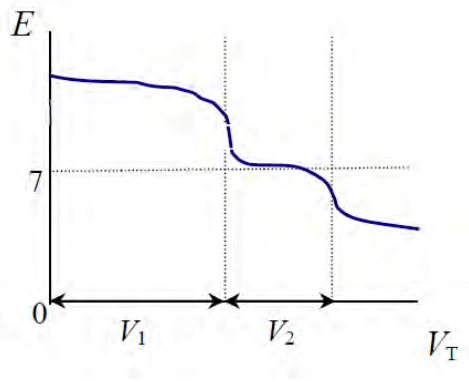
2. По какой формуле рассчитывают содержание NH_4^+- ионов при определении солей аммония методом отгонки?
1) n (1/1NH_4^+) = n (1/1NaOH)– n (1/1HCl)
2) n (1/1NH_4^+) = n (1/1NaOH)
3) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl) – n (1/1NaOH)
4) n (1/1NH_4^+) = n (1/1HCl)

3. При потенциометрическом титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + NaOH в Т.Э.2 состав пробы:
1) Na_2CO_3 4) NaOH + $NaHCO_3$
2) $NaHCO_3$ 5) Na_2CO_3 + $NaHCO_3$
3) H_2CO_3 6) NaOH
Ответ обоснуйте.

4. Навеску 0,4316 г технического образца $(NH_4)_2HPO_4$ обработали в приборе для отгонки 50 мл 40%-го раствора NaOH при кипячении. Выделившийся аммиак поглотили 40 мл 0,05М раствора HCl. После отгонки аммиака раствор HCl, поглотивший NH3, оттитровали 12,62 мл 0,1М раствора NaOH. Рассчитайте содержание $(NH_4)_2HPO_4$ в образце.

Контрольная работа № 1
Вариант 39

1. При потенциометрическом титровании анализируемого раствора была построена кривая трования:



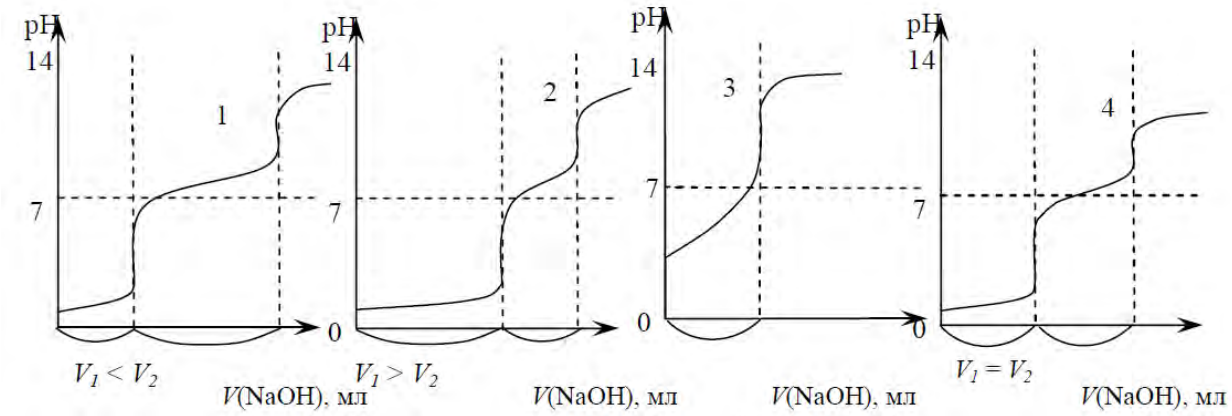
1) Na_2CO_3
2) Na_2HPO_4
3) $NaOH + Na_2CO_3$
Укажите состав пробы. Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор K_2CO_3 раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого пошло 14,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора фенолфталеина – 14,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) NaH_2PO_4 2) HCl 3)H_3PO_4
Ответ обоснуйте.

4. На титрование навески массой 0,3202 г Na_2CO_3 с индикатором фенолфталеином израсходовано 32,00 мл раствора HCl. Рассчитайте концентрацию раствора HCl.

Контрольная работа № 1
Вариант 40



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования смеси H_3PO_4 + CH_3COOH (индикаторный электрод - стеклянный)? Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие ответ.

2. Какой индикатор следует использовать при титровании раствора NaOH раствором HCl в присутствии CH_3COONa ($K_a(CH_3COOH)$ = 1,75 10^{-5} Ответ подтвердите расчётом.

1) метиловый оранжевый pT = 4;
2) лакмус, pT = 7;
3) фенолфталеин, pT = 9;
4) метиловый красный, pT = 5.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, в первой точке эквивалентности состав пробы:

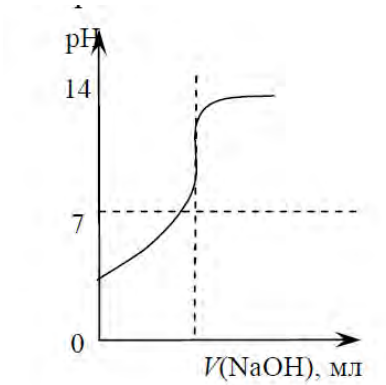
1) Na_2CO_3
2) $NaHCO_3$
3) H_2CO_3
4) NaOH
5) NaOH + $NaHCO_3$
6) $NaHCO_3$ + H_2CO_3

Ответ обоснуйте.

4. Навеску образца H_3PO_4 4,1200 г разбавили дистиллированной водой, на ее титрование израсходовали 20,00 мл раствора NaOH с $T(NaOH/P_2O_5)$ = 0.007528 г/мл. Сколько процентов P_2O_5 содержится в образце?

Контрольная работа № 1
Вариант 41

1. Титрованию какой кислоты соответствует приведённая на рисунке кривая титрования?



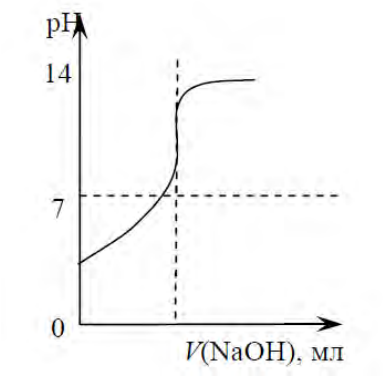
1) HOOCCH = CHCOOH,
K_{a_1} = 1,2·10^{-2}, K_{a_2} = 6,0·10^{-7}
2) H_3PO_4,
K_{a_1} = 7,1·10^{-3}, K_{a_2} = 6,2·10^{-8}, K_{a_3} = 5,0·10^{-13}
3) $H_2C_4H_4O_6$,
K_{a_1} = 9,1·10^{-4}, K_{a_2} = 4,3·10^{-5}
5) H_3BO_3 , K_a = 5,8·10^{-10}
Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором метиловым оранжевым. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого пошло 5,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора фенолфталеина – 13,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) NaH_2PO_4 2) Na_2HPO_4 3)H_3PO_4
Ответ обоснуйте.

4. После пропускания газовой смеси H_2O + H_2 + CO_2 + N_2 через 50,00 мл 0,2М раствора NaOH раствор оттитровали с индикатором фенолфталеином 50,00 мл 0,15М раствора HCl, при дотитровывании с индикатором метиловым оранжевым израсходовали еще 30,00 мл титранта. Сколько грамм CO_2 содержится в пробе газа, пропущенной через раствор NaOH?

Контрольная работа № 1
Вариант 42



Титрованию какой кислоты соответствует приведённая кривая титрования?

1) HCl;

2) HOOCCH = CHCOOH,

K_{a_1} = 1,2·10^{-2}, K_{a_2} = 6,0·10^{-7}

3) H_3PO_4,

K_{a_1} = 7,1·10^{-3}, K_{a_2} = 6,2·10^{-8}, K_{a_3} = 5,0·10^{-13}

4) $H_2C_4H_4O_6$,

K_{a_1} = 9,1·10^{-4}, K_{a_2} = 4,3·10^{-5}

5) C_6H_5COOH (K_a = 5,8·10^{-10}).

Обоснуйте ответ.

2. Чему равна молярная масса эквивалента H_3PO_4 при титровании пробы стандартным раствором NaOH с индикатором фенолфталеином (pT = 9)? Ответ обоснуйте.

1) $M(H_3PO_4)$; 2) $\frac{M(H_3PO_4)}{3}$; 3) $\frac{M(H_3PO_4)}{2}$; 4) $\frac{M(H_3PO_4)}{4}$

3. Какой состав раствора в точке эквивалентности при титровании раствора H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином (pT = 9)?

1) NaH_2PO_4;

2) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$;

3) Na_2HPO_4;

4) $Na_2HPO_4 + Na_3PO_4$;

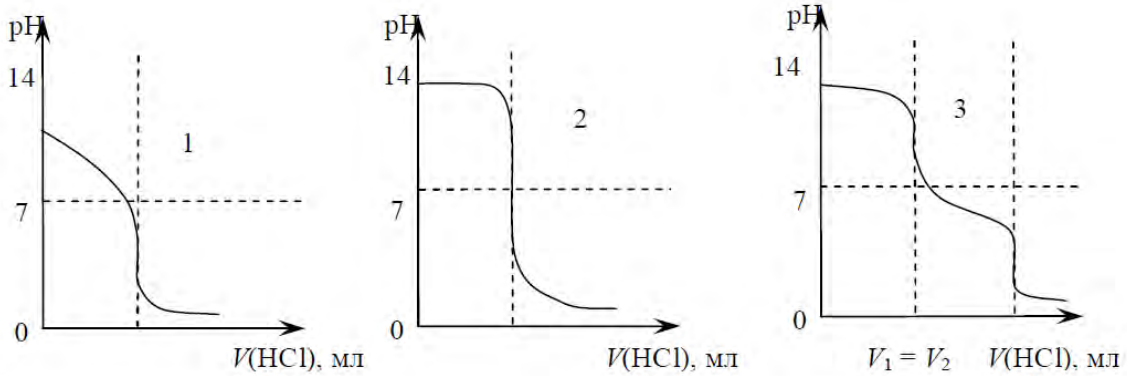
5) Na_3PO_4.

Ответ обоснуйте.

4. На титрование навески массой 0,2202 г Na_2CO_3 с индикатором фенолфталеином израсходовано 22,00 мл раствора HCl. Рассчитайте концентрацию раствора HCl.

Контрольная работа № 1

Вариант 43



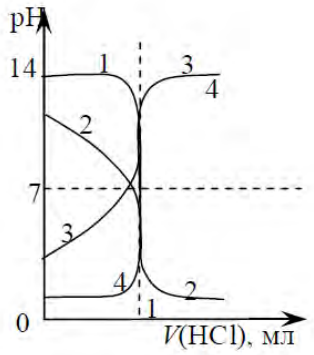
Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования 0,1М раствора $NaHCO_3$ (индикаторный электрод -стеклянный)? Ответ обоснуйте.

2. Какое из указанных веществ определяют способом титрования по заместителю?Приведите уравнение химической реакции.
1) Na_2CO_3; 2) BaO; 3) NH_4Cl; 4) NaOH; 5) $SrCO_3$.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого пошло 7,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора фенолфталеина – 16,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) NaH_2PO_4 2) HCl 3)H_3PO_4
Ответ обоснуйте.

4. Рассчитайте индикаторную погрешность при титровании 50 мл 0,1М раствора HCl 0,1М раствором NaOH с индикатором метиловым оранжевым (pT = 4).

Контрольная работа № 1
Вариант 44



1) Какая кривая соответствует титрованию 0,2 М раствора H_2SO_4 0,2 М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором метиловым красным. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

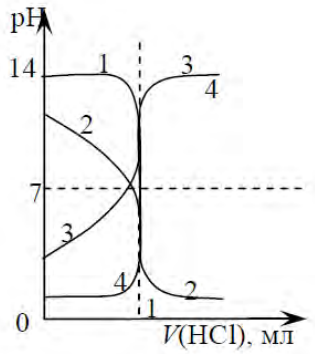
3. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым (pT = 4,0). Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.
1) $NaOH + Na_2CO_3$; 2) NaOH; 3) Na_2CO_3.

4. Пробу, содержащую NaCl, пропустили через ионообменную колонку с анионообменником в OH^-- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 14,52 мл раствора HCl с титром 0,004935 г/мл. Рассчитайте содержание NaCl в пробе.

Контрольная работа № 1

Вариант 45

1)



Какая кривая соответствует титрованию 0,05М раствора HCl 0,05М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.

2. Чему равна молярная масса эквивалента H_3PO_4 при титровании пробы стандартным раствором NaOH с индикатором метиловым оранжевым (pT = 4)? Ответ обоснуйте.

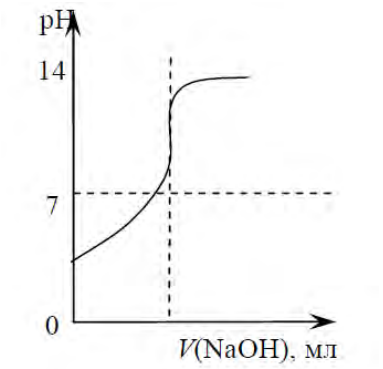
1) $M(H_3PO_4)$; 2) $\frac{M(H_3PO_4)}{3}$; 3) $\frac{M(H_3PO_4)}{2}$; 4) $\frac{M(H_3PO_4)}{4}$

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 до NaH_2PO_4,
K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$ из предложенных:
1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7
Ответ обоснуйте.

4. Пробу, содержащую NaCl, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в Н+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 14,52 мл раствора NaOH с титром 0,004935 г/мл. Рассчитайте содержание NaCl в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 46

1. Титрованию какой кислоты соответствует приведённая на рисунке кривая титрования?



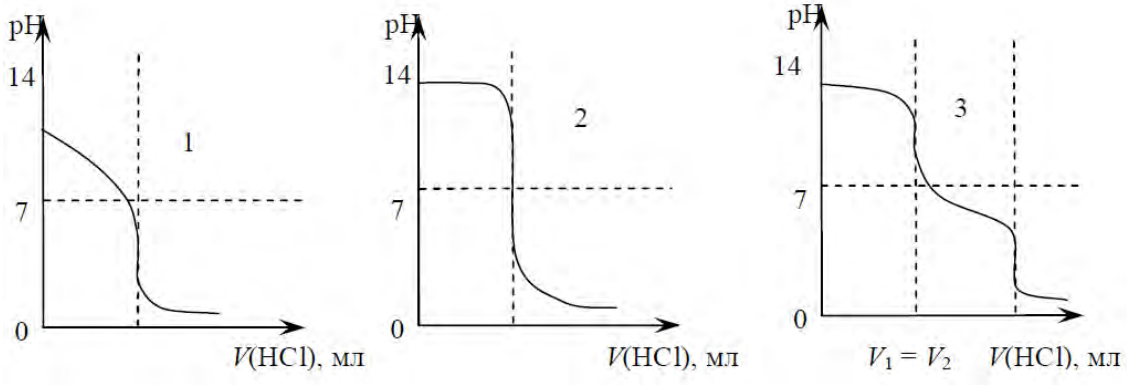
1) CH_3COOH, $K_a = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$
2) HOOCCH = CHCOOH,
$K_{a_1} = 1{,}2 \cdot 10^{-2}$, $K_{a_2} = 6{,}0 \cdot 10^{-7}$
3) H_3PO_4,
$K_{a_1} = 7{,}1 \cdot 10^{-3}$, $K_{a_2} = 6{,}2 \cdot 10^{-8}$, $K_{a_3} = 5{,}0 \cdot 10^{-13}$
4) $H_2C_4H_4O_6$,
$K_{a_1} = 9{,}1 \cdot 10^{-4}$, $K_{a_2} = 4{,}3 \cdot 10^{-5}$
5) H_3BO_3, $K_a = 5{,}8.10^{-10}$
Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор H_3PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ $Na_2CO_3 + NaHCO_3$, в Т.Э.1 состав пробы:
1) $NaHCO_3$ 3) Na_2CO_3
2) H_2CO_3 4) $NaHCO_3 + H_2CO_3$
Ответ обоснуйте.

4. Пробу, содержащую $FeCl_3$, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 14,52 мл раствора NaOH с концентрацией 0,32М. Рассчитайте содержание $FeCl_3$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 47



Какой вид имеет кривая потенциометрического титрования 0,04М раствора Na_2CO_3 (индикаторный электрод - стеклянный)? Ответ обоснуйте.

2. Чему равна молярная масса эквивалента H_3PO_4 при титровании пробы стандартным раствором NaOH с индикатором метиловым красным (pT = 5)? Ответ обоснуйте.

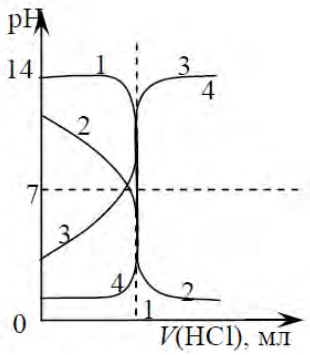
1) $M(H_3PO_4)$; 2) $\frac{M(H_3PO_4)}{3}$; 3) $\frac{M(H_3PO_4)}{2}$; 4) $\frac{M(H_3PO_4)}{4}$

3. Основываясь на расчетах, выберите индикатор для титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 до Na_2HPO_4, K_{a_1} (H_3PO_4) = $7{,}5\cdot10^{-3}$, K_{a_2} (H_3PO_4) = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a_3} (H_3PO_4) = $4{,}8\cdot10^{-13}$ из предложенных:

1) фенолфталеин, pT = 9
2) метиловый оранжевый, pT = 4
3) лакмус, pT = 7.

4. На титрование навески 0,6321 г C_6H_5COOH израсходовали 25,00 мл раствора NaOH. Какова молярная концентрация раствора NaOH?

Контрольная работа № 1
Вариант 48



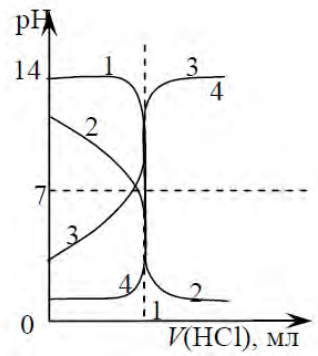
1) Какая кривая соответствует титрованию 0,05М раствора HCOOH 0,05М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.

2. Какой индикатор следует использовать при титровании раствора NaOH раствором HCl в присутствии CH_3COONa ($K_a(CH_3COOH)$= 1,75 10^{-5})? Ответ подтвердите расчётом.
1) метиловый оранжевый pT = 4; 3) фенолфталеин, pT = 9;
2) лакмус, pT = 7; 4) метиловый красный, pT = 5.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 14,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 14,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH
Ответ обоснуйте.

4. Пробу, содержащую $ZnSO_4$, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 15,12 мл раствора NaOH с концентрацией 0,2М. Рассчитайте содержание $ZnSO_4$ в пробе.

Контрольная работа № 1
Вариант 49



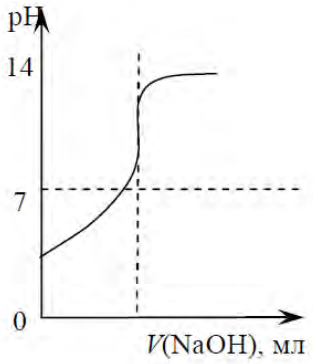
1) Какая кривая соответствует титрованию 0,02М раствора HCOOH 0,02М раствором NaOH? Ответ обоснуйте.

2. Титруют раствор NaH_2PO_4 раствором NaOH с индикатором фенолфталеином. Какой состав в ТЭ?
1) слабое основание; 2) слабая кислота; 3) буферная смесь;
4) сильная кислота; 5) амфолит.

3. На титрование аликвотной части анализируемого раствора в присутствии индикатора фенолфталеина пошло 10,00 мл титранта, а на титрование такой же аликвотной части в присутствии индикатора метилового оранжевого – 30,00 мл раствора титранта. Какое вещество или смесь веществ присутствуют в пробе?
1) Na_2CO_3 2) $NaHCO_3$ 3) NaOH
Ответ обоснуйте.

4. Аликвотные части раствора по 10,00 мл смеси H_3PO_4 + HCl оттитровали параллельно. На титрование первой пробы в присутствии индикатора метилового оранжевого потребовалось 28,00 мл 0,1М раствора NaOH. На титрование второй пробы с индикатором фенолфталеин пошло 48,00 мл 0,1М раствора NaOH. Рассчитайте содержание компонентов смеси в растворе.

Контрольная работа № 1
Вариант 50



1) Титрованию какой кислоты соответствует приведённая кривая титрования?
1) HOOCCH = CHCOOH,
K_{a_1} = 1,2·10^{-2}, K_{a_2} = 6,0·10^{-7}

2) $H_2C_4H_4O_6$
K_{a_1} ($H_2C_4H_4O_6$) = 6,5·10^{-5}, K_{a_2} ($H_2C_4H_4O_6$) =3,3·10^{-6},
3) H_3BO_3 (K_a = 5,8.10$_{-10}$).
Обоснуйте ответ.

2. Соответствие между определяемыми веществами и способами кислотно-основного титрования

1) $CaCO_3$	a) прямое титрование
2) NH_4Cl	b) обратное титрование
3) K_3PO_4	c) титрование методом замещения

Ответ обоснуйте.

3. При кислотно-основном титровании аликвотной части пробы, содержащей, смесь веществ Na_2CO_3 + $NaHCO_3$, во второй точке эквивалентности состав пробы:
1) H_2CO_3 4) NaOH + $NaHCO_3$
2) $NaHCO_3$ 5) Na_2CO_3 + $NaHCO_3$
Ответ обоснуйте.

4. Пробу, содержащую $CoCl_2$, пропустили через ионообменную колонку с катионообменником КУ-2 в H^+- форме, разбавили в мерной колбе до 100 мл. Аликвотную часть 10,00 мл полученного раствора оттитровали 12,12 мл раствора NaOH с концентрацией 0,25М. Рассчитайте содержание $CoCl_2$ в пробе.

Контрольная работа № 2
Вариант 1

1. Протолитические равновесия в растворе ЭДТА. Напишите в общем виде уравнения реакций комплексообразования ионов металлов с ЭДТА при:

pH = 4 – 5; H = 7 – 9; pH = 11.

Приведите конкретные примеры ионов металлов, которые титруют при данных условиях.

2. Почему ионы трехвалентных металлов титруют раствором ЭДТА в кислой среде, а щёлочноземельных - в щелочной? Рассчитайте минимальное значение pH, при котором возможно комплексонометрическое титрование ионов Mg^{2+} и Fe^{3+}.

3. Навеску ацетата свинца массой 2,000 г растворили в мерной колбе объемом 100,0 мл. На титрование 10,00 мл полученного раствора израсходовали 12,00 мл 0,0250 М раствора ЭДТА в присутствии индикатора мурексида. Вычислите процентное содержание примесей в образце. $M = ((CH_3COO)_2Pb) = 325,2$ г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 2

1. Какие комплексные соединения называются хелатами? Что такое дентатность лиганда? Приведите примеры комплексов с моно- и полидентатными лигандами. Проведите сравнительную оценку устойчивости комлексов меди (II) с аммиаком и ЭДТА на основе графических формул данных комплексов. Хелатный эффект.

2. В каком случае величина скачка на кривой комплексонометрического титрования ионов Cu^{2+}будет больше:
а)в водном растворе аммиака;
б) в растворе гидроксида натрия;
в) в аммиачном буферном растворе?
При расчете следует принять:
$c\ (NH_4OH) = c\ (NH_4Cl) = c\ (NaOH) = = 0,1$ М, $K_b\ (NH_4OH)=1,8\cdot10^{-5}$.

3. Вычислите, какую навеску металлического цинка (чистотой 99,99%) следует взять для приготовления 100,0 мл стандартного раствора цинка, чтобы на титрование 20,00 мл этого раствора расходовалось 20,00 мл 0,2000 М раствора ЭДТА. $M\ (Zn) = 65,37$ г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 3

1. Напишите уравнения химических реакций, протекающих на различных этапах комплексонометрического титрования ионов алюминия в ацетатном буферном растворе в присутствии индикатора ксиленолового оранжевого. Какие химические процессы обусловливают изменение окраски раствора в Т.Э.?

2. Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Ni^{2+}в присутствии ионов Pb^{2+}. Ответ подтвердите расчетами.
.
3. При анализе пробы сточных вод объемом 100,0 мл сульфат-ионы осадили раствором хлорида бария. Полученный осадок отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,025 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 15,00 мл 0,0250 М раствора хлорида магния. Определите содержание сульфат-ионов в 1 л воды. M (SO_4^{2-}) = 96,06 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 4

1. Индикация точки эквивалентности в комплексонометрии. Сущность действия металлоиндикаторов, правило выбора металлоиндикатора. Расчет интервала pMe перехода окраски металлоиндикаторов.

2. В каком случае величина скачка на кривой комплексонометрического титрования ионов Ni^{2+}будет больше:
а) в водном растворе аммиака;
б) в растворе гидроксида натрия;
в) в аммиачном буферном растворе?
При расчете следует принять:
c (NH_4OH) = c (NH_4Cl) = c (NaOH) = = 0,1 М, K_b (NH_4OH)=$1{,}8\cdot10^{-5}$.

3. Молибдат-ион осадили в виде $CaMoO_4$. Осадок перевели в раствор и оттитровали ионы Ca^{2+} 0,0450 М раствором ЭДТА. На титрование было израсходовано 12,50мл ЭДТА. Рассчитайте содержание MoO_4^{2-} в растворе. M(MoO_4^{2-}) = 159,94 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 5

1. Объясните, почему при комплексонометрическом титровании необходимо поддерживать постоянное значение *pH* раствора? Роль буферного раствора на примере титрования ионов Zn^{2+}.

2.Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Fe^{3+} в присутствии ионов Ca^{2+} при pH = 3. Ответ подтвердите расчетами.

3. Для приготовления стандартного раствора 0,1065 г оксида магния растворили в соляной кислоте. Полученный раствор довели дистиллированной водой до 250,0 мл в мерной колбе. На титрование 20,00 мл стандартного раствора хлорида магния израсходовали 19,75 мл раствора ЭДТА. Вычислите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора ЭДТА . *M* (MgO) = 40,31 г/моль. M(ЭДТА) = 372,24

Контрольная работа № 2
Вариант 6

1. Кривая комлексонометрического титрования. Факторы, вляющие на величину скачка титрования. Расчет pMe в точке эквивалентности.

2. В каком случае величина скачка на кривой комплексонометрического титрования ионов Fe^{3+} будет больше: в
а) водном растворе уксусной кислоты;
б) водном растворе аммиака;
в) ацетатном буферном растворе?
При расчете следует принять:

c (NH_4OH) = c (CH_3COOH) = c (CH_3COONa) = 0,1 M, K_b (NH_4OH)=$1{,}8\cdot10^{-5}$, K_a (CH_3COOH)=$1{,}8\cdot10^{-5}$.

3. К раствору $AlCl_3$ в присутствии ацетатного буферного раствора прилито 25,00мл 0,1000М раствора ЭДТА, избыток которого оттитрован 12,50 мл 0,0500 М раствора $ZnSO_4$ с индикатором ксиленоловым оранжевым. Рассчитайте содержание $AlCl_3$ в растворе в граммах. M($AlCl_3$) = 133,5г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 7

1. Напишите уравнения химических реакций, протекающих на различных этапах комплексонометрического титрования ионов цинка в аммиачном буферном растворе в присутствии индикатора эриохрома чёрного Т. Какие химические процессы обусловливают изменение окраски раствора в Т.Э.?

2.Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Co^{2} в присутствии ионов Mg^{2+} при pH = 5 и 8.

3. Какую навеску $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на её титрование потребовалось 10,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА?

Контрольная работа № 2
Вариант 8

1. Способы повышения избирательности комплексонометрического титрования. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Fe^{3+} и Bi^{3+} при их совместном присутствии. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

2. Рассчитайте минимальное значение *pH*, при котором возможно комплексонометрическое титрование ионов Zn^{2+}. Оцените возможность титрования ионов цинка в

– ацетатном буферном растворе (*pH* = 5),
– аммиачном буферном растворе (*pH* = 9),
– 0,1 М растворе NaOH.
Ответ подтвердите расчетами.

3. Из навески технической соли $AlCl_3$ массой 3,162 г приготовлено 250,0 мл раствора. 25,00 мл этого раствора при соответствующих условиях обработаны 25,00 мл 0,1500 М раствором ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовано 15,00 мл 0,1000 М раствора сульфата цинка. Сколько процентов (мас.) алюминия содержал образец? *M* (Al) = 26,98 г/мол

Контрольная работа № 2
Вариант 9

1. Способы повышения избирательности комплексонометрического титрования. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} при их совместном присутствии. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и расчетом через число молей эквивалента

2. Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Pb^{2+} в присутствии ионов Mg^{2+} при pH = 4 и 7. Ответ подтвердите расчетами.

3. Для приготовления стандартного раствора 0,2065 г оксида цинка растворили в серной кислоте. Полученный раствор довели дистиллированной водой до 250,0 мл в мерной колбе. На титрование 25,00 мл стандартного раствора сульфата цинка израсходовали 19,75 мл раствора ЭДТА. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора ЭДТА и его титр по цинку. M (ZnO) = 81,4 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 10

1. В каком случае в комплексонометрии применяют способы прямого титрования, обратного титрования и титрования способом замещения? Приведите примеры, схемы титрования. Почему ионы Al^{3+} определяют способом обратного титрования? Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

2. Почему ионы трехвалентных металлов титруют раствором ЭДТА в кислой среде, а щёлочноземельных - в щелочной? Рассчитайте минимальное значение pH, при котором возможно комплексонометрическое титрование ионов Ca^{2+} и Fe^{3+}.

3. Концентрация рабочего раствора ЭДТА была установлена по раствору, содержащему в 1литре 25,00г $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. На титрование 10,00мл этого раствора израсходовано 12,50мл раствора ЭДТА. Рассчитайте: а) молярную концентрацию; б) титр; в) титр по Fe_2O_3; г) титр по CaO раствора ЭДТА.

Контрольная работа № 2
Вариант 11

1. Комплексонометрическое определение анионов и щелочных металлов. Приведите уравнения химических реакций и расчет через число молей эквивалента.

2. Рассчитайте минимальное значение *pH*, при котором возможно комплексонометрическое титрование ионов Pb^{2+}. Оцените возможность титрования ионов свинца в :

– ацетатном буферном растворе (*pH* = 5),
– аммиачном буферном растворе (*pH* = 9),
– 0,1 М растворе NaOH.

3. Из навески технической соли $AlCl_3$ массой 3,162 г приготовлено 250,0 мл раствора. 25,00 мл этого раствора при соответствующих условиях обработаны 25,00 мл 0,1500 М раствором ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовано 15,00 мл 0,1000 М раствора сульфата цинка. Сколько процентов (мас.) алюминия содержал образец? *M* (Al) = 26,98 г/моль

Контрольная работа № 3
Вариант 12

1. Объясните причины значительного различия устойчивости комплексонатов FeY^{2-} и FeY^{-}. Рассчитайте минимальное значение pH комплексонометрического титрования ионов Fe^{2+} и Fe^{3+}.

2. Комплексонометрическое определение Al (III). Напишите уравнения реакций и формулы для расчета содержания алюминия в растворе. Объясните, с какими химическими процессами связано изменение окраски раствора в Т.Э. при комплексонометрическом титровании алюминия.

3. Для определения содержания $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ в техническом образце навеску массой 3,000 г растворили в мерной колбе объемом 100,00 мл. К 10,00 мл полученного раствора добавили 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали стандартным раствором сульфата цинка (*c* (1/1 $ZnSO_4$) = 0,1000 М) в аммиачном буферном растворе в присутствии индикатора ЭХЧТ. На титрование израсходовали 15,00 мл стандартного раствора сульфата цинка. Определите процентное содержание $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ в образце. *M* ($Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) = 291,1 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 13

1. Комплексонометрическое определение сульфат-ионов. Приведите уравнения химических реакций, схему титрования и формулы для расчёта содержания сульфат-ионов в растворе.

2. Оцените возможность определения ионов Bi^{3+} в присутствии ионов Mn^{2+} комплексонометрическим титрованием при pH = 3. Ответ подтвердите расчетами.

3. На титрование пробы, содержащей Ca^{2+} и Mg^{2+}, при pH = 10 израсходовано 25,00 мл 0,0500 М раствора ЭДТА; а после добавления к пробе избытка раствора гидроксида натрия – 10,00 мл этого же раствора ЭДТА. Рассчитайте содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в растворе. M (Ca) = 40,08 г/моль; M (Mg) = 24,31 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 14

1. Напишите уравнения химических реакций, протекающих на различных этапах комплексонометрического титрования ионов цинка в аммиачном буферном растворе в присутствии индикатора эриохрома чёрного Т. Какие химические процессы обусловливают изменение окраски раствора в Т.Э.?

2. Оцените возможность определения ионов Fe^{3+} в присутствии ионов Ca^{2+} комплексонометрическим титрованием при pH = 3. Ответ подтвердите расчетами.

3. Из навески технической соли $AlCl_3$ массой 3,162 г приготовлено 250,0 мл раствора. 25,00 мл этого раствора при соответствующих условиях обработаны 25,00 мл 0,1500 М раствором ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовано 15,00 мл 0,1000 М раствора сульфата цинка. Сколько процентов (мас.) алюминия содержал образец? M (Al) = 26,98 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 15

1.Побочные реакции, протекающие при комплексонометрическом титровании. Коэффициенты побочных реакций. Связь между условной и концентрационной константами устойчивости.

2. В каком растворе величина скачка на кривой комплексонометрического титрования ионов Ni^{2+}будет больше : в
а) водном растворе уксусной кислоты;
б) водном растворе аммиака;
в) аммиачном буферном растворе.
При расчете следует принять: c (NH_4OH) = c (CH_3COOH) = c (CH_3COONa) = 0,1 М, K_b (NH_4OH)=$1,8\cdot10^{-5}$, K_a (CH_3COOH)=$1,8\cdot10^{-5}$.

3. Навеску сплава массой 1,000 г, содержащего цинк и медь, растворили в азотной кислоте и количественно перенесли в мерную колбу объемом 250,0 мл. Раствор в колбе довели до метки дистиллированной водой. На титрование 10,00 мл полученного раствора при pH = = 6 было израсходовано 21,49 мл 0,025 М раствора ЭДТА. В другой пробе раствора объемом 10,00 мл медь замаскировали тиосульфатом натрия, после чего на титрование в тех же условиях затратили 15,67 мл раствора ЭДТА. Определите процентное содержание меди и цинка в сплаве. M (Cu) = 63,55 г/моль; M (Zn) = 65,37 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 16

1. Комплексонометрическое определение кальция и магния при их совместном присутствии в растворе (уравнения химических реакций, схема титрования, расчёт через число молей эквивалента).

2. Рассчитайте минимальное значение pH, при котором возможно комплексонометрическое титрование ионов Cu^{2+}. Оцените возможность опреления ионов меди в

--0,1 М растворе NaOH,

– ацетатном буферном растворе (pH = 5),
– аммиачном буферном растворе (pH = 9),

3. Какую навеску $CuSO_4\cdot5H_2O$, содержащую 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на её титрование потребовалось 10,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА?

Контрольная работа № 2

Вариант 17

1. Протолитические равновесия в растворе ЭДТА. Напишите схемы реакций комплексообразования ионов металлов с ЭДТА при
pH = 4 – 5; pH = 7 – 9 и pH = 11,
приведите конкретные примеры.

2. Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Pb^{2+} в присутствии ионов Mg^{2+} при pH = 4 и 7. Ответ подтвердите расчетами.

3. Навеску ацетата свинца массой 2,000 г растворили в мерной колбе объемом 100,0 мл. На титрование 10,00 мл полученного раствора израсходовали 12,00 мл 0,0250 М раствора ЭДТА в присутствии индикатора мурексида. Вычислите процентное содержание примесей в образце. M ($(CH_3COO)_2Pb$) = 325,2 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 18

1.Требования, предъявляемые к индикаторам в комплексонометрическом титровании. Механизм действия металлоиндикаторов на примере эриохромового черного Т.

2. При каком значении pH (8 или 13) величина скачка на кривой комплексонометрического титрования ионов Ca^{2+}будет больше? Ответ подтвердите расчетами.

3. . Для приготовления стандартного раствора 0,1065 г оксида магния растворили в соляной кислоте. Полученный раствор довели дистиллированной водой до 250,0 мл в мерной колбе. На титрование 20,00 мл стандартного раствора хлорида магния израсходовали 19,75 мл раствора ЭДТА. Вычислите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора ЭДТА . M (MgO) = 40,31 г/моль. М(ЭДТА) = 372,24.

Контрольная работа № 2
Вариант 19

1.Выбор оптимальных условий комплексонометрического титрования. Изобразите графическую зависимость условной константы устойчивости комплексоната металла от pH раствора. Укажите рабочий интервал pH, $pH_{мин}$, $pH_{опт.}$

2. Оцените возможность комплексонометрического определения ионов Co^{2+} в присутствии ионов Fe^{3+} при pH = 8. Ответ подтвердите расчетами.

3. На титрование пробы, содержащей Ca^{2+} и Mg^{2+}, при pH = 10 израсходовано 25,00 мл 0,0500 М раствора ЭДТА; а после добавления к пробе избытка раствора гидроксида натрия – 10,00 мл этого же раствора ЭДТА. Рассчитайте содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в растворе. M (Ca) = 40,08 г/моль; M (Mg) = 24,31 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 20

1. Комлексонометрическое определение фосфат-ионов. Напишите уравнения реакций и расчет через число молей эквивалента.

2. Оцените возможность применения эриохромового черного Т при комплексонометрическом титровании 0,1 М раствора $CaCl_2$. $\lg \beta(CaInd^-) = 5,4$

3. Концентрация рабочего раствора ЭДТА была установлена по раствору, содежащему в 1литре 25,00г $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. На титрование 10,00мл этого раствора израсходовано 12,50мл раствора ЭДТА.
Рассчитайте: а) молярную концентрацию; б) титр; в) титр по Fe_2O_3; г) титр по CaO раствора ЭДТА.

Контрольная работа № 2
Вариант 21

1. Комплексоны как класс органических реагентов. Объясните, почему ЭДТА можно использовать в качестве титранта, а водный раствор аммиака нет. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Mg^{2+}.

3. При анализе пробы сточных вод объемом 250,0 мл находящиеся в ней ионы SO_4^{2-} осадили раствором хлорида бария, осадок сульфата бария отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,02503 М ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 15,00 мл 0,02496 М раствора хлорида магния. Определите содержание сульфат-ионов в 1 литре сточных вод.

Контрольная работа № 2
Вариант 22

1. Способы повышения селективности в комплексонометрии. Приведите примеры.

2. Можно ли проводить комплексонометрическое определение Ni^{2+} в ацетатном буферном растворе (c(CH3COOH)=0,15 М, c(CH3COONa)=0,2 М, $K_a(CH_3COOH)=1,75\cdot10^{-5}$)?

3. Из колбы объемом 100,0 мл отобрали 5,00 мл раствора KCl, на титрование которого израсходовали 14,00 мл 0,1012 М раствора нитрата серебра. Определите массу навески, взятой для приготовления исходного раствора, если массовая доля хлорида калия в навеске составляет 97%.

Контрольная работа № 2

Вариант 23

1. Индикация конечной точки титрования в комплексонометрии. Металлоиндикаторы. На примере титрования ионов Mg^{2+} в присутствии ЭХЧТ покажите, как происходит изменение окраски индикатора в комплексонометрии. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Ca^{2+} в присутствии ионов Zn^{2+} в аммиачном буферном растворе (pH 10)?

3. Объем раствора, содержащего ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}, довели до объема 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора с индикатором ЭХЧТ израсходовали 18,45 мл 0,01020 М раствора ЭДТА, а на титрование такой же аликвоты с мурексидом израсходовали 8,22 мл ЭДТА. Определите концентрацию (мольэкв/л) кальция и магния в исходном растворе, если с эриохромовым черным Т была оттитровано суммарное количество кальция и магния, а с мурексидом оттитровывается только кальций.

Контрольная работа № 2

Вариант 24

1. Дентантность лиганда. Приведите примеры моно- и полидентантных лигандов. Какова дентантность ЭДТА как лиганда?

2. Аммиачный (pH 9) или ацетатный (pH 5) буферный раствор следует использовать при комплексонометрическом определении ионов Fe^{3+}? Ответ подтвердите расчетами.

3. К 25,00 мл раствора $Ba(NO_3)_2$ добавили Na_2MgY и на титрование выделившихся ионов Mg^{2+} израсходовали 18,05 мл 0,09878 М раствора ЭДТА. Определите титр раствора ЭДТА по барию (T(ЭДТА/Ba)).

Контрольная работа № 2

Вариант 25

1. Монодентантные лиганды (примеры). Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексов с монодентантными лигандами.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Ni^{2+}. Будут ли при этом значении pH мешать определению никеля ионы Pb^{2+}?

3. Какую навеску образца технического сульфата натрия, содержащего 95% мас. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, следует взять, чтобы осадить 0,3025 г $BaSO_4$?

Контрольная работа № 2
Вариант 26

1. Приведите выражения для термодинамической и условной констант устойчивости комплексонатов. Объясните, почему в интервале pH = 2-12 для оценки устойчивости комплексонатов нельзя использовать значения термодинамических констант?

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Ca^{2+} в присутствии ионов Fe^{3+} в аммиачном буферном растворе (pH = 10)?

3. Какой объем 10% раствора аммиака (ρ = 0,957 г/мл) необходим для осаждения железа из 0,0953 г сплава, содержащего 92% мас. Fe, если для полного осаждения необходим полуторакратный избыток осадителя?

Контрольная работа № 2

Вариант 27

1. Приведите примеры полидентантных лигандов. Объясните, в чем проявляется хелатный эффект (на примере комплексов меди (II) с аммиаком и этилендиамином).

2. Аммиачный (pH 9) или ацетатный (pH 5) буферный раствор следует использовать при комплексонометрическом определении ионов Mg^{2+}?

3. Какой объем рассола, содержащего 45 г/л хлорида натрия, следует взять для приготовления 500,0 мл раствора, чтобы на титрование 25,00 мл этого раствора было затрачено 22,00 мл 0,1000 М раствора нитрата серебра.

Контрольная работа № 2

Вариант 28

1. В каких случаях в комплексонометрии используют обратное титрование? Ответ проиллюстрируйте конкретными примерами.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Cu^{2+} в ацетатном буферном растворе ($c(CH_3COOH)$=0,05 М, $c(CH_3COONa)$=0,10 М, $K_a(CH_3COOH)=1{,}75\cdot10^{-5}$)?

3. На титрование 10,00 мл 0,05580 М раствора хлорида натрия израсходовали 12,25 мл раствора нитрата серебра. Вычислите титр и молярную концентрацию раствора $AgNO_3$.

Контрольная работа № 2

Вариант 29

1. В каких случаях в комплексонометрии используют титрование методом замещения? Ответ проиллюстрируйте конкретными примерами. В чем заключается принцип вытеснительного титрования? Почему в большинстве случаев вытеснительного титрования используют комплексонат магния?

2. Можно ли проводить обратное комплексонометрическое титрование Al^{3+} в ацетатном буферном растворе ($c(CH_3COOH)$=0,05 М, $c(CH_3COONa)$=0,10 М, $K_a(CH_3COOH)=1,75\cdot10^{-5}$), если избыток ЭДТА оттитровывают стандартным раствором $ZnSO_4$? Ответ подтвердите расчетами.

3. Для определения содержания $Co(NO_3)_2\cdot6H_2O$ в техническом образце навеску массой 3,000 г растворили в мерной колбе объемом 100,0 мл. К 10,00 мл полученного раствора добавили 25,00 мл 0,1000 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали стандартным раствором сульфата цинка (c (1/1 $ZnSO_4$) = 0,1000 М) в аммиачном буферном растворе в присутствии индикатора ЭХЧТ. На титрование израсходовали 15,00 мл стандартного раствора сульфата цинка. Определите процентное содержание $Co(NO_3)_2\cdot6H_2O$ в образце. М ($Co(NO_3)_2\cdot6\ H_2O$) = 291,1 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 30

1. Кривая комплексонометрического титрования. Перечислите факторы, оказывающие влияние на величину скачка на кривой комплексонометрического титрования.

2. Можно ли проводить обратное комплексонометрическое титрование Al^{3+} в аммиачном буферном растворе ($c(NH_3)$=0,15 М, $c(NH_4Cl)$=0,15 М, $K_b(NH_3)=1,8\cdot10^{-5}$), если избыток ЭДТА оттитровывают стандартным раствором $ZnSO_4$? Ответ подтвердите расчетами.

3. Вычислите, какую навеску металлического цинка следует взять, чтобы на её титрование после растворения расходовалось 15,00 мл 0,0500 М раствора ЭДТА. (М (Zn) = 65,40 г/моль). Рассчитайте титр раствора ЭДТА по цинку.

Контрольная работа № 2

Вариант 31

1. Кривая комплексонометрического титрования. Приведите формулу для расчета равновесной концентрации иона металла в Т.Э. Какие факторы оказывают влияние на положение Т.Э. в комплексонометрии?

2. При каком значении pH (10 или 12) определяют общую жесткость воды, связанную с присутствием ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}? Приведите расчеты, подтверждающие ответ.

3. Из 1,180 г $ZnSO_4$ приготовлен по точной навеске раствор в мерной колбе ёмкостью 100,0 мл. На титрование 10,00 мл этого раствора расходуется 16,50 мл раствора ЭДТА, которым затем определяют ионы Ca^{2+}. Вычислите титр раствора ЭДТА по кальцию (T(ЭДТА/ Ca^{2+}). M (Ca) = 40,08 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 32

1. Кривая комплексонометрического титрования. Приведите формулы для расчета равновесной концентрации иона металла в интервале скачка. Какие факторы оказывают влияние на величину скачка и положение Т.Э. на кривой титрования в комплексонометрии ?

2. При каком значении pH (10 или 12) в комплексонометрии определяют содержание ионов Ca^{2+} в случае присутствия в растворе ионов Mg^{2+}? Приведите расчеты, подтверждающие ответ.

3. Из 1,180 г $ZnSO_4$ приготовлен по точной навеске раствор в мерной колбе ёмкостью 100,0 мл. На титрование 10,00 мл этого раствора расходуется 16,50 мл раствора ЭДТА, которым затем определяют ионы Mg^{2+}. Вычислите титр раствора ЭДТА по магнию (T(ЭДТА/ Mg^{2+}). M (Mg) = 24,31 г/моль.

Контрольная работа № 2

Вариант 33

1. Протолитические равновесия и формы существования ЭДТА в водном растворе в интервале pH 2-12. Почему в этих условиях Na_2H_2Y можно рассматривать как четырехосновную кислоту.

2. Возможно ли в аммиачном буфере (pH=9) провести раздельное комплексонометрическое определение ионов Ni^{2+} и Cu^{2+}? Приведите расчеты, подтверждающие ответ.

3. На титрование пробы, содержащей Ca^{2+} и Mg^{2+}, при pH = 10 израсходовано 25,00 мл 0,0500 М раствора ЭДТА; а после добавления к пробе избытка раствора гидроксида натрия – 10,00 мл этого же раствора ЭДТА. Рассчитайте содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в растворе. *M* (Ca) = 40,08 г/моль; *M* (Mg) = 24,31 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 34

1. Роль буферного раствора в комплексонометрии. В каком случае и почему скачок на кривой титрования Zn^{2+} раствором ЭДТА будет больше:
а) в ацетатном буферном растворе (pH=5);
б) в аммиачном буферном растворе (pH=9)?

2. На основании значений условных констант устойчивости комплексонатов предложите схему раздельного определения ионов Fe^{3+} и Ca^{2+} в случае их одновременного присутствия в растворе.

3. Навеску сплава массой 1,035 г, содержащего цинк и медь, растворили в азотной кислоте и количественно перенесли в мерную колбу объемом 250,0 мл. Раствор в колбе довели до метки дистиллированной водой. На титрование 10,00 мл полученного раствора при pH=6 было израсходовано 21,49 мл 0,02498 М раствора ЭДТА. В другой пробе раствора объемом 10,00 мл медь замаскировали тиосульфатом натрия, после чего на титрование в тех же условиях затратили 15,67 мл раствора ЭДТА. Определите содежание (%мас.) меди и цинка в сплаве. *M*(Cu) = 63,55 г/моль; *M*(Zn) = 65,37 г/моль.

Контрольная работа № 2

Вариант 35

1. Комплексонометрическое определение анионов. Приведите уравнения реакций и схемы титрования, иллюстрирующие ответ.

2. На основании значений условных констант устойчивости комплексонатов предложите схему раздельного определения ионов Fe^{3+} и Zn^{2+} в случае их одновременного присутствия в растворе.

3. Навеску сплава массой 1,035 г, содержащего цинк и медь, растворили в азотной кислоте и количественно перенесли в мерную колбу объемом 250,0 мл. Раствор в колбе довели до метки дистиллированной водой. На титрование 10,00 мл полученного раствора при pH=6 было израсходовано 21,49 мл 0,02498 М раствора ЭДТА. В другой пробе раствора объемом 10,00 мл медь замаскировали тиосульфатом натрия, после чего на титрование в тех же условиях затратили 15,67 мл раствора ЭДТА. Определите содежание (%мас.) меди и цинка в сплаве. M(Cu) = 63,55 г/моль; M(Zn) = 65,37 г/моль.

Контрольная работа № 2

Вариант 36

1. Общие и специфические металлоиндикаторы. Как в комплексонометрии осуществляют выбор индикатора для конкретного случая титрования? Каким требованиям должен удовлетворять индикатор?

2. На основании значений условных констант устойчивости комплексонатов предложите схему раздельного определения ионов Pb^{2+} и Ca^{2+} в случае их одновременного присутствия в растворе.

3. Какую навеску $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на её титрование потребовалось 11,02 мл 0,02385 М раствора ЭДТА?

Контрольная работа № 2

Вариант 37

1. Общие и специфические металлоиндикаторы. На примере титрования ионов Mg^{2+} раствором ЭДТА в присутствии индикатора эриохромового черного Т объясните изменение окраски раствора в начале титрования, в области скачка и после достижения конечной точки титрования.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Ca^{2+}.

3. Рассчитайте равновесную концентрацию ионов Cu^{2+} в Т.Э. при титровании раствором ЭДТА в следующих условиях: pH=10, начальная концентрация ионов Cu^{2+} составляет $c(Cu^{2+})$ = 0,1000 М, lg $\beta(CuY^{2-})$ = 18,80.

Контрольная работа № 2

Вариант 38

1. Почему комплексонометрическое определение алюминия проводят обратным титрованием? Приведите уравнения реакций и схему титрования. На примере обратного титрования ионов Al^{3+} раствором ЭДТА объясните изменение окраски индикатора в начальный момент времени, в области скачка и после достижения конечной точки титрования.

2. Можно ли проводить комплексонометрическое определение Pb^{2+} в ацетатном буферном растворе ($c(CH_3COOH)$=0,15 М, $c(CH_3COONa)$=0,2 М, $K_a(CH_3COOH)=1{,}75\cdot10^{-5}$?)

3. Рассчитать навеску $CaCO_3$, необходимую для стандартизации 0,02500 М раствора ЭДТА способом отдельных навесок, при условии, что на титрование расходуется 10,00 мл раствора ЭДТА. M ($CaCO_3$) = 100,1 г/моль.

Контрольная работа № 2

Вариант 39

1. Органические аналитические реагенты (ОР), их структура. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Приведите конкретные примеры.

2. Можно ли проводить комплексонометрическое определение Pb^{2+} в аммиачном буферном растворе ($c(NH_3)$=0,15 М, $c(NH_4Cl)$=0,2 М, $K_b(NH_3)=1,8\cdot10^{-5}$?)

3. К 10,00 мл раствора хлорида кобальта добавили аммиачный буферный раствор и 20,00 мл 0,01085 М раствора ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 5,47 мл 0,01292 М раствора сульфата цинка. Определите концентрацию кобальта в исходном растворе (в г/л). M (Co) = 58,93 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 40

1. Органические аналитические реагенты (ОР). В чем их преимущества по сравнению с неорганическими реагентами? Приведите примеры, иллюстрирующие использование ОР в качественном и количественном анализе.

2. Можно ли проводить обратное комплексонометрическое титрование Al^{3+} в аммиачном буферном растворе ($c(NH_3)$=0,15 М, $c(NH_4Cl)$=0,2 М, $K_b(NH_3)=1,8\cdot10^{-5}$), если избыток ЭДТА оттитровывают стандартным раствором $CuSO_4$? Ответ подтвердите расчетами.

3. Навеску ацетата свинца массой 2,000 г растворили в мерной колбе объемом 100,0 мл. На титрование 10,00 мл полученного раствора израсходовали 12,00 мл 0,0250 М раствора ЭДТА в присутствии индикатора мурексида. Вычислите процентное содержание примесей в образце. M ($(CH_3COO)_2Pb$) = 325,2 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 41

1. Ионы Fe^{3+} реагируют с роданидом аммония с образованием комплексных соединений с координационным числом 1-6. Напишите уравнения соответствующих реакций и выражения для общих и ступенчатых констант устойчивости.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Fe^{3+}.

3. Вычислите, какую навеску металлического цинка (чистотой 99,99%) следует взять для приготовления 200,0 мл стандартного раствора цинка, чтобы на титрование 10,00 мл этого раствора расходовалось 10,00 мл 0,0500 М раствора ЭДТА. M (Zn) = 65,37 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 42

1. Условная константа устойчивости комплексоната и ее связь с термодинамической константой устойчивости. В каких случаях для оценки равновесия реакций комплексообразования используют условные константы устойчивости?

2. Можно ли проводить комплексонометрическое определение Ca^{2+} в ацетатном буферном растворе ($c(CH_3COOH)$=0,15 М, $c(C_H3COONa)$=0,2 М, $K_a(CH_3COOH)=1{,}75\cdot10^{-5}$)? Ответ подтвердите расчетами.

3. При анализе пробы сточных вод объемом 100,0 мл сульфат-ионы осадили раствором хлорида бария. Полученный осадок отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,025 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 15,00 мл 0,0250 М раствора хлорида магния. Определите содержание сульфат-ионов в 1 л воды. M (SO_4^{2-}) = 96,06 г/моль.

Контрольная работа № 2
Вариант 43

1. Какие комплексные соединения называются хелатами? Какая связь между дентантностью лиганда, хелатным эффектом и константой устойчивости комплексных соединений Приведите примеры комплексов с моно- и полидентантными лигандами.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Ca^{2+} в присутствии ионов Cu^{2+} в аммиачном буферном растворе (pH 10)?

3. Из колбы объемом 100,0 мл отобрали 5,00 мл раствора KCl, на титрование которого израсходовали 14,00 мл 0,1012 М раствора нитрата серебра. Определите массу навески, взятой для приготовления исходного раствора, если массовая доля хлорида калия в навеске составляет 97%.

Контрольная работа № 2
Вариант 44

1. Требования, предъявляемые к металлоиндикаторам. Сущность их действия, правило выбора металлоиндикатора для конкретного случая титрования.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Cu^{2+} в присутствии ионов Ca^{2+} в ацетатном буферном растворе (pH 5)?

3. К 10,00 мл раствора $Ba(NO_3)_2$ добавили Na_2MgY и на титрование выделившихся ионов Mg^{2+} израсходовали 8,05 мл 0,09878 М раствора ЭДТА. Определите титр раствора ЭДТА по барию (T(ЭДТА/Ba)).

Контрольная работа № 2
Вариант 45

1. Сущность гипотезы аналогий и ее применение для предсказания условий взаимодействия органических аналитических реагентов с ионами металлов. На примере реагентов общей формулы RSH, RNH_2, ROH предскажите возможность их использования для обнаружения следующих катионов: Al^{3+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Ca^{2+}, Pb^{2+}. Приведите схемы соответствующих реакций.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Pb^{2+} в присутствии ионов Zn^{2+} в ацетатном буферном растворе (pH = 5)?

3. Объем раствора, содержащего ионы Ca^{2+}и Mg^{2+}, довели до объема 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора с индикатором ЭХЧТ израсходовали 18,45 мл 0,01020 М раствора ЭДТА, а на титрование такой же аликвоты с мурексидом израсходовали 8,22 мл ЭДТА. Определите концентрацию (мольэкв/л) кальция и магния в исходном растворе, если с эриохромовым черным Т было оттитровано суммарное количество кальция и магния, а с мурексидом оттитровывается только кальций.

Контрольная работа № 2
Вариант 46

1. Комплексоны как класс органических реагентов. Объясните, почему ЭДТА можно использовать в качестве титранта, а водный раствор аммиака нет. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Mg^{2+}.

3. При анализе пробы сточных вод объемом 250,0 мл находящиеся в ней ионы SO_4^{2-} осадили раствором хлорида бария, осадок сульфата бария отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,02503 М ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 15,00 мл 0,02496 М раствора хлорида магния. Определите содержание сульфат-ионов в 1 литре сточных вод.

Контрольная работа № 2
Вариант 47

1. Способы повышения селективности в комплексонометрии. Приведите примеры.

2. Можно ли проводить комплексонометрическое определение Ni^{2+} в ацетатном буферном растворе ($c(CH_3COOH)$=0,15 М, $c(CH_3COONa)$=0,2 М, $K_a(CH_3COOH)=1,75\cdot10^{-5}$)?

3. Из колбы объемом 100,0 мл отобрали 5,00 мл раствора KCl, на титрование которого израсходовали 14,00 мл 0,1012 М раствора нитрата серебра. Определите массу навески, взятой для приготовления исходного раствора, если массовая доля хлорида калия в навеске составляет 97%.

Контрольная работа № 2
Вариант 48

1. Индикация конечной точки титрования в комплексонометрии. Металлоиндикаторы. На примере титрования ионов Mg^{2+} в присутствии ЭХЧТ покажите, как происходит изменение окраски индикатора в комплексонометрии. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

2. Возможно ли комплексонометрическое определение Ca^{2+} в присутствии ионов Zn^{2+} в аммиачном буферном растворе (pH = 10)?

3. Объем раствора, содержащего ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}, довели до объема 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора с индикатором ЭХЧТ израсходовали 18,45 мл 0,01020 М раствора ЭДТА, а на титрование такой же аликвоты с мурексидом израсходовали 8,22 мл ЭДТА. Определите концентрацию (моль экв/л) кальция и магния в исходном растворе, если с эриохромовым черным Т была оттитровано суммарное количество кальция и магния, а с мурексидом оттитровывается только кальций.

Контрольная работа № 2
Вариант 49

1. Дентантность лиганда. Приведите примеры моно- и полидентантных лигандов. Какова дентантность ЭДТА как лиганда?

2. Аммиачный (pH = 9) или ацетатный (pH = 5) буферный раствор следует использовать при комплексонометрическом определении ионов Fe^{3+}? Ответ подтвердите расчетами.

3. К 25,00 мл раствора $Ba(NO_3)_2$ добавили Na_2MgY и на титрование выделившихся ионов Mg^{2+} израсходовали 18,05 мл 0,09878 М раствора ЭДТА. Определите титр раствора ЭДТА по барию (*T*(ЭДТА/Ba)).

Контрольная работа № 2
Вариант 50

1. Монодентантные лиганды (примеры). Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексов с монодентантными лигандами.

2. Рассчитайте минимальное значение pH раствора, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Ni^{2+}. Будут ли при этом значении pH мешать определению никеля ионы Pb^{2+}?

3. Какую навеску образца технического сульфата натрия, содержащего 95% мас. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, следует взять, чтобы осадить 0,3025 г $BaSO_4$?

Контрольная работа № 3
Вариант 1

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=1, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0MnO_4^- +8H^+/Mn^{2+} +4H_2O$ =1,51 В.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора дифениламина ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$=0,76 В)?

3. Определение ионов меди в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $K_2Cr_2O_7$.

Контрольная работа № 3
Вариант 2

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Ti^{3+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \leftrightarrow TiO^{2+} +2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33В, $E^0(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ = 0,09 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$= 1,06 В).

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 15 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ с концентрацией 0,005010 г/мл.

Контрольная работа № 3
Вариант 3

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $C_{r2}O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=5, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]= 1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33B$.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора FeSO4 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$=0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$=1,44 В).

3. Определение сульфитов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 4

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=5, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^- +8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,025 н раствора $FeSO_4$ 0,025 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$=0,77 В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В).

3. Определение пероксида водорода перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 8 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 5

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии фторида натрия, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $\beta(FeF6^{3-})=10^{16}$.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора метиленового синего ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})=0,53$ В)?

3. Определение ионов Ba^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 10 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 6

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $S^{2-} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \leftrightarrow S + 2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В, $E^0(S+2H^+/S^{2-}) = 0,17$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Подберите индикатор для титрования 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0,68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$В).

3. Определение MnO_2 перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание ионов меди в растворе в моль/л, если при определении меди к 20 мл раствора добавили избыток KI, на титрование выделившегося I_2 израсходовали 10,25 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, с концентрацией 0,025 н.

Контрольная работа № 3
Вариант 7

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии фторида натрия, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $\beta(FeF_6^{3-})=10^{16}$.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20% Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 20 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 8

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=3, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^- +8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0,68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В).

3. Привести пример определения окислителей методом перманганометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,030 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 7,5 мл 0,025 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 9

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=4, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора эриоглуцина А ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 1,00$ В)?

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Сколько г сульфата меди содержит раствор, если при определении меди к 20 мл раствора добавили избыток KI, на титрование выделившегося I_2 израсходовали 10,15 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, с концентрацией 0,025 н.

Контрольная работа № 3
Вариант 10

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $HgS + NO_3^- + 4H^+ \leftrightarrow Hg^{2+} + S + NO + 2H_2O$, $E^0(Hg^{2+}+S/HgS) = 1,04$ В, $E^0(NO_3^- +4H^+/NO+2H_2O) = 0,96$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0,68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 1,06$ В).

3. Определение $K_2Cr_2O_7$ перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 10 мл 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 11

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $H_2S + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow S + NO_2 + 2H_2O$, $E^0(S+2H^+/H_2S) = 0,17$ В, $E^0(NO_3^- +2H^+/NO_2+H_2O) = 0,77$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора дифениламина ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 0,76$ В)?

3. Привести пример определения восстановителей методом перманганометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 15 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 12

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Ag^+/Ag^0 в присутствии бромида натрия, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(Ag^+/Ag^0) = 0,80$ В, $K_S(AgBr) = 5.3.10^{-10}$.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0,68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 1,06$ В).

3. Определение ионов меди в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. При определение пероксида водорода перманганатометрическим способом используют его восстановительные свойства. Определите содержание пероксида водорода в растворе, если известно, что на титрование 10 мл раствора пероксида водорода израсходовалось 8,5 мл 0,05 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 13

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe3+/Fe2+ в присутствии реагента ЭДТА(Na_2H_2Y), вступающего в реакцию

комплексообразования с окисленной и востановленной формами, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})=0,77$ В, $\beta(FeY^{2-}) = 10^{14}$, $\beta(FeY^{-}) = 10^{2}5$.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором KMnO4. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^{-}+8H^{+}/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В).

3. Определение сульфитов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 10 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3

Вариант 14

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^{+} + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=2, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^{+}/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде до точки эквивалентности. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^{+}/H_2O_2)$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение ионов Ca^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I2, выделившегося при обработке 15 мл 0,01 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3

Вариант 15

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe2+ в присутствии реагента о-фенантролина(Phe), вступающего в реакцию комплексообразования с окисленной и востановленной формами, если

концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $\beta(Fe(Phe)_3)=10^{14}$, $\beta(Fe(Phe)_2)=10^{18}$.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+}+4H_2O)$ =1,51 В).

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 10 мл 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 16

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=3, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+14H^+/2Cr^{3+}+7H_2O)$ = 1,33 В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4+2H_2O/2H_2CO_3+2H^+)$ = 0,77 В, $E_0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+}+4H_2O)$ = 1,51 В).

3. Стандартизация раствора тиосульфата натрия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем 0,02 н раствора $KMnO_4$ потребуется для титрования раствора железа (II) из образца сплава массой 0,5001 г, содержащего 7% железа?

Контрольная работа № 3
Вариант 17

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Ag^+/Ag^0 в присутствии хлорида натрия, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(Ag^+/Ag^0)$ = 0,80 В, $K_S(AgCl) = 1,78.10^{-10}$.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$=0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$=1,44 В).

3. Стандартизация раствора перманганата калия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески K_2Cr_2O7 необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3

Вариант 18

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $CH_3OH + MnO_4^- + 2H^+ \leftrightarrow H_2CO_3 + Mn^{2+} + 2H_2O$, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51В, $E^0(H_2CO_3+6H^+/CH_3OH+2H_2O)$ = 0,04 В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4+2H_2O/2H_2CO_3+2H^+)$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В).

3. Определение $K_2Cr_2O_7$ перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I2, выделившегося при обработке 15 мл 0,01 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3

Вариант 19

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $2I^- + MnO_4^- + 8H^+ \leftrightarrow I_2 + Mn^{2+} + 4H_2O$, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В, $E^0(I^2/2I^-)$ = 0,54 В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+}+4H_2O)$ =1,51 В).

3. Определение сильных кислот методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 100 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 7,25 мл раствора 0,025 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

Контрольная работа № 3
Вариант 20

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $H_2S + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow S+NO_2 + 2H_2O$, $E^0(S + 2H^+/H_2S)$ = 0,17 В, $E^0(NO_3^-+2H^+/NO_2+H_2O)$ = 0,77 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора дифениламина при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 0,76 В).

3. Стандартизация раствора тиосульфата натрия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,030 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 7,5 мл 0,025 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 21

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=2, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]$=1М, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В.

2. Подберите индикатор для титрования 5 мл 0,015 н раствора $FeSO_4$ 0,015 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+/2Cr^{3+} + 7H_2O)$ = 1,33 В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. При определение пероксида водорода перманганатометрическим способом используют его восстановительные свойства. Определите содержание пероксида водорода в растворе, если известно, что на титрование 10 мл раствора пероксида водорода израсходовалось 8,5 мл 0,05 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 22

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Cu + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow Cu^{2+} + NO_2 + 2H_2O$, $E^0(Cu^{2+}/Cu)$ = 0,15 В, $E^0(NO^{3-} + 2H^+/NO_2 + H_2O)$ = 0,77 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,025 н раствора $FeSO_4$ 0,025 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+/2Cr^{3+} + 7H_2O)$ = 1,33 В).

3. Определение MnO_2 перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 15 мл 0,01 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 23

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Ti^{3+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \leftrightarrow TiO^{2+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+/2Cr^{3+} + 7H_2O)$ = 1,33 В, $E^0(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ = 0,09 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение ионов свинца в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $K_2Cr_2O_7$.

Контрольная работа № 3
Вариант 24

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $HgS + NO_3^- + 4H^+ \leftrightarrow Hg^{2+} + S + NO + 2H_2O$, $E^0(Hg^{2+}+S/HgS)$ = 1,04 В, $E^0(NO_3^-+4H^+/NO+2H_2O)$ = 0,96 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$ до точки эквивалентности. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4+2H_2O/2H_2CO_3+2H^+)$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+}+4H_2O)$ =1 ,51 В).

3. Определение ионов Ba^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 15 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 25

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=4, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]$=1М, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2)$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 100 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 7,25 мл раствора 0,025 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

Контрольная работа № 3

Вариант 26

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=3, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора дифениламина ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 0,76 В)?

3. Определение ионов меди в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,015 н раствора $K_2Cr_2O_7$.

Контрольная работа № 3

Вариант 27

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Ti^{3+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \leftrightarrow TiO^{2+} +2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В, $E^0(Ti^{4+}/Ti^{3+})$ = 0,09 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 1,06 В).

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 28

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=5, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O)$ = 1,33 В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение сульфитов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 100 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 7,25 мл раствора 0,025 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

Контрольная работа № 3
Вариант 29

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=5, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,025 н раствора $FeSO_4$ 0,025 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В).

3. Определение пероксида водорода перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 10 мл 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 30

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии фторида натрия, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $\beta(FeF_6^{3-})=10^{16}$.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора метиленового синего ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 0,53$ В)?

3. Определение ионов Ba^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Сколько г сульфата меди содержит раствор, если при определении меди к 20 мл раствора добавили избыток KI, на титрование выделившегося I_2 израсходовали 10,15 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, с концентрацией 0,025 н.

Контрольная работа № 3
Вариант 31

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $S^{2-} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \leftrightarrow S + 2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В, $E^0(S+2H^+/S^{2-}) = 0,17$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Подберите индикатор для титрования 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2)$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение MnO_2 перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $K_2Cr_2O_7$.

Контрольная работа № 3
Вариант 32

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии фторида натрия, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $\beta(FeF_6^{3-})=10^{16}$.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 33

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=3, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2)$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В).

3. Привести пример определения окислителей методом перманганометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора перманганата калия используют раствор установочного вещества оксалата натрия. Рассчитайте, какую массу навески $Na_2C_2O_4$ необходимо взять для стандартизации, чтобы на ее титрование израсходовалось 10 мл 0,025 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 34

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ при pH=4, если концентрации равновесных форм $[MnO_4^-]=[Mn^{2+}]=1M$, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O)$ = 1,51 В.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора эриоглуцина А ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 1,00 В)?

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 15 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ с концентрацией 0,005010 г/мл.

Контрольная работа № 3
Вариант 35

Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса дляреакции: $HgS + NO_3^- + 4H^+ \leftrightarrow Hg^{2+} + S + NO + 2H_2O$, $E^0(Hg^{2+}+S/HgS)$ = 1,04 В, $E^0(NO_3^-+4H^+/NO+2H_2O)$ = 0,96 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2)$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 1,06 В).

3. Определение $K_2Cr_2O_7$ перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 10 мл 0,025 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 36

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса дляреакции: $H_2S + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow S+NO_2 + 2H_2O$, $E^0(S+2H^+/H_2S)$ = 0,17 В, $E^0(NO_3^-+2H^+/NO_2+H_2O)$ = 0,77 В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Правило выбора индикатора в окислительно-восстановительных методах титрования. В каком интервале потенциалов наблюдается изменение окраски индикатора дифениламина ($E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 0,76 В)?

3. Привести пример определения восстановителей методом перманганометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 8 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 37

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Ag^+/Ag^0 в присутствии бромида натрия, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(Ag^+/Ag^0)$ = 0,80 В, $K_S(AgBr) = 5.3 \cdot 10^{-10}$.

2. Оцените возможность использования индикатора ферроина при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2)$ = 0,68В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+})$ = 1,44 В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red})$ = 1,06 В).

3. Определение ионов меди в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. При определение пероксида водорода перманганатометрическим способом используют его восстановительные свойства. Определите содержание пероксида водорода в растворе, если известно, что на титрование 10 мл раствора пероксида водорода израсходовалось 7,0 мл 0,05 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 38

Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии реагента ЭДТА(Na_2H_2Y), вступающего в реакцию комплексообразования с окисленной и востановленной формами, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $\beta(FeY^{2-})=10^{14}$, $\beta(FeY^{-})=10^{25}$.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $KMnO_4$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+}+4H_2O)$ = 1,51 В).

3. Определение ионов меди в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Для стандартизации раствора тиосульфата натрия используют раствор бихромата калия. Рассчитайте, какую массу навески $K_2Cr_2O_7$ необходимо взять для приготовления раствора объемом 100 мл. Если известно, что на титрование I_2, выделившегося при обработке 10 мл раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI, израсходовалось 10 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 39

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=2, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде до точки эквивалентности. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0,68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В).

3. Определение ионов Ba^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 15 мл 0,01 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 40

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Fe3+/Fe2+ в присутствии реагента о-фенантролина (Phe), вступающего в реакцию комплексообразования с окисленной и востановленной формами, если концентрации равновесных форм $[Fe^{3+}]=[Fe^{2+}]=1M$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $\beta(Fe(Phe)_3)=10^{14}$, $\beta(Fe(Phe)_2)=10^{18}$.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В).

3. Определение ионов Fe^{2+} методом хроматометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 10 мл 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3
Вариант 41

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=3, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4+2H_2O/2H_2CO_3+2H^+) = 0,77$ В, $E^0(MnO_4^-+8H^+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1,51$ В).

3. Стандартизация раствора тиосульфата натрия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. При определение пероксида водорода перманганатометрическим способом используют его восстановительные свойства. Определите содержание пероксида водорода в растворе, если известно, что на титрование 10 мл раствора пероксида водорода израсходовалось 8,5 мл 0,05 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3
Вариант 42

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы Ag^+/Ag^0 в присутствии хлорида натрия, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(Ag^+/Ag^0) = 0,80$ В, $K_S(AgCl) = 1,78.10^{-10}$.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В).

3. Стандартизация раствора перманганата калия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,050 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа (II) израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $K_2Cr_2O_7$.

Контрольная работа № 3
Вариант 43

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $CH_3OH + MnO_4^- + 2H^+ \leftrightarrow H_2CO_3 + Mn^{2+} + 2H_2O$, если концентрации всех компонентов равны 1М, $E^0(MnO_4^- + 8H^+/Mn^{2+} + 4H_2O) = 1{,}51$ В, $E^0(H_2CO_3 + 6H^+/CH_3OH + 2H_2O) = 0{,}04$ В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 100%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4 + 2H_2O/2H_2CO_3 + 2H^+) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^- + 8H^+/Mn^{2+} + 4H_2O) = 1{,}51$ В).

3. Определение $K_2Cr_2O_7$ перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Рассчитайте молярную концентрацию соляной кислоты в растворе, если известно, что при обработке 15 мл раствора смесью KIO_3 и KI на титрование выделившегося йода израсходовалось 12 мл 0,025 н раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Контрольная работа № 3
Вариант 44

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $2I^- + MnO_4^- + 8H^+ \leftrightarrow I_2 + Mn^{2+} + 4H_2O$, если концентрации всех компонентовравны 1М, $E^0(MnO_4^- + 8H^+/Mn^{2+} + 4H_2O) = 1{,}51$ В, $E^0(I_2/2I^-) = 0{,}54$ В.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $KMnO_4$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^- + 8H^+/Mn^{2+} + 4H_2O) = 1{,}51$ В).

3. Определение сильных кислот методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем 0,02 н раствора $KMnO_4$ потребуется для титрования раствора железа (II) из образца сплава массой 0,5001 г, содержащего 7% железа?

Контрольная работа № 3
Вариант 45

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $H_2S + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow S+NO_2 + 2H_2O$, $E^0(S+2H^+/H_2S) = 0,17$ В, $E^0(NO_3^-+2H^+/NO_2+H_2O) = 0,77$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Оцените возможность использования индикатора дифениламина при титровании 5 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} + 7H_2O) =1,33$ В, $E^0(Ind_{ox}/Ind_{red}) = 0,76$ В).

3. Стандартизация раствора тиосульфата натрия (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 100 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 7,25 мл раствора 0,025 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

Контрольная работа № 3
Вариант 46

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=2, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1$М, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В.

2. Подберите индикатор для титрования 5 мл 0,015 н раствора $FeSO_4$ 0,015 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Ответ подтвердите расчетом. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Определите содержание железа в образце массой 0,030 г. Если после растворения навески и восстановления железа до Fe^{2+} , на титрование железа(II) израсходовалось 7,5 мл 0,025 н раствора $KMnO_4$.

Контрольная работа № 3

Вариант 47

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Cu + NO_3^- + 2H^+ \leftrightarrow Cu^{2+} + NO_2 + 2H_2O$, $E^0(Cu^{2+}/Cu) = 0,15$ В, $E^0(NO_3^-+2H^+/NO_2+H_2O) = 0,77$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точкеэквивалентности при титровании 5 мл 0,025 н раствора $FeSO_4$ 0,025 н раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии фосфорной кислоты. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1,33$ В).

3. Определение MnO_2 перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Какой объем раствора 0,01 н тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) потребуется для титрования I_2, выделившегося при обработке 15 мл 0,01 н раствора $K_2Cr_2O_7$ раствором KI.

Контрольная работа № 3

Вариант 48

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $Ti^{3+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H+ \leftrightarrow TiO^{2+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} + 7H_2O) = 1,33$ В, $E^0(Ti^{4+}/Ti^{3+}) = 0,09$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 10 мл 0,05 н раствора $FeSO_4$ 0,05 н раствором $Ce(SO_4)_2$, если известно, что определяемое вещество оттитровано на 20%. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1,44$ В).

3. Определение ионов свинца в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 200 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 8,55 мл раствора 0,025 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

Контрольная работа № 3
Вариант 49

1. Рассчитайте константу равновесия и оцените глубину протекания процесса для реакции: $HgS + NO_3^- + 4H^+ \leftrightarrow Hg^{2+} + S + NO + 2H_2O$, $E^0(Hg^{2+} + S/HgS) = 1{,}04$ В, $E^0(NO_3^-+4H^+/NO + 2H_2O) = 0{,}96$ В, концентрации всех компонентов равны 1М.

2. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала при титровании 5 мл 0,01 н раствора $H_2C_2O_4$ 0,01 н раствором $KMnO_4$ до точки эквивалентности. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(H_2C_2O_4+2H_2O/2H_2CO_3+2H^+) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^-+8H+/Mn^{2+} +4H_2O) = 1{,}51$ В).

3. Определение ионов Ba^{2+} в растворе перманганатометрическим способом (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Сколько г сульфата меди содержит раствор, если при определении меди к 20 мл раствора добавили избыток KI, на титрование выделившегося I_2 израсходовали 10,15 мл раствора $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, с концентрацией 0,025 н.

Контрольная работа № 3
Вариант 50

1. Рассчитайте значение реального потенциала для системы $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ при pH=4, если концентрации равновесных форм $[Cr_2O_7^{2-}]=[Cr^{3+}]=1M$, $E^0(Cr_2O_7^{2-}+ 14H^+/2Cr^{3+} +7H_2O) = 1{,}33$ В.

2. Рассчитайте значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 10 мл 0,01 н раствора H_2O_2 0,01 н раствором $Ce(SO_4)_2$ в кислой среде. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования. ($E^0(O_2+2H^+/H_2O_2) = 0{,}68$ В, $E^0(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1{,}44$ В).

3. Определение сульфидов в растворе методом йодометрии (уравнения реакций и полуреакций, расчет).

4. Из раствора хлорида кальция объемом 100 мл осадили кальций в виде оксалата. После отделения и промывки осадка, его растворили на фильтре разбавленной серной кислотой. На титрование полученной пробы израсходовано 7,25 мл раствора 0,015 н $KMnO_4$. Рассчитайте концентрацию ионов кальция в исходном растворе в моль/л.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Аналитическая химия» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является *зачет с оценкой.*

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *к, зачету с оценкой* по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на зачете с оценкой*

Оценка экзамена, зачета с оценкой	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, ….
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине, …
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой, …
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3 Вопросы зачету с оценкой

Вариант 1

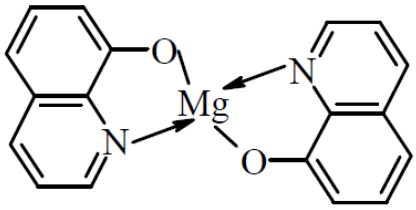
1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующихв растворе: NH_4^+ + Ca^{2+} + Zn^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. На титрование раствора K_2CO_3 + $KHCO_3$, содержащего эквимолярное количество этих компонентов в присутствии индикатора тимолфталеина (pT 10,0) израсходовано 10,00 мл стандартного раствора HCl. Какой объем должен быть израсходован на титрование такого же раствора в присутствии метилового оранжевого (pT = 4,0)? Ответ обоснуйте реакциями титрования и расчётом.

3. Какой из реагентов-осадителей будет наиболее полно осаждать Mg2+ из водных растворов:

MgNH4PO4,	MgCO3 ,	Mg(Ox)2, (Ox – 8-оксихинолин).

Ответ подтвердите расчетами. $K_S(MgNH_4PO_4)$= 2,5·10–13, $K_S(MgCO_3)$ = 2,1·10^{-5}, K_S $(Mg(Ox)_2)$ = 1·10^{-18}.



4. При йодометрическом определении аскорбиновой кислоты на титрование аликвотной части раствора 25 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 100 мл, израсходовано раствора йода с концентрацией 0,002875 М в присутствии индикатора крахмала. В серии полученных данных рассчитайте содержание аскорбиновой кислоты и доверительный интервал содержания аскорбиновой кислоты по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(C_6H_8O_6)$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э.}$ (I_2), мл	12,35	12,30	12,33	12,35	12,35

Если t (4;0,95) = 2,776.

5. Комплексонометрическое определение сульфат-ионов. Уравнения реакций, схема, расчёт.

6. Перечислите инструментальные методы, использующиеся для качественного анализа пробы.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 2

1. Отличите карбонат кальция от сульфата кальция в виде сухих солей, находящихся в смеси. Подтвердите наличие соответствующих катионов и анионов (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора в точке эквивалентности и выберите соответствующий индикатор при титровании раствора пропионовой кислоты раствором гидроксида натрия, если $c(1/1 CH_3CH_2COOH) = c(1/1\ NaOH) = 0{,}01$ моль-экв/л, а $K_\alpha = 1{,}3 \cdot 10^{-5}$.

Метиловый оранжевый pT = 4,0	Фенолфталеин pT = 9,0	Метиловый красный pT = 5,5

3. Факторы, влияющие на растворимость. Рассчитайте растворимость оксалата бария в воде, если $K_S = 1{,}1 \cdot 10^{-7}$.

4. В какой среде перманганат-ион является более сильным окислителем? а) pH ~ 2, б) pH ~ 7. Ответ подтвердите расчётом. $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В.

5. При комплексонометрическом определении ионов свинца (Pb^{2+}), на титрование аликвоты 5 мл из мерной колбы объёмом 50 мл расходовался раствор ЭДТА с титром 0,02816 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте содержание иона свинца в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Pb^{2+})$, мл	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
$V^{т.э.}$ (ЭДТА), мл	8,08	8,18	8,15	8,15	8,19	8,25

Q (0,95;6) = 0,56

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 3

1. Определите ионы Zn^{2+} в смеси, в которую входят Ni^{2+} и Pb^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Возможно ли раститровывание соляной и уксусной кислот раствором гидроксида натрия, если $pK_a(CH_3COOH) = 4,75$. Запишите необходимые уравнения реакции, схема, расчёт.

3. Какой осадитель необходимо выбрать для выделения железа (III) из смеси Fe^{3+} (0,01 М) и Cu^{2+} (0,01 М) в виде гидроксида: 0,1 М раствор гидроксида натрия или 0,1 М раствор моногидрата аммиака, если $K_S(Fe(OH)_3) = 6,3\cdot10^{-38}$, $K_S(Cu(OH)_2) = 2,2\cdot10^{-20}$, $\beta_1([Cu(NH_3)]) = 10^{3,99}$, $\beta_2([Cu(NH_3)_2]) = 10^{7,33}$, $\beta_3([Cu(NH_3)_3]) = 10^{10,06}$, $\beta_4([Cu(NH_3)_4]) = 10^{12,03}$. Ответ подтвердите расчётом.

4. В одной системе координат изобразите кривые комплексонометрического титрования ионов магния (Mg^{2+}), кадмия (Cd^{2+}) и железа (Fe^{3+}) при прочих равных условиях, если $\lg\beta^T(MgY^{2-}) = 8,7$, $\lg\beta^T(CdY^{2-}) = 16,5$, $\lg\beta^T(FeY^{-}) = 25,1$. Объясните полученный результат.

5. Образец нитрита калия массой 0,1015 г растворили в 25 мл мерной колбе. На титрование всей пробы нитрит-ионов расходовалось 12,14 мл раствор перманганата калия в кислой среде с $T(KMnO_4/NO_2^-) = 0,003524$ г/мл. В серии полученных данных рассчитайте процентное содержание нитрит-ионов в образце, его молярную концентрацию эквивалента и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска KNO_2, g(мг)				
1 студент	79,09	79,26	79,09	79,09	79,09
2 студент	79,05	79,33	79,33	79,33	79,16

Если t (4;0,95) = 2,776.
6. Кондуктометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 4

1. При помощи каких реакций можно доказать присутствие ионов SO_4^{2-} в смеси: Cl^- + PO_4^{3-} + SO_4^{2-}? (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение 0,1 н. раствора хлорида аммония формальдегидным способом. (Укажите схему, уравнения реакций, формулу для расчёта). Выберите индикатор для титрования, ответ подтвердите расчётом. K_b ($(CH_2)_6N_4$) = $1 \cdot 10^{-8,87}$.

1) фенолфталеин pT = 9,0 3) лакмус pT = 7,0
2) метилоранж pT = 4,0 4) метиловый красный pT = 5,5

3. Рассчитайте растворимость карбоната кальция в 0,01 М растворе уксусной кислоты, если $K_S = 4,8 \cdot 10^{-9}$, а K_α (CH_3COOH) = $1,75 \cdot 10^{-5}$.

4. При определении йодидов и бромидов раствором перманганата калия в кислой среде, какой из ионов будет окисляться первым? Ответ подтвердите расчётом. $E^0(2Br^-/Br_2)$ = 1,06 В, $E^0(2I^-/I_2)$ = 0,54 В, $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+})$ = 1,51 В.

5. Для определения раствора соли меди (II) были проведены 2 серии анализа: методами комплексонометрии и фотометрического анализа (реагент аммиак). В результате получены следующие значения для содержания иона меди:

	Содержание ионов меди (Cu^{2+}), мг				
Комплексонометрическое титрование	0,75	0,72	0,73	0,74	0,72
Фотометрический анализ	0,74	0,76	0,75	0,73	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите все необходимые уравнения химических реакций и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Фотометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций можно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 5

1. Предложите схему анализа смеси катионов: Cu^{2+} + Fe^{3+} + Mn^{2+}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора, полученного при взаимодействии 25 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты и 15 мл 0,045 М раствора КОН. Как изменится pH раствора при приливании к конечному раствору ещё 1,67 мл того же раствора щёлочи?

3. Рассчитайте потери массы (в %) при промывании 1,103 г CaC_2O_4 100 мл 0,025 М раствора оксалата натрия, если $K_S(CaC_2O_4) = 2{,}57 \cdot 10^{-9}$.

4. В какой из этих систем $K_2Cr_2O_7$ является более сильным окислителем? (ответ подтвердите расчетами)? $E^0(Cr_2O_7^- + 14H^+/Cr^{3+}) = 1{,}36$ В.

1) $[Cr_2O_7^-] = 0{,}01$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}001$ моль/л, $[H^+] = 0{,}01$ моль/л;
2) $[Cr_2O_{7-}] = 1$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}0001$ моль/л, $[H^+] = 0{,}1$ моль/л.

5. При комплексонометрическом определении общей жёсткости воды на титрование пробы в 20 мл при pH 10 затрачен раствор ЭДТА с титром 0,0003519 г/мл в присутствии индикатора эриохромового чёрного Т. В серии полученных данных рассчитайте жёсткость воды и доверительный интервал общего содержания ионов по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
V(воды), мл	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$V^{т.э.}$ (ЭДТА), мл	10,55	10,50	10,53	10,50	10,52	10,55

Если t (5;0,95) = 2,57.

6. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии. Приведите примеры.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 6

1. Чем объясняется бо'льшая селективность органических аналитических реагентов (ОАР) по сравнению с неорганическими реагентами? В чем суть "гипотезы аналогий"? Рассуждения подтвердите примерами использования ОАР для целей качественного и количественного анализов, запишите уравнения соответствующих химических реакций.

2. Какие из перечисленных реагентов следует использовать для приготовления буферных растворов?

KCl,	HCOOK,	K_3PO_4,	KH_2PO_4,	
K_2HPO_4,	H_3PO_4,	HCl,	HNO_3,	HCOOH.

Рассчитайте pH этих буферных растворов, для приготовления которых компоненты взяты в равных молярных концентрациях. $K_а$(HCOOH) = $1{,}8\cdot10^{-4}$, $K_{а1}(H_3PO_4) = 7{,}1\cdot10^{-3}$, $K_{а2}(H_3PO_4) = 6{,}2\cdot10^{-8}$, $K_{а3}(H_3PO_4) = 5{,}0\cdot10^{-13}$.

3. Рассчитайте растворимость $MgNH_4PO_4$ в 0,01 М растворе уксусной кислоты, если $K_S(MgNH_4PO_4) = 2{,}5\cdot10^{-13}$.

4. Рассчитайте константу равновесия окислительно-восстановительной реакции между гексацианоферратом железа (II) и перманганатом калия в сернокислой среде, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В, $\beta_6(K_4[Fe(CN)_6]) = 7{,}9\cdot10^{36}$, $\beta_6(K_3[Fe(CN)_6]) = 7{,}9\cdot10^{43}$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, проанализируйте полученный результат.

5. При определении сульфатов методом комплексонометрического титрования, к 25 мл раствора, содержащего сульфат добавили 10 мл 0,05425 М раствора нитрата свинца. Полученный осадок отфильтровали, растворили в растворе уксусной кислоты, добавили небольшое количество гидроксида натрия до pH 4 и оттитровали полученный раствор 0,03545 М раствором ЭДТА в присутствии индикатора ксиленолового оранжевого. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте нормальную концентрацию сульфат-ионов в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(SO_4^{2-})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V(Pb^{2+})$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V_{т.э.}$ (ЭДТА), мл	10,18	10,18	10,15	10,15	10,25

Q (0,95;5) = 0,64

6. Применение метода .ионообменной хроматографии для количественном химическом анализе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 7

1. Разделите с помощью общих реагентов смесь катионов: Al3+ + Cr3+ + Zn^{2+}, используя свойство амфотерности катионов. Запишите уравнения химических реакций, укажите условиях их проведения, укажите аналитические признаки продуктов реакций.

2. На титрование раствора K_2CO_3 + KOH, содержащего эквимолярное количество этих компонентов израсходовано 30 мл стандартного раствора HCl в присутствии индикатора фенолфталеина (pT=9,0). Какой объем HCl необходим для дотитровывания полученного раствора после добавления к нему индикатора метилового оранжевого (pT=4,0)? Ответ обоснуйте реакциями титрования.

3. Рассчитайте минимальные pH, при которых возможно комплексонометрическое титрование ионов Zn^{2+} и Fe^{3+}. Объясните различие полученных величин.

4. Рассчитайте величину скачка в точке эквивалентности, а также протяжённость скачка в вольтах, при титровании 0,05 М раствора, содержащего ионы железа (II) 0,05 М раствором, содержащим Ce(IV) в присутствии 1М раствора серной кислоты, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,68 В, $E^0(Ce^{IV}/Ce^{3+})$ = 1,44 В. Возможно ли в данном случае использовать индикатор ферроин, если $E^0(HInd_{ox}/HInd_{red})$ = 1,06 В? Ответ подтвердите расчётом.

5. Для определения в растворе хлорид-ионов были проведены 2 серии анализа: методами осадительного титрования раствором нитрата серебра и потенциометрического анализа (также по реакции осаждения). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Содержание ионов, г				
Осадительное тирование	0,2475	0,2472	0,2473	0,2474	0,2472
Потенциометрический Анализ	0,2474	0,2476	0,2475	0,2473	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 8

1. Какой аналитической реакцией и при каких условиях можно обнаружить ионы Co^{2+} в присутствии ионов Fe^{3+}? Как увеличить чувствительность данной реакции?

2. Определение карбонатов и оксидов щелочноземельных металлов способом кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему определения, формулы для расчёта содержания данных соединений.

3. Рассчитайте растворимость AgBr в 0,15 М растворе $NH_3 \cdot H_2O$, если $K_S(AgBr) = 5{,}3 \cdot 10^{-13}$, $\beta_1[Ag(NH_3)] = 2{,}09 \cdot 10^3$, $\beta_2[Ag(NH_3)_2] = 1{,}62 \cdot 10^7$.

4. Рассчитайте, как изменится потенциал системы Pb^{2+}/Pb^0 в присутствии 1,5 М раствора K_2SO_4, если $E^0(Pb^{2+}/Pb^0) = 0{,}13$ В, $K_S(PbSO_4) = 2{,}3 \cdot 10^{-8}$.

5. При комплексонометрическом определении $Fe_2(SO_4)_3$ на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 9,18 мл раствора ЭДТА с концентрацией 0,02367 М в присутствии индикатора салициловой кислоты при pH 1. В серии полученных данных рассчитайте содержание ионов железа в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	60,84	68,87	68,70	68,70	68,47
2 студент	68,89	69,02	68,89	68,89	69,02

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Ионообменная хроматография. Ионообменный коэффициент селективности.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 9

1. Отличите хлорид серебра от хлорида свинца в виде сухих солей, находящихся в смеси. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Способ определения $CuSO_4$ с помощью кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Возможно ли титрование раствора Fe^{3+} раствором Sn^{2+} окислительно-восстановительным методом в кислой среде, если в данных условиях $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ =0,70 В, $E^0(Sn^{IV}/Sn^{2+})$ = 0,15 В.

4. Рассчитайте растворимость PbI_2 в воде, если $K_S(PbI_2) = 8 \cdot 10^{-9}$.

5. При определении сульфата никеля (II) был затрачен раствор ЭДТА с титром 0,004679 г/мл в присутствии индикатора мурексида. В серии полученных данных рассчитайте содержание $NiSO_4$ и доверительный интервал содержания NiSO4 по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(NiSO_4)$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V_{т.э.}$ (ЭДТА), мл	16,39	16,34	12,36	12,35	12,35

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Ионообменная хроматография. Изотермы ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 10

1. Предложите способ разделения и определения следующих сухих солей $MnSO_4$ и $Fe(NO_3)_3$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. На титрование раствора, содержащего эквимолярную смесь HCl и CH_3COOH (по 0,1 М), затрачен V_1 раствора NaOH в присутствии индикатора метилоранжа (pT=4) и фенолфталеина (pT=9) при последовательном титровании. Сравните данный объём затраченной щёлочи (V_1) с объёмом (V_2) такого же раствора щёлочи для такой же смеси, если фенолфталеин при последовательном титровании заменят на тимолфталеин (pT=10)? Ответ подтвердите расчётом. $K_a(CH_3COOH) = 1{,}75\cdot10^{-5}$.

3. Содержание какого аниона (Cl^-, CN^-, Br^-, SCN^-, I^-) в растворе будет наибольшим при прочих равных условиях? $K_S(AgCl) = 1{,}78\cdot10^{-10}$, K_S (AgCN) = $1{,}4\cdot10^{-16}$, K_S (AgBr) = $5{,}3\cdot10^{-13}$, $K_S(AgSCN) = 1{,}1\cdot10^{-12}$, $K_S(AgI) = 8{,}3\cdot10^{-17}$. Ответ объясните.

4. Выберите первичный стандарт для окислительно-восстановительного титрования способом перманганатометрии. $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В:
1) $FeSO_4\cdot7H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; 2) $H_2C_2O_4\cdot H_2O$, $E^0(2CO_2, 2H^+/ H_2C_2O_4) = -0{,}49$ В; 3) $Fe_2(SO_4)_3\cdot9H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; 4) H_2O_2, $E^0(O_2, 2H^+/H_2O_2) = 0{,}682$ В.

5. При определении ионов меди (II) комплексонометрическим титрованием на 25 мл, отобранных из мерной колбы объёмом 200 мл был израсходован раствор ЭДТА с титром 0,003217 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие грубых выбросов и рассчитайте содержание иона меди (II) в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Cu^{2+})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э.}$ (ЭДТА), мл	15,05	15,12	15,15	15,15	15,19	15,20

Q (0,95;6) = 0,56

6. Ионообменная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 11

1. Запишите выражения для констант равновесия для следующих химических процессов:

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO4\downarrow$ $I_2 + 2e = 2I^-$

$HCN = H^+ + CN^-$ $Cu^{2+} + 4NH_3 \cdot H_2O = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4\ H_2O$

$Fe^{3+} + HY^{3-} = [FeY]^- + H^+$ $H_2PO_4^- = H^+ + HPO_4^{2-}$

Какие факторы влияют на эти величины? Что они характеризуют?

2. Выберите первичный стандарт для определения характеристик 0,05 М раствора NaOH: 1) H_3PO_4 ($K_{\alpha1} = 7{,}1 \cdot 10^{-3}$, $K_{\alpha2} = 6{,}2 \cdot 10^{-8}$, $K_{\alpha3} = 5{,}1 \cdot 10^{-13}$), 2) HCl, 3) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 4) NaOH, 5) $H_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ($K_{\alpha1} = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$, $K_{\alpha2} = 5{,}4 \cdot 10^{-5}$). Дайте подробное объяснение.

3. Предложите способ комплексонометрического определения хлорида хрома (III), $CrCl_3$. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли. Объясните изменение окраски индикатора в точке эквивалентности.

4. Содержание какого аниона (Cl^-, CN^-, Br^-, SCN^-, I^-) в растворе будет наименьшим при прочих равных условиях? $K_S(AgCl) = 1{,}78 \cdot 10^{-10}$, $K_S(AgCN) = 1{,}4 \cdot 10^{-16}$, $K_S(AgBr) = 5{,}3 \cdot 10^{-13}$, $K_S(AgSCN) = 1{,}1 \cdot 10^{-12}$, $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$. Ответ объясните.

5. При определении сульфата железа (II) в сернокислой среде были проведены 2 серии анализа: методами хроматометрического титрования и потенциометрического анализа (также по реакции окисления-восстановления). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Концентрация ионов, М				
Хроматометрическое тирование	0,02445	0,02442	0,02443	0,02444	0,02442
Потенциометрический Анализ	0,02444	0,02446	0,02445	0,02443	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.

Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 12

1. Предложите способ разделения и обнаружения следующих анионов в смеси: Cl^- + SO_4^{2-} + NO_3^-. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Выбирите первичный стандарт для определения характеристик 0,05 М раствора HCl:
1) $CH_3NH_2 \cdot H_2O$ ($K_b = 4{,}6 \cdot 10^{-3}$), 2) H_3BO_3 ($K_{a1} = 5{,}8 \cdot 10^{-10}$), 3) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 4) NaOH, 5) $NH_3 \cdot H_2O$ ($K_b = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$). Дайте подробное объяснение.

3. Рассчитайте потери массы (в %) при промывании 1,087 г $Fe(OH)_3$ 100 мл воды, если $K_S(Fe(OH)_3) = 6{,}3 \cdot 10^{-38}$.

4. Определение фосфат-ионов способом комплексонометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания фосфат-иона.

5. При перманганатометрическом определении $FeSO_4$ в сернокислой среде на титрование аликвотной части раствора 5 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 10,28 мл раствора $KMnO_4$ с концентрацией 0,002367 М. В серии полученных данных рассчитайте содержание ионов железа в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	36,99	36,86	37,09	37,09	37,01
2 студент	36,99	37,03	37,00	37,98	37,03

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 13

1. Каким требованиям должна отвечать аналитическая химическая реакция, используемая в качественном анализе. Ответ подтвердите примерами.

2. Способ отгонки при определении солей аммония кислотно-основным титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Zn^{2+} в присутствии ионов Cu^{2+}. lgβ ([ZnY^{2-}]) = 16,5, lgβ ([CuY^{2-}]) = 18,8.

4. Рассчитайте потенциал системы Fe3+/Fe2+ в присутствии 0,1 М раствора ЭДТА, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$= 0,77 В, lgβ ([FeY^{2-}]) = 14,33, lgβ ([FeY^{-}]) = 25,1 и сделать выводы о восстановительной способности системы.

5. Для определения в растворе сульфат-ионов были проведены 2 серии анализа:
методами осадительного титрования раствором ацетата бария и потенциометрического анализа (также по реакции осаждения). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Содержание ионов, М				
Осадительное титрование	0,002455	0,002452	0,002453	0,002454 м	0,002452
Кондуктометрический анализ	0,002454	0,002456	0,002455	0,002453	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Кондуктометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 14

1. На примере реакции Ni^{2+} с диметилглиоксимом покажите достоинство данного органического реагента при его использовании в качественном химическом анализе. Объясните, почему диметилглиоксимат никеля нерастворим в воде, а аммиакат никеля растворим. Условия проведения данной реакции, мешающие ионы.

2. Способ обратного титрования при определении солей аммония. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Ca^{2+} в присутствии ионов Mg^{2+}. lgβ ([CaY^{2-}]) = 10,7, lgβ ([MgY^{2-}]) = 8,7.

4. В каком порядке будут осаждаться анионы (Cl^-, Br^-, I^-) при их совместном присутствии, если титровать данную смесь 0,0025 М раствором нитрата серебра, если $K_S(AgCl) = 1{,}78 \cdot 10^{-10}$, $K_S(AgBr) = 5{,}3 \cdot 10^{-13}$, $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$.

5. Для определения оксалата аммония на титрование пробы в 10 мл в сернокислой среде затрачен раствор перманганата калия с титром 0,004515 г/мл. В серии полученных данных рассчитайте молярную концентрацию раствора оксалата и доверительный интервал общего содержания по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V((NH_4)_2C_2O_4)$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V^{т.э.}$ ($KMnO_4$), мл	7,55	7,50	7,53	7,50	7,52	7,55

Если t (5;0,95) = 2,57.

6. Приемы количественных измерений в ФХМА (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок), их характеристика и условия применения.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 15

1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующих в растворе: Al^{3+} + Cu^{2+} + Zn^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Способ определения KCl с помощью кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Zn^{2+} в присутствии ионов Mg^{2+}. lgβ ($[ZnY]^{2-}$) = 16,5, lgβ ($[MgY]^{2-}$) = 8,7.

4. Предложите осадитель для количественного определения Cl^--ионов: 1) $AgNO_3$ ($K_S(AgCl) = 1{,}78\cdot10^{-10}$), 2) $MgSO_4$, 3) $Pb(NO_3)_2$ ($K_S(PbCl_2) = 1{,}6\cdot10^{-5}$), 4) $[Cu(NH_3)_2]Cl$ ($K_S(CuCl) = 1{,}2\cdot10^{-6}$). Ответ подтвердите расчётом.

5. При определении ионов меди (II) йодометрическим титрованием на 25 мл, отобранных из мерной колбы объёмом 100 мл был израсходован раствор тиосульфата натрия в сернокислой среде с титром 0,001217 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие грубых выбросов и рассчитайте содержание иона меди (II) в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Cu^{2+})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э.}$ ($Na_2S_2O_3$), мл	10,05	10,12	10,12	10,15	10,13	10,15

Q (0,95;6) = 0,56

6. Общая характеристика спектральных методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 16

1. На примере качественного определения иона K^+ с гексанитрокобальтатом натрия обоснуйте условия проведения аналитических химических реакций.

2. Чем различаются кривые титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 и 0,1 М раствора CH_3COOH. Изобразите их графически. Какие индикаторы можно использовать при титровании этих веществ. Напишите уравнения реакций титрования. H_3PO_4 ($K_{\alpha 1}$ =7,1·10^{-3}, $K_{\alpha 2}$ = 6,2·10^{-8}, $K_{\alpha 3}$ = 5,1·10^{-13}), CH_3COOH (K_{α} = 1,75·10^{-5}).

3. Определение сильных кислот йодометрическим методом. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания кислоты.

4. Рассчитайте оптиимальный интервал pH, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Ni^{2+}. lgβ ($[NiY]^{2-}$) = 18,6.

5. При определении SO_4^{2-} на титрование аликвотной части раствора 5 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 11,32 мл раствора $BaCl_2$ с концентрацией 0,02359 М. В серии полученных данных рассчитайте содержание сульфат-ионов в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(г)				
1 студент	0,2562	0,2564	0,2568	0,2567	0,2564
2 студент	0,2564	0,2565	0,2563	0,2573	0,2573

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Общая характеристика электрохимических методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 17

1. Предложите способ разделения и определения следующих ионов, находящихся в смеси: SO_4^{2-} + Cl^- + PO_4^{3-}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора в точке эквивалентности и выберите соответствующий индикатор при титровании раствора диметиламина раствором хлороводородной кислоты, если $c(1/1(CH_3)_2NH \cdot H_2O) = c(1/1\ HCl) =$ 0,1 моль-экв/л, а $K_b = 5{,}4 \cdot 10^{-4}$.

Метиловый оранжевый pT = 4,0	Фенолфталеин pT = 9,0	Куркумин pT = 7,8

3. Определение веществ, необладающих окислительно-восстановительными свойствами, перманганатометрическим методом (на примере Ca^{2+}). Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

4. Выберете реагент, который подходит для количественного анализа ионов железа (III) с применением реакции комплексообразования:
1) NH_4SCN ($\lg\beta[Fe(SCN)_6]^{3-}$ = 3,23), 2)Na_2H_2Y ($\lg\beta[FeY^-]$ = 25,1), 3) KCN ($\lg\beta[Fe(CN)_6]^{3-}$ = 43,9).

5. При определении бромид-ионов на титрование аликвотной части раствора 5 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 100 мл, израсходовано раствора $AgNO_3$ с титром 0,002875 г/мл в присутствии хромата калия. В серии полученных данных рассчитайте содержание бромид-ионов и доверительный интервал содержания бромид-ионов по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(Br^-)$, мл	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
$V^{т.э.}$ ($AgNO_3$), мл	11,45	11,40	11,43	11,45	11,43

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Классификация электрохимических методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 18

1. Предложите схему анализа смеси катионов: Ni^{2+} + Fe^{2+} + K^{+}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Возможно ли прямое определение следующих кислот: 1) HCOOH (K_{α} = $1{,}8\cdot10^{-4}$), 2) HCl, 3) NH_2CH_2COOH (K_{α} = $1{,}7\cdot10^{-10}$), 4) H_3BO_3 ($K_{\alpha3}$ = $5{,}8\cdot10^{-10}$). Дайте подробные объяснения.

3. Концентрация какого из катионов металлов (Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}) будет наибольшей в растворе при прочих равных условиях?
$\lg\beta_4([Cu(SCN)_4]^{2-})$ = 6,52, $\lg\beta_4([Zn(SCN)_4]^{2-})$ = 3,02, $\lg\beta_4([Fe(SCN)_4]^{-})$ = 4,53. Ответ подтвердите расчётом.

4. Определение содержания пиролюзита (MnO_2) перманганатометрическим титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

5. SCN^{-}-ионы определяли способом осаждения с нитратом серебра (I). 25 мл раствора, содержащего тиоцианат оттитровали 0,03218 М раствором нитрата серебра В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте нормальную концентрацию тиоцианат-ионов в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(SCN^{-})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э.}$ ($AgNO_3$), мл	12,18	12,15	12,18	12,17	12,25

Q (0,95;5) = 0,64

6. Общая характеристика хроматографических методов.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 19

1. Предложите способ разделения и определения следующих сухих солей $ZnSO_4$ и NH_4Cl. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Концентрация какого из катионов металлов (Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}) будет наименьшей в растворе при прочих равных условиях? $\lg\beta_4([Cu(SCN)_4]^{2-}) = 6{,}52$, $\lg\beta_4([Zn(SCN)_4]^{2-}) = 3{,}02$, $\lg\beta_4([Fe(SCN)_4]^{-}) = 4{,}53$. Ответ подтвердите расчётом.

3. Рассчитайте pH при котором выпадает осадок $Cr(OH)_3$, $K_S(Cr(OH)_3) = 6{,}3\cdot10^{-21}$.

4. Определение содержания меди иодометрическим титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

5. При определении хлорида калия косвенным кислотно-основным способом с применением ионообменной колонки (ROH) 50 мл раствора пропустили через колонку, полученный при прохождении через колонку раствор собрали и оттитровали 0,001876 г/мл раствором хлороводородной кислоты. Для поставленной задачи применили 1) титрование в присутствии метилоранжа (pT=4), 2) потенциометрическое титрование. В результате получены следующие значения:

	Объём затраченного HCl, мл				
Кислотно-основное титрование	12,13	12,15	12,14	12,15	12,15
Потенциометрическое титрование	12,14	12,15	12,15	12,13	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования, и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа АС. Реакции, использующиеся для потенциометрического титрования.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 20

1. Предложите схему анализа смеси анионов: $CO_3^{2-} + SO_4^{2-} + PO_4^{3-}$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение содержания ионов свинца методом йодометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

3. Рассчитайте pFe^{3+} при проведении комплексонометрического определения в точке эквивалентности, если известно, что использовали 20 мл 0,0025 М раствора соли железа (III) и 0,0025 М раствор ЭДТА, $\lg\beta([FeY]^-) = 25,1$.

4. Возможно ли прямое определение следующих оснований: 1) $(C_2H_5)_2NH \cdot H_2O$ (K_b =1,2·10^{-3}), 2) KOH, 3) $C_6H_5NH_2 \cdot H_2O$ (K_b = 4,3·10^{-10}), 4) $N_2H_4 \cdot H_2O$ (K_{a1} = 9,3·10^{-7}). Дайте подробные объяснения.

5. При определении KCl на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 13,42 мл раствора CH_3COOAg с титром 0,002594 г/мл. В серии полученных данных рассчитайте содержание сульфат-ионов в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	77,64	77,65	77,75	77,66	77,65
2 студент	77,78	77,76	77,64	77,65	77,65

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Классификация электродов в потенциометрии.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 21

1. Использование свойства амфотерности ионов для качественного анализа на примере смеси катионов Pb^{2+} + Zn^{2+} + Mn^{2+}. Докажите присутствие каждого иона. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение содержания ионов бария методом йодометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

3. Рассчитайте pCa^{2+} при проведении комплексонометрического определения в точке эквивалентности, если известно, что использовали 20 мл 0,0025 М раствора соли кальция и 0,0025 М раствор ЭДТА, $\lg\beta([CaY]^{2-}) = 10,7$.

4. Выберите осадитель для наиболее полного осаждения ионов Ca^{2+} из раствора: 1) NaF (K_S (CaF_2) = $4,0\cdot10^{-11}$), 2) K_2SO^4 (K_S ($CaSO_4$) = $2,5\cdot10^{-5}$), 3) $K_2C_2O_4$ (K_S (CaC_2O_4) = $2,3\cdot10^{-9}$). Ответ подтвердите расчётом.

5. При определении хлорида калия косвенным кислотно-основным способом с применением ионообменной колонки (RH) 50 мл раствора пропустили через колонку, полученный при прохождении через колонку раствор собрали и оттитровали 0,001876 г/мл раствором гидроксида натрия. Для поставленной задачи применили 1) титрование в присутствии фенолфталеинаа (pT=9), 2) кондуктометрическое титрование. В результате получены следующие значения:

	Объём затраченного NaOH, мл				
Кислотно-основное титрование	12,13	12,15	12,14	12,15	12,15
Потенциометрическое титрование	12,14	12,15	12,15	12,13	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования, и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Кондуктометрический метод анализа АС. Реакции, использующиеся для кондуктометрического титрования.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 22

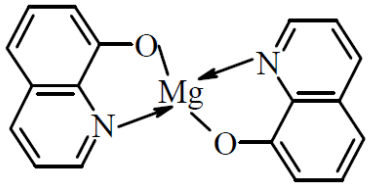
1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующих в растворе: $K^+ + Ba^{2+} + Zn^{2+}$ (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. На титрование раствора K_2CO_3 + $KHCO_3$, содержащего эквимолярное количество этих компонентов в присутствии индикатора тимолфталеина (pT 10,0) израсходовано 30,00 мл стандартного раствора HCl. Какой объем должен быть израсходован на титрование такого же раствора в присутствии метилового оранжевого (pT 4,0)? Ответ обоснуйте реакциями титрования и расчётом.

3. Какой из реагентов-осадителей будет наиболее полно осаждать Mg2+ из водных растворов:

$MgNH_4PO_4$,	$MgCO_3$,	(Ox – 8-оксихинолин).

Ответ подтвердите расчетами. $K_S(MgNH_4PO_4)= 2{,}5\cdot10^{-13}$, $K_S(MgCO_3) = 2{,}1\cdot10^{-5}$, $K_S(Mg(Ox)_2) = 1\cdot10^{-18}$.



4. При йодометрическом определении аскорбиновой кислоты на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 100 мл, израсходовано раствора йода с концентрацией 0,004675 М в присутствии индикатора крахмала. В серии полученных данных рассчитайте содержание аскорбиновой кислоты и доверительный интервал содержания аскорбиновой кислоты по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(C_6H_8O_6)$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э.}(I_2)$, мл	12,35	12,30	12,33	12,35	12,35

Если t (4;0,95) = 2,776.

5. Комплексонометрическое определение сульфат-ионов. Уравнения реакций, схема, расчёт.

6. Перечислите инструментальные методы, использующиеся для качественного анализа пробы.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 23

1. Отличите карбонат бария от карбоната цинка в виде сухих солей, находящихся в смеси. Подтвердите наличие соответствующих катионов и анионов (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора в точке эквивалентности и выберите соответствующий индикатор при титровании раствора муравьиной кислоты раствором гидроксида натрия, если c(1/1HCOOH) = c(1/1 NaOH) = 0,01 моль-экв/л, а $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$.

Метиловый оранжевый pT = 4,0	Тимоловый синий pT = 8,8	Метиловый красный pT = 5,5

3. Факторы, влияющие на растворимость. Рассчитайте растворимость оксалата бария в воде, если $K_s = 1{,}1 \cdot 10^{-7}$.

4. В какой среде перманганат-ион является более сильным окислителем? а) pH ~ 1, б) pH ~ 5. Ответ подтвердите расчётом.

5. При комплексонометрическом определении ионов меди (Cu^{2+}), на титрование аликвоты 5 мл из мерной колбы объёмом 50 мл расходовался раствор ЭДТА с титром 0,03416 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте содержание иона меди в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Cu^{2+})$,, мл	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
$V^{т.э.}$ (ЭДТА), мл	8,08	8,18	8,15	8,15	8,19	8,25

Q (0,95;6) = 0,56.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 24

1. Определите ионы Zn^{2+} в смеси, в которую входят Cu^{2+} и Al^{3+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Возможно ли раститровывание соляной и муравьиной кислот раствором гидроксида натрия, если $pK_a(HCOOH) = 3,74$. Запишите необходимые уравнения реакций, схема, расчёт.

3. Какой осадитель необходимо выбрать для выделения железа из смеси Fe^{3+} (0,1 М) и Ni^{2+} (0,1 М) в виде гидроксида: 0,1 М раствор гидроксида натрия или 0,1 М раствор моногидрата аммиака, если $K_S(Fe(OH)_3) = 6,3\cdot10^{-38}$, $K_S(Cu(OH)_2) = 2,2\cdot10^{-20}$, $\beta_1([Ni(NH_3)]) = 10^{2,67}$, $\beta_2([Ni(NH_3)_2]) = 10^{4,79}$, $\beta_3([Ni(NH_3)_3]) = 10^{6,4}$, $\beta_4([Ni(NH_3)_4]) = 10^{7,47}$. Ответ подтвердите расчётом.

4. В одной системе координат изобразите кривые комплексонометрического титрования ионов кальция (Ca^{2+}), свинца (Pb^{2+}) и железа (Fe^{3+}) при прочих равных условиях, если $\lg\beta^T(CaY^{2-}) = 10,7$, $\lg\beta^T(PbY^{2-}) = 18,04$, $\lg\beta^T(FeY^{-}) = 25,1$. Объясните полученный результат.

5. Образец нитрита калия массой 0,2015 г растворили в 25 мл мерной колбе. На титрование всей пробы нитрит-ионов расходовалось 12,14 мл раствор перманганата калия в кислой среде с $T(KMnO_4/NO_2^-) = 0,003524$ г/мл. В серии полученных данных рассчитайте процентное содержание нитрит-ионов в образце, его молярную концентрацию эквивалента и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	79,09	79,26	79,09	79,09	79,09
2 студент	79,05	79,33	79,33	79,33	79,16

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Кондуктометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 25

1. При помощи каких реакций можно доказать присутствие ионов SO_4^{2-} в смеси: NO_3^- + PO_4^{3-} + SO_4^{2-}? (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение 0,1 н. раствора хлорида аммония способом отгонки. (Укажите схему, уравнения реакций, формулу для расчёта). Выберите индикатор для титрования, ответ подтвердите расчётом. $K_b(NH_3 \cdot H_2O) = 1 \cdot 10^{-5}$.

1) фенолфталеин pT = 9,0;
2) метилоранж pT = 4,0
3) лакмус pT = 7,0
4) метиловый красный pT = 5,5

3. Рассчитайте растворимость карбоната бария в 0,01 М растворе уксусной кислоты, если $K_S = 4{,}0 \cdot 10^{-10}$, а $K_a(CH_3COOH) = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$.

4. При определении йодидов и хлоридов раствором пермангоната калия в кислой среде, какой из ионов будет окисляться первым? Ответ подтвердите расчётом. $E^0(2Cl^-/Cl_2)$ =1,36 В, $E^0(2I^-/I_2)$ = 0,54 В, $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+})$ = 1,51 В.

5. Для определения раствора соли никеля (II) были проведены 2 серии анализа: методами комплексонометрии и фотометрического анализа (реагент аммиак). В результате получены следующие значения для содержания иона никеля:

	Содержание ионов меди (Cu^{2+}), мг				
Комплексонометрическое титрование	0,75	0,72	0,73	0,74	0,72
Фотометрический анализ	0,74	0,76	0,75	0,73	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите все необходимые уравнения химических реакций и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Фотометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций можно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 26

1. Предложите схему анализа смеси катионов: $Cu^{2+} + Al^{3+} + Mn^{2+}$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора, полученного при взаимодействии 15 мл 0,3 М раствора муравьиной кислоты и 10 мл 0,45 М раствора NaOH. Как изменится pH раствора при приливании к конечному раствору ещё 10 мл того же раствора кислоты?

3. Рассчитайте потери массы (в %) при промывании 1,130 г CaC_2O_4 100 мл 0,015 М раствора оксалата натрия, если $K_S(CaC_2O_4) = 2{,}57 \cdot 10^{-9}$.

4. В какой из этих систем $K_2Cr_2O_7$ является более сильным окислителем? (ответ подтвердите расчетами)? $E^0(Cr_2O_7^- + 14H^+/Cr^{3+}) = 1{,}36$ В.

1) $[Cr_2O_7^-] = 0{,}1$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}001$ моль/л, $[H^+] = 0{,}1$ моль/л;
2) $[Cr_2O_7^-] = 0{,}001$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}01$ моль/л, $[H^+] = 0{,}01$ моль/л.

5. При комплексонометрическом определении общей жёсткости воды на титрование пробы в 20 мл при pH 10 затрачен раствор ЭДТА с титром 0,0003519 г/мл в присутствии индикатора эриохромового чёрного Т. В серии полученных данных рассчитайте жёсткость воды и доверительный интервал общего содержания ионов по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
V(воды), мл	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$V^{т.э.}$ (ЭДТА), мл	10,55	10,50	10,53	10,50	10,52	10,55

Если t (5;0,95) = 2,57.

6. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии. Приведите примеры.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 27

1. Чем объясняется большая селективность органических аналитических реагентов (ОАР) по сравнению с неорганическими реагентами? В чем суть "гипотезы аналогий"? Рассуждения подтвердите примерами использования ОАР для целей качественного и количественного анализов, запишите уравнения соответствующих химических реакций.

2. Какие из перечисленных реагентов следует использовать для приготовления буферных растворов?

KCl,	HCOOK,	K_3PO_4,	KH_2PO_4,	
K_2HPO_4,	H_3PO_4,	HCl,	HNO_3,	HCOOH.

Рассчитайте *pH* этих буферных растворов, для приготовления которых компоненты взяты в равных молярных концентрациях. $K_а$(HCOOH) = $1{,}8\cdot10^{-4}$, $K_{а1}(H_3PO_4) = 7{,}1\cdot10^{-3}$, $K_{а2}(H_3PO_4) = 6{,}2\cdot10^{-8}$, $K_{а3}(H_3PO_4) = 5{,}0\cdot10^{-13}$.

3. Рассчитайте растворимость $MgNH_4PO_4$ в 0,1 М растворе соляной кислоты, если $K_S(MgNH_4PO_4) = 2{,}5\cdot10^{-13}$.

4. Рассчитайте константу равновесия окислительно-восстановительной реакции между комплексонатом железа (II) и перманганатом калия в сернокислой среде, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В, $\beta([FeY]^{2-}) = 10^{14,33}$, $\beta([FeY]^-) = 10^{25,1}$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, проанализируйте полученный результат.

5. При определении сульфатов методом комплексонометрического титрования, к 20 мл раствора, содержащего сульфат добавили 10 мл 0,02516 М раствора нитрата свинца. Полученный осадок отфильтровали, растворили в растворе уксусной кислоты, добавили небольшое количество гидроксида натрия до pH 4 и оттитровали полученный раствор 0,01545 М раствором ЭДТА в присутствии индикатора ксиленолового оранжевого. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте нормальную концентрацию сульфат-ионов в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(SO_4^{2-})$, мл	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$V(Pb^{2+})$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V^{т.э.}$(ЭДТА), мл	10,18	10,18	10,15	10,15	10,25

Q (0,95;5) = 0,64

6. Ионообменная хроматография. Понятие о константе распределения ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 28

Разделите с помощью общих реагентов смесь катионов: Al^{3+} + Cu^{2+} + Zn^{2+}, используя свойство амфотерности катионов. Запишите уравнения химических реакций, укажите условиях их проведения, укажите аналитические признаки продуктов реакций.

2. На титрование раствора K_2CO_3 + KOH, содержащего эквимолярное количество этих компонентов израсходовано 30 мл стандартного раствора HCl в присутствии индикатора фенолфталеина (pT=9,0). Какой объем HCl необходим для дотитровывания полученного раствора после добавления к нему индикатора метилового оранжевого (pT=4,0)? Ответ обоснуйте реакциями титрования.

3. Рассчитайте минимальные pH, при которых возможно комплексонометрическое титрование ионов Ca^{2+} и Fe^{3+}. Объясните различие полученных величин.

4. Рассчитайте величину скачка в точке эквивалентности, а также протяжённость скачка в вольтах, при титровании 0,05 М раствора, содержащего ионы железа (III) 0,05 М раствором, содержащим Sn(II) в присутствии 1М раствора соляной кислоты, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,77 В, $E^0(Sn^{IV}/Sn^{2+})$ = 0,15 В. Возможно ли в данном случае использовать индикатор дифениламин $E^0(Hind_{ox}/HInd_{red})$ = 0,76 В? Ответ подтвердите расчётом.

5. Для определения в растворе хлорид-ионов были проведены 2 серии анализа: методами осадительного титрования раствором нитрата серебра и потенциометрического анализа (также по реакции осаждения). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Содержание ионов, г				
Осадительное титрование	0,1876	0,1873	0,1874	0,1875	0,1873
Потенциометрический анализ	0,1875	0,1877	0,1876	0,1874	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможноиспользовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 29

Какой аналитической реакцией и при каких условиях можно обнаружить ионы Co^{2+} в присутствии ионов Fe^{3+}? Как увеличить чувствительность данной реакции?

2. Определение карбонатов и оксидов щелочноземельных металлов способом кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему определения, формулы для расчёта содержания данных соединений.

3. Рассчитайте растворимость AgI в 0,15 М растворе $NH_3 \cdot H_2O$, если $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$, $\beta_1[Ag(NH_3)] = 2{,}09 \cdot 10^3$, $\beta_2[Ag(NH_3)_2] = 1{,}62 \cdot 10^7$.

4. Рассчитайте, как изменится потенциал системы Ag^+/Ag^0 в присутствии 1,5 М раствора KI, если $E\ (Ag^+/Ag^0) = 0{,}8$ В, $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$.

5. При комплексонометрическом определении хромат-ионов к 20 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл раствора добавили 25 мл 0,0150 М раствора нитрата свинца (II), на титрование избытка которого израсходовано 9,18 мл раствора ЭДТА с концентрацией 0,01367 М в присутствии индикатора ксиленолового оранжевого при pH 4. В серии полученных данных рассчитайте содержание ионов хромат-ионов в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	72,36	72,39	72,50	72,52	72,38
2 студент	72,41	72,50	72,41	72,41	72,50

Если $t\ (4;0{,}95) = 2{,}776$.

6. Ионообменная хроматография. Ионообменный коэффициент селективности.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 30

1. Предложите схему анализа и определения NH_4Cl и $FeSO_4$ в виде сухих солей, находящихся в смеси. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Способ определения NaCl с помощью кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Возможно ли титрование раствора Fe^{3+} раствором аскорбиновой кислоты окислительно-восстановительным методом в кислой среде, если в данных условиях $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}70$ В, $E^0(C_6H_8O_6/C_6H_6O_6, 2H^+) = 0{,}326$ В.

4. Рассчитайте растворимость $PbCl_2$ в воде, если $K_S(PbCl_2) = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$.

5. При определении сульфата меди (II) был затрачен раствор ЭДТА с титром 0,004679 г/мл в присутствии индикатора мурексида при pH 8. В серии полученных данных рассчитайте содержание $CuSO_4$ и доверительный интервал содержания $CuSO_4$ по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(NiSO_4)$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V^{т.э.}$(ЭДТА), мл	16,39	16,34	12,36	12,35	12,35

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Ионообменная хроматография. Изотермы ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 31

1. Предложите способ разделения и определения следующих сухих солей $MnSO_4$ и $Fe(NO_3)_3$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. На титрование раствора, содержащего эквимолярную смесь HCl и HCOOH (по 0,1 М), затрачен V_1 раствора NaOH в присутствии индикатора метилоранжа (pT=4) и фенолфталеина (pT=9) при последовательном титровании. Сравните данный объём затраченной щёлочи (V_1) с объёмом (V_2) такого же раствора щёлочи для такой же смеси, если фенолфталеин при последовательном титровании заменят на тимоловый синий (pT=8,8)? Ответ подтвердите расчётом. $K_a(HCOOH) = 1\cdot10^{-4}$.

3. Содержание какого аниона (Cl^-, CN^-, Br^-, SCN^-, I^-) в растворе будет наибольшим при прочих равных условиях? $K_S(AgCl) = 1{,}78\cdot10^{-10}$, $K_S(AgCN) = 1{,}4\cdot10^{-16}$, $K_S(AgBr) = 5{,}3\cdot10^{-13}$, $K_S(AgSCN) = 1{,}1\cdot10^{-12}$, $K_S(AgI) = 8{,}3\cdot10^{-17}$. Ответ объясните.

4. Выбирите первичный стандарт для окислительно-восстановительного титрования способом перманганатометрии. $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В:
1) $FeSO_4\cdot7H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; 2) $H_2C_2O_4\cdot H_2O$, $E^0(2CO_2, 2H^+/ H_2C_2O_4) = -0{,}49$ В; 3) $Fe_2(SO_4)_3\cdot9H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; 4) H_2O_2, $E^0(O_2, 2H^+/H_2O_2) = 0{,}682$ В.

5. При определении ионов свинца (II) комплексонометрическим титрованием на 25 мл, отобранных из мерной колбы объёмом 250 мл был израсходован раствор ЭДТА с титром 0,003617 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте содержание иона свинца(II) в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Cu^{2+})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э}$ (ЭДТА), мл	15,05	15,12	15,15	15,15	15,19	15,20

Q (0,95;6) = 0,56.

6. Ионообменная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 32

1. Запишите выражения для констант равновесия для следующих химических процессов:

$Ag^+ + Br^- = AgBr\downarrow$ $I_2 + 2e = 2I^-$

$HCOOH = H^+ + HCOO^-$ $Ni^{2+} + 4NH_3 \cdot H_2O = [Ni(NH_3)_4]^{2+} + 4\ H_2O$

$Ni^{2+} + H_2Y^{2-} = [NiY]^{2-} + 2H^+$ $HC_2O_4^- = H^+ + C_2O_4^{2-}$

Какие факторы влияют на эти величины? Что они характеризуют?

2. Выберите первичный стандарт для определения характеристик 0,05 М раствора NaOH: 1) H_3PO_4 ($K_{\alpha 1} = 7{,}1 \cdot 10^{-3}$, $K_{\alpha 2} = 6{,}2 \cdot 10^{-8}$, $K_{\alpha 3} = 5{,}1 \cdot 10^{-13}$), 2) HCl, 3) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 4) NaOH, 5) $H_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ($K_{\alpha 1} = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$, $K_{\alpha 2} = 5{,}4 \cdot 10^{-5}$). Дайте подробное объяснение.

3. Предложите способ комплексонометрического определения хлорида алюминия (III), AlCl3. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли. Объясните изменение окраски индикатора в точке эквивалентности.

4. Содержание какого аниона (Cl^-, CN^-, Br^-, SCN^-, I^-) в растворе будет наименьшим при прочих равных условиях? $K_S(AgCl) = 1{,}78 \cdot 10^{-10}$, $K_S(AgCN) = 1{,}4 \cdot 10^{-16}$, K_S (AgBr) = $5{,}3 \cdot 10^{-13}$, $K_S(AgSCN) = 1{,}1 \cdot 10^{-12}$, $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$. Ответ объясните.

5. При определении сульфата железа (II) в сернокислой среде были проведены 2 серии анализа: методами хроматометрического титрования и потенциометрического анализа (также по реакции окисления-восстановления). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Концентрация ионов, М				
Хроматометрическое титрование	0,03445	0,03442	0,03443	0,03444	0,03442
Потенциометрический анализ	0,03444	0,03446	0,03445	0,03443	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.

Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 33

1. Предложите способ разделения и обнаружения следующих анионов в смеси: Cl^- + PO_4^{3-} + NO_3^-. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Выберите первичный стандарт для определения характеристик 0,05 М раствора HCl:
1) $CH_3NH_2 \cdot H_2O$ ($K_b = 4{,}6 \cdot 10^{-3}$), 2) H_3BO_3 ($K_{a1} = 5{,}8 \cdot 10^{-10}$), 3) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 4) NaOH, 5) $NH_3 \cdot H_2O$ ($K_b = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$). Дайте подробное объяснение.

3. Рассчитайте потери массы (в %) при промывании 1,087 г $Fe(OH)_3$ 500 мл воды, если $K_S(Fe(OH)_3) = 6{,}3 \cdot 10^{-38}$.

4. Определение фосфат-ионов способом комплексонометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания фосфат-иона.

5. При перманганатометрическом определении $FeSO_4$ в сернокислой среде на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 10,28 мл раствора $KMnO_4$ с концентрацией 0,002367 М. В серии полученных данных рассчитайте содержание ионов железа в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	6,81	6,79	6,86	6,86	6,92
2 студент	6,81	6,79	6,81	6,80	6,83

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 34

1. Каким требованиям должна отвечать аналитическая химическая реакция, используемая в качественном анализе. Ответ подтвердите примерами.

2. Способ обратного титрования при определении солей аммония кислотно-основным титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Zn2+ в присутствии ионов Ni^{2+}. $\lg\beta([ZnY]^{2-}) = 16,5$, $\lg\beta([NiY]^{2-}) = 18,6$.
4. Рассчитайте потенциал системы Fe^{3+}/Fe^{2+} в присутствии 0,1 М раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ В $\lg\beta^6([Fe(CN)_6]^{4-}) = 36,9$, $\lg\beta([Fe(CN)_6]^{3-}) = 43,9$ и сделать выводы о восстановительной способности системы.

5. Для определения в растворе сульфат-ионов были проведены 2 серии анализа: методами осадительного титрования раствором ацетата бария и потенциометрического анализа (также по реакции осаждения). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Содержание ионов, М				
Осадительное титрование	0,005455	0,005452	0,005453	0,005454	0,005452
Кондуктометрический анализ	0,005454	0,005456	0,005455	0,005453	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Кондуктометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 35

1. На примере реакции Ni^{2+} с диметилглиоксимом покажите достоинство данного органического реагента при его использовании в качественном химическом анализе. Объясните, почему диметилглиоксимат никеля нерастворим в воде, а аммиакат никеля растворим. Условия проведения данной реакции, мешающие ионы.

2. Формальдегидный способ при определении солей аммония. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Pb2+ в присутствии ионов Ca^{2+}. $\lg\beta([CaY^{2-}]) = 10{,}7$, $\lg\beta([PbY^{2-}]) = 18{,}04$.

4. В каком порядке будут осаждаться анионы (Cl^-, Br^-, I^-) при их совместном присутствии, если титровать данную смесь 0,0025 М раствором нитрата серебра, если $K_S(AgCl) = 1{,}78\cdot10^{-10}$, $K_S(AgBr) = 5{,}3\cdot10^{-13}$, $K_S(AgI) = 8{,}3\cdot10^{-17}$.

5. Для определения оксалата аммония на титрование пробы в 20 мл в сернокислой среде затрачен раствор перманганата калия с титром 0,005515 г/мл. В серии полученных данных рассчитайте молярную концентрацию раствора оксалата и доверительный интервал содержания по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V((NH_4)_2C_2O_4)$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V^{т.э}$ $(KMnO_4)$, мл	12,55	12,50	12,53	12,50	12,52	12,55

Если t (5;0,95) = 2,57.

6. Приемы количественных измерений в ФХМА (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок), их характеристика и условия применения.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 36

1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующих в растворе: Zn^{2+} + Co^{2+} + Pb^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Способ определения Na_2SO_4 с помощью кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Cu^{2+} в присутствии ионов Ca^{2+}. $\lg\beta([CuY]^{2-}) = 18,8$, $\lg\beta([CaY]^{2-}) = 10,7$.

4. Предложите осадитель для количественного определения Cl^--ионов: 1) $AgNO_3$ ($K_S(AgCl) = 1,78\cdot10^{-10}$), 2) $MgSO_4$, 3) $Pb(NO_3)_2$ ($K_S(PbCl_2) = 1,6\cdot10^{-5}$), 4) $[Cu(NH_3)_2]Cl$ ($K_S(CuCl) = 1,2\cdot10–6$). Ответ подтвердите расчётом.

5. При определении ионов меди (II) йодометрическим титрованием на 15 мл, отобранных из мерной колбы объёмом 150 мл был израсходован раствор тиосульфата натрия в сернокислой среде с титром 0,002217 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте содержание иона меди (II) в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Cu^{2+})$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э}$ ($Na_2S_2O_3$), мл	10,05	10,12	10,12	10,15	10,13	10,15

Q (0,95;6) = 0,56

6. Общая характеристика спектральных методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 37

1. На примере качественного определения иона K+ с гексанитрокобальтатом натрия обоснуйте условия проведения аналитических химических реакций.

2. Чем различаются кривые титрования 0,1 М раствора H_3PO_4 и 0,1 М раствора H_3BO_3. Изобразите их графически. Какие индикаторы можно использовать при титровании этих веществ. Напишите уравнения реакций титрования. H_3PO_4 (K_{a1} = $7{,}1\cdot10^{-3}$, K_{a2} = $6{,}2\cdot10^{-8}$, K_{a3} = $5{,}1\cdot10^{-13}$), H_3BO_3 (K_{a3} = $5{,}8\cdot10^{-10}$).

3. Определение сильных кислот йодометрическим методом. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания кислоты.

4. Рассчитайте оптиимальный интервал pH, при котором возможно комплексонометрическое определение ионов Ca^{2+}. $\lg\beta([CaY]^{2-})$ = 10,7.

5. При определении SO_4^{2-} на титрование аликвотной части раствора 5 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 11,32 мл раствора $BaCl_2$ с концентрацией 0,02359 М. В серии полученных данных рассчитайте содержание сульфат-ионов в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(г)				
1 студент	0,2562	0,2564	0,2568	0,2567	0,2564
2 студент	0,2564	0,2565	0,2563	0,2573	0,2573

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Общая характеристика электрохимических методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 38

1. Предложите способ разделения и определения следующих ионов, находящихся в смеси: SO_4^{2-} + NO_3^- + CO_3^{2-}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора в точке эквивалентности и выберите соответствующий индикатор при титровании раствора триметиламина раствором хлороводородной кислоты, если c(1/1(CH3)3NH·H2O) = c(1/1 HCl) = 0,1 моль-экв/л, а $K_b = 6{,}5 \cdot 10^{-5}$.

Метиловый оранжевый pT = 4,0	Фенолфталеин pT = 9,0	Бромтимоловый синий pT = 6,8

3. Определение веществ, необладающих окислительно-восстановительными свойствами, перманганатометрическим методом (на примере Ca^{2+}). Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

4. Выберете реагент, который подходит для количественного анализа ионов железа (III) с применением реакции комплексообразования: 1) NH_4SCN ($\lg\beta[Fe(SCN)_6]^{3-}$ =3,23), 2) Na_2H_2Y ($\lg\beta[FeY^-]$ = 25,1), 3) KCN ($\lg\beta[Fe(CN)_6]^{3-}$ = 43,9).

5. При определении бромид-ионов на титрование аликвотной части раствора 5 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано раствора $AgNO_3$ с титром 0,002875 г/мл в присутствии хромата калия. В серии полученных данных рассчитайте содержание бромид-ионов и доверительный интервал содержания бромид-ионов по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(Br^-)$, мл	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
$V^{т.э.}$ ($AgNO_3$), мл	11,45	11,40	11,43	11,45	11,43

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Классификация электрохимических методов анализа.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 39

1. Предложите схему анализа смеси катионов: Ni^{2+} + Fe^{2+} + Co^{2+}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Возможно ли прямое определение следующих кислот: 1) CH_3COOH (K_α = $1{,}75\cdot10^{-5}$), 2) H_2SO_4, 3) *п*-крезол (K_α = $5{,}5\cdot10^{-11}$), 4) H_3BO_3 ($K_{\alpha3}$ = $5{,}8\cdot10^{-10}$). Дайте подробные объяснения.

3. Концентрация какого из катионов металлов (Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}) будет наибольшей в растворе при прочих равных условиях? $\lg\beta_4([Cu(NH_3)_4]^{2+})$ = 12,03, $\lg\beta_4([Co(NH_3)_4]^{2+})$ = 5,07, $\lg\beta_4([Ni(NH_3)_4]^{2+})$ = 7,47. Ответ подтвердите расчётом.

4. Определение содержания пиролюзита (MnO_2) перманганатометрическим титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

5. SCN^--ионы определяли способом осаждения с нитратом серебра (I). 25 мл раствора, содержащего тиоцианат оттитровали 0,03218 М раствором нитрата серебра В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте нормальную концентрацию тиоцианат-ионов в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(SCN^-)$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э}$ ($AgNO_3$), мл	12,18	12,15	12,18	12,17	12,25

Q (0,95;5) = 0,64

6. Общая характеристика хроматографических методов.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 40

1. Предложите способ разделения и определения следующих сухих солей $ZnSO_4$ и $CoCl_2$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Концентрация какого из катионов металлов (Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}) будет наименьшей в растворе при прочих равных условиях? $\lg\beta_4([Cu(NH_3)_4]^{2+}) = 12{,}03$, $\lg\beta_4([Co(NH_3)_4]^{2+}) = 5{,}07$, $\lg\beta_4([Ni(NH_3)_4]^{2+}) = 7{,}47$. Ответ подтвердите расчётом.

3. Рассчитайте pH при котором выпадает осадок $Cr(OH)_3$, $K_S(Cr(OH)_3) = 6{,}3\cdot10^{-21}$.

4. Определение содержания меди иодометрическим титрованием. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

5. При определении хлорида калия косвенным кислотно-основным способом с приенением ионообменной колонки (ROH) 100 мл раствора пропустили через колонку, полученный при прохождении через колонку раствор собрали и оттитровали 0,002276 г/мл раствором хлороводородной кислоты. Для поставленной задачи применили 1) титрование в присутствии метилоранжа (pT=4), 2) кондуктометрическое титрование. В результате получены следующие значения:

	Объём затраченного HCl, мл				
Кислотно-основное трование	12,13	12,15	12,14	12,15	12,15
Кондуктометрический титрование	12,14	12,15	12,14	12,13	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования, и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Кондуктометрический метод анализа АС. Реакции, использующиеся для кондуктометрического титрования.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 41

1. Предложите схему анализа смеси анионов: $CO_3^{2-} + SO_4^{2-} + PO_4^{3-}$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение содержания ионов бария методом йодометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

3. Рассчитайте pNi^{2+} при проведении комплексонометрического определения в точке эквивалентности, если известно, что использовали 10 мл 0,0025 М раствора соли железа (III) и 0,0025 М раствор ЭДТА, $\lg\beta([NiY]^{2-}) = 18,6$.

4. Возможно ли прямое определение следующих оснований: 1) $(C_2H_5)_2NH \cdot H_2O$ ($K_b = 1,2 \cdot 10^{-3}$), 2) NaOH, 3) $(C_6H_5)_2NH_2 \cdot H_2O$ ($K_b = 6,2 \cdot 10^{-14}$), 4) $NH_3 \cdot H_2O$ ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$). Дайте подробные объяснения.

5. При определении KCl на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 100 мл, израсходовано 13,42 мл раствора CH_3COOAg с титром 0,002594 г/мл. В серии полученных данных рассчитайте содержание сульфат-ионов в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	155,28	155,30	155,50	155,32	155,28
2 студент	155,56	155,52	155,28	155,30	155,30

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Классификация электродов в потенциометрии.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 42

1. Использование свойства амфотерности ионов для качественного анализа на примере смеси катионов Al^{3+} + Zn^{2+} + Mn2+. Докажите присутствие каждого иона. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Определение содержания ионов свинца методом йодометрического титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания ионов кальция.

3. Рассчитайте pPb^{2+} при проведении комплексонометрического определения в точке эквивалентности, если известно, что использовали 20 мл 0,0025 М раствора соли железа (III) и 0,0025 М раствор ЭДТА, $\lg\beta([PbY]^{2-}) = 18{,}04$.

4. Выберите осадитель для наиболее полного осаждения ионов Cu^{2+} из раствора: 1) Na_2CrO_4 ($K_S(CuCrO_4) = 3{,}6\cdot10^{-6}$), 2) $K_2C_2O_4$ ($K_S(CuC_2O_4) = 3{,}0\cdot10^{-8}$), 3) K_2S ($K_S(CuS) = 6{,}3\cdot10^{-36}$). Ответ подтвердите расчётом.

5. При определении хлорида калия косвенным кислотно-основным способом с применением ионообменной колонки (RH) 50 мл раствора пропустили через колонку, полученный при прохождении через колонку раствор собрали и оттитровали 0,002276г/мл раствором гидроксида натрия. Для поставленной задачи применили 1) титрование в присутствии фенолфталеинаа (pT=9), 2) потенциометрическое титрование. В результате получены следующие значения:

	Объём затраченного NaOH, мл				
Кислотно-основное титрование	12,13	12,15	12,14	12,15	12,15
Потенциометрическое титрование	12,14	12,15	12,15	12,13	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования, и оцените воспроизводимость данных методов.

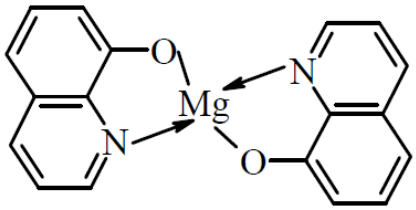
6. Потенциометрический метод анализа АС. Реакции, использующиеся для потенциометрического титрования.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 43

1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующих в растворе: NH^{4+} + Ca^{2+} + Zn^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).
2. На титрование раствора K_2CO_3 + $KHCO_3$, содержащего эквимолярное количество этих компонентов в присутствии индикатора тимолфталеина (pT 10,0) израсходовано 10,00 мл стандартного раствора HCl. Какой объем должен быть израсходован на титрование такого же раствора в присутствии метилового оранжевого (pT 4,0)? Ответ обоснуйте реакциями титрования и расчётом.
3. Какой из реагентов-осадителей будет наиболее полно осаждать Mg^{2+} из водных растворов:

$MgNH_4PO_4$,	$MgCO_3$,	(Ox – 8-оксихинолин).

Ответ подтвердите расчетами. $K_S(MgNH_4PO_4) = 2{,}5\cdot10^{-13}$, $K_S(MgCO_3) = 2{,}1\cdot10^{-5}$, $K_S(Mg(Ox)_2) = 1\cdot10^{-18}$.



4. В какой среде перманганат-ион является более сильным окислителем? а) pH ~ 2, б) pH ~ 7. Ответ подтвердите расчётом.

5. При комплексонометрическом определении ионов свинца (Pb^{2+}), на титрование аликвоты 5 мл из мерной колбы объёмом 50 мл расходовался раствор ЭДТА с титром 0,02816 г/мл. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте содержание иона свинца в исходном растворе:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
$V(Pb^{2+})$, мл	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
$V^{т.э}$ (ЭДТА), мл	8,08	8,18	8,15	8,15	8,19	8,25

Q (0,95;6) = 0,56

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 44

1. Отличите карбонат кальция от сульфата кальция в виде сухих солей, находящихся в смеси. Подтвердите наличие соответствующих катионов и анионов (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора в точке эквивалентности и выберите соответствующий индикатор при титровании раствора пропионовой кислоты раствором гидроксида натрия, если $c(1/1 CH_3CH_2COOH) = c(1/1\ NaOH) = 0{,}01$ моль-экв/л, а $K_a = 1{,}3 \cdot 10^{-5}$.

Метиловый оранжевый pT = 4,0	Фенолфталеин pT = 9,0	Метиловый красный pT = 5,5

3. Факторы, влияющие на растворимость. Рассчитайте растворимость оксалата бария в воде, если $K_S = 1{,}1 \cdot 10^{-7}$.

4. При йодометрическом определении аскорбиновой кислоты на титрование аликвотной части раствора 20 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 100 мл, израсходовано раствора йода с концентрацией 0,003075 М в присутствии индикатора крахмала. В серии полученных данных рассчитайте содержание аскорбиновой кислоты и доверительный интервал содержания аскорбиновой кислоты по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(C_6H_8O_6)$, мл	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
$V^{т.э}(I_2)$, мл	12,35	12,30	12,33	12,35	12,35

Если t (4;0,95) = 2,776.

5. Комплексонометрическое определение сульфат-ионов. Уравнения реакций, схема, расчёт.

6. Перечислите инструментальные методы, использующиеся для качественного анализа пробы.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 45

1. Какой аналитической реакцией и при каких условиях можно обнаружить ионы Co^{2+} в присутствии ионов Fe^{3+}? Как увеличить чувствительность данной реакции?

2. Определение карбонатов и оксидов щелочноземельных металлов способом кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему определения, формулы для расчёта содержания данных соединений.

3. Рассчитайте растворимость AgI в 0,15 М растворе $NH_3 \cdot H_2O$, если $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$, $\beta_1[Ag(NH_3)] = 2{,}09 \cdot 10^3$, $\beta_2[Ag(NH_3)_2] = 1{,}62 \cdot 10^7$.

4. Рассчитайте, как изменится потенциал системы Ag^+/Ag^0 в присутствии 1,5 М раствора KI, если $E^0(Ag^+/Ag^0) = 0{,}8$ В, $K_S(AgI) = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$.

5. Образец нитрита калия массой 0,1015 г растворили в 100 мл мерной колбе. На титрование всей пробы нитрит-ионов расходовалось 12,14 мл раствор пермангоната калия в кислой среде с $T(KMnO_4/NO_2^-) = 0{,}003524$ г/мл. В серии полученных данных рассчитайте процентное содержание нитрит-ионов в образце, его молярную концентрацию эквивалента и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	79,05	79,33	79,33	79,33	79,16
2 студент	79,09	79,26	79,09	79,09	79,09

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Кондуктометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 46

1. Определите ионы Zn^{2+} в смеси, в которую входят Ni^{2+} и Pb^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Возможно ли раститровывание соляной и уксусной кислот раствором гидроксида натрия, если pKa(CH_3COOH) = 4,75. Запишите необходимые уравнения реакции, схема, расчёт.

3. Какой осадитель необходимо выбрать для выделения железа из смеси Fe^{3+} (0,01 М) и Cu^{2+} (0,01 М) в виде гидроксида: 0,1 М раствор гидроксида натрия или 0,1 М растворомногидрата аммиака, если $K_S(Fe(OH)_3) = 6{,}3\cdot10^{-38}$, $K_S(Cu(OH)^2) = 2{,}2\cdot10^{-20}$, $\beta_1([Cu(NH_3)]) = 10^{3{,}99}$, $\beta_2([Cu(NH_3)_2] = 10^{7{,}33}$, $\beta_3([Cu(NH_3)_3] = 10^{10{,}06}$, $\beta_4([Cu(NH_3)_4] = 10^{12{,}03}$. Ответ подтвердите расчётом.

4. Сравните устойчивость следующих комплексных соединений ионов меди (II) с ЭДТА, аммиаком, этилендиамином и нитрилтриуксусной кислотой: $\lg\beta([CuY]^{2-}) = 18{,}8$, $\lg\beta([Cu(NH_3)_4]^{2+}) = 12{,}03$, $\lg\beta_2([Cu(En)_2]^{2+}) = 9{,}28$, $\lg\beta([Cu(NTA)]^{-}) = 12{,}68$. Ответ объясните.

5. При определении фосфатов методом комплексонометрического титрования, к 20 мл раствора, содержащего фосфат добавили 10 мл 0,02516 М раствора хлорида железа. Полученный осадок отфильтровали, а фильтрат оттитровали 0,01545 М раствором ЭДТА в присутствии индикатора салициловой кислоты при pH 1. В серии полученных данных проверьте результаты на наличие выбросов и рассчитайте нормальную концентрацию фосфат-ионов в исходном растворе:
№ пробы 1 2 3 4 5

№ пробы	1	2	3	4	5
$V(PO_4^{3-})$, мл	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$V(Fe^{3+})$, мл	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
$V^{т.э}$ (ЭДТА), мл	10,18	10,18	10,15	10,15	10,25

Q (0,95;5) = 0,64

6. Фотометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций можно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 47

1. Чем объясняется бо'льшая селективность органических аналитических реагентов (ОАР) по сравнению с неорганическими реагентами? В чем суть "гипотезы аналогий"? Рассуждения подтвердите примерами использования ОАР для целей качественного и количественного анализов, запишите уравнения соответствующих химических реакций.

2. Какие из перечисленных реагентов следует использовать для приготовления буферных растворов?

KCl,	HCOOK,	K_3PO_4,	KH_2PO_4,	
K_2HPO_4,	H_3PO_4,	HCl,	HNO_3,	HCOOH.

Рассчитайте *pH* этих буферных растворов, для приготовления которых компоненты взяты в равных молярных концентрациях. K_{α}(HCOOH) = $1{,}8\cdot10^{-4}$, $K_{\alpha1}$(H3PO4) = $7{,}1\cdot10^{-3}$, $K_{\alpha2}(H_3PO_4) = 6{,}2\cdot10^{-8}$, $K_{\alpha3}(H_3PO_4) = 5{,}0\cdot10^{-1}$.

3. Концентрация какого из катионов металлов (Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}) будет наибольшей в растворе при прочих равных условиях? $\lg\beta_4([Cu(NH_3)_4]^{2+}) = 12{,}03$, $\lg\beta_4([Co(NH_3)_4]^{2+}) = 5{,}07$, $\lg\beta_4([Ni(NH_3)_4]^{2+}) = 7{,}47$. Ответ подтвердите расчётом.

4. Рассчитайте константу равновесия окислительно-восстановительной реакции между гексацианоферратом железа (II) и перманганатом калия в сернокислой среде, если $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В, $E^0(MnO_4^-, 8H^+/Mn^{2+}) = 1{,}51$ В, $\beta_6(K_4[Fe(CN)_6]) = 7{,}9\cdot10^{36}$, $\beta_6(K_3[Fe(CN)_6]) = 7{,}9\cdot10^{43}$. Запишите уравнения химической реакции и полуреакций, проанализируйте полученный результат.

5. Для определения в растворе хлорид-ионов были проведены 2 серии анализа: методами осадительного титрования раствором нитрата серебра и потенциометрического анализа (также по реакции осаждения). В результате получены следующие значения для содержания иона:

	Содержание ионов, г				
Осадительное титрование	0,2475	0,2472	0,2473	0,2474	0,2472
Потенциометрический анализ	0,2474	0,2476	0,2476	0,2473	-

Если $F_{табл}$ (4;3;0,95) = 9,1, $t_{табл}$ (7;0,95) = 2,37.
Запишите уравнение химической реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Потенциометрический метод анализа. АС. Какие типы реакций возможно использовать в этом методе.

Вопросы для зачета с оценкой

Вариант 48

1. Предложите схему разделения и определения ионов, одновременно присутствующих в растворе: Al^{3+} + Cu^{2+} + Zn^{2+} (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Способ определения KCl с помощью кислотно-основного титрования. Приведите уравнения химических реакций, схему, условия титрования и формулы для расчёта содержания соли.

3. Предложите способ комплексонометрического определения ионов Zn^{2+} в присутствии ионов Mg^{2+}. $\lg\beta([ZnY^{2-}]) = 16,5$, $\lg\beta([MgY^{2-}]) = 8,7$.

4. Предложите осадитель для количественного определения Cl^--ионов: 1) $AgNO_3$ ($K_S(AgCl) = 1,78\cdot10^{-10}$), 2) $MgSO_4$, 3) $Pb(NO_3)_2$ ($K_S(PbCl_2) = 1,6\cdot10^{-5}$), 4) $[Cu(NH_3)_2]Cl$ ($K_S(CuCl) = 1,2\cdot10^{-6}$). Ответ подтвердите расчётом.

5. При определении щавелевой кислоты пермангонатометрическим методом и кислотно-основным методом были получены следующие данные:

	Содержание $H_2C_2O_4$ (%)				
№ пробы	1	2	3	4	5
Пермангонатометрическое титрование	89,04	89,07	89,23	89,25	89,36
Кислотно-основное Титрование	89,18	89,20	89,23	89,24	89,26

Если $Q(0,95;5) = 0,64$ Если $F_{табл}$ $(4;4;0,95) = 6,39$.
Запишите уравнения химических реакции, положенной в основу титрования и оцените воспроизводимость данных методов.

6. Ионообменная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 49

1. Предложите схему анализа смеси катионов: Cu^{2+} + Fe^{3+} + Ba^{2+}. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. Рассчитайте pH раствора, полученного при взаимодействии 25 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты и 15 мл 0,045 М раствора КОН. Как изменится pH раствора при приливании к конечному раствору ещё 1,67 мл того же раствора щёлочи?

3. Рассчитайте потери массы (в %) при промывании 1,103 г CaC_2O_4 100 мл 0,025 М раствора оксалата натрия, если $K_S(CaC_2O_4) = 2{,}57 \cdot 10^{-9}$.

4. В какой из этих систем $K_2Cr_2O_7$ является более сильным окислителем? (ответ подтвердите расчетами)? $E^0(Cr_2O_7^- + 14H^+/Cr^{3+}) = 1{,}36$ В.
1) $[Cr_2O_7^-] = 0{,}5$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}03$ моль/л, $[H^+] = 0{,}003$ моль/л;
2) $[Cr_2O_7^-] = 1$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0{,}0015$ моль/л, $[H^+] = 0{,}2$ моль/л.

5. При комплексонометрическом определении общей жёсткости воды на титрование пробы в 20 мл при pH 10 затрачен раствор ЭДТА с титром 0,0004019 г/мл в присутствии индикатора эриохромового чёрного Т. В серии полученных данных рассчитайте жёсткость воды и доверительный интервал общего содержания ионов по следующим данным:

№ пробы	1	2	3	4	5	6
V(воды), мл	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$V^{т.э}$ (ЭДТА), мл	10,55	10,50	10,53	10,50	10,52	10,55

Если t (5;0,95) = 2,57.

6. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии. Приведите примеры.

Вопросы для зачета с оценкой
Вариант 50

1. Предложите способ разделения и определения следующих сухих солей $BaCl_2$ и $Pb(NO_3)2$. (Уравнения реакций, условия их проведения, аналитические признаки продуктов реакции).

2. На титрование раствора, содержащего эквимолярную смесь HCl и CH_3COOH (по 0,1 М), затрачен *V1* раствора NaOH в присутствии индикатора метилоранжа (pT=4) и фенолфталеина (pT=9) при последовательном титровании. Сравните данный объём затраченной щёлочи (V_1) с объёмом (V_2) такого же раствора щёлочи для такой же смеси, если фенолфталеин при последовательном титровании заменят на тимолфталеин (pT=10)? Ответ подтвердите расчётом. $K_a(CH_3COOH) = 1{,}75\cdot10^{-5}$.

3. Содержание какого аниона (Cl^-, CN^-, Br^-, SCN^-, I^-) в растворе будет наибольшим при прочих равных условиях? $K_S(AgCl) = 1{,}78\cdot10^{-10}$, $K_S(AgCN) = 1{,}4\cdot10^{-16}$, $K_S(AgBr) = 5{,}3\cdot10^{-13}$, $K_S(AgSCN) = 1{,}1\cdot10^{-12}$, $K_S(AgI) = 8{,}3\cdot10^{-17}$. Ответ объясните.

4. Выбирите первичный стандарт для окислительно-восстановительного титрования способом йодометрии. $E^0(I_2/2I^-) = 0{,}54$ В: 1) $FeSO_4\cdot7H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ В; 2) $H_2C_2O_4\cdot H_2O$, $E^0(2CO_2, 2H^+/H_2C_2O_4) = -0{,}49$ В; 3) $Na_2S_2O_3\cdot5H_2O$, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}09$ В; 4) H_2O_2, $E^0(O_2, 2H^+/H_2O_2) = 0{,}682$ В.

5. При комплексонометрическом определении $Fe_2(SO_4)_3$ на титрование аликвотной части раствора 10 мл, отобранной из мерной колбы объёмом 50 мл, израсходовано 9,18 мл раствора ЭДТА с концентрацией 0,02367 М в присутствии индикатора салициловой кислоты при pH 1. В серии полученных данных рассчитайте содержание ионов железа в образце и установите, имеется ли систематическая погрешность метода анализа, если двумя студентами были представлены следующие результаты при определении данного образца:

	Навеска, g(мг)				
1 студент	6,08	6,11	6,20	6,20	6,10
2 студент	6,19	6,17	6,19	6,19	6,17

Если t (4;0,95) = 2,776.

6. Приемы количественных измерений в ФХМА (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок), их характеристика и условия применения.

4.4. Перечень компетенций, которые сформированы обучающимся при успешном выполнении заданий:

- ОПК-5.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ; **-**
- ОПК-5.2 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хромотографических
- ОПК-5.4 Умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи;
- ОПК-5.6 Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «Аналитическая химия»

д.х.н., профессор Кузнецов В.В.

к.х.н., профессор Жуков А.Ф.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аналитическая химия» одобрен на заседании кафедры аналитической химии протокол № 10 от «12» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой аналитической химии

к.х.н., доцент Стаханова С.В.

Согласован:

Профессор (доцент) кафедры ОНХ

д.т.н., профессор Бушуев Н.Н.

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «_____»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета
_____ФЕН_____

_____ / Ф.А. Колоколов
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Коллоидная химия
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль (магистерская программа, специализация):

(наименование профиля подготовки (магистерская программа, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Коллоидная химия» включает 7 разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 32 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 5 (6) семестре. Лабораторные работы охватывают все разделы (в среднем по 1 работе на каждый раздел). На выполнение каждой работы отводится примерно 4 часа в зависимости от трудоемкости. Практические занятия по дисциплине «Коллоидная химия» не предусмотрены и поэтому основное внимание при проработке этой дисциплины уделяется лабораторным работам. Как правило, проводится 8 лабораторных занятий. При этом каждый студент должен выполнить 7 лабораторных работ, без чего допуск на экзамен невозможен.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента бакалавриата в области коллоидной химии, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «Коллоидная химия» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области коллоидной химии;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

При подготовке к очередной лабораторной работе следует сначала проработать теоретическое введение и описание лабораторной работы в соответствующей главе учебного пособия, указанного под номером 2 в разделе 9.1. соответствующей РПД. Затем ознакомиться с контрольными вопросами, которые относятся к данной лабораторной работе. Ответы на эти вопросы можно найти в уже упомянутом практикуме, а также в двух учебниках, указанных в разделе 9.1 под номерами 1 (А) и 1 (Б). При работе над ответами не следует пренебрегать и собственным конспектом лекций.

По результатам подготовки к очередной лабораторной работе в лабораторном журнале должны быть зафиксированы:

- Номер лабораторной работы.
- Название лабораторной работы.
- Цель лабораторной работы.
- Письменные ответы на контрольные вопросы (ответы следует формулировать кратко и непосредственно на заданный вопрос).
- Таблица, в которую будут заноситься экспериментальные результаты. Образцы таблиц к каждой из работ есть в практикуме.

Краткое изложение методики выполнения работы является желательным, но не обязательным.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – Практикумом по коллоидной химии, конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

Каждая выполненная лабораторная работа должна быть оформлена (расчеты, графики) к моменту выполнения следующей работы, то есть к следующему занятию. Сдать («защитить») выполненную работу необходимо либо на следующем лабораторном занятии, либо через занятие. Студент с двумя несданными работами к следующему занятию не допускается.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 35 баллов и входит в 60 баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента бакалавриата в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 16 баллов), индивидуального (домашнего) задания (максимальная оценка 9 баллов) и лабораторного практикума (максимальная оценка 35 баллов). Максимальная оценка текущей работы составляет 60 баллов. Выполнение индивидуального (домашнего) задания не следует

откладывать на последние дни перед сдачей, так как в этом случае не остается времени проконсультироваться, если это необходимо.

В тетради, которая затем сдается преподавателю для проверки, должны быть переписаны условия решаемых задач и приведено их решение. При этом нельзя ограничиваться приведением только соответствующей формулы и конечного результата. Надо показать сначала то, что было подставлено в формулу, а уже потом результат. При расчете кривых надо приводить пример расчета для одной-двух точек и сводную таблицу полученных результатов. Графики следует выполнять на миллиметровой бумаге или на компьютере. Результаты решения задач передаются ведущему преподавателю вместе с исходным заданием.

В соответствии с учебным планом изучение материала происходит в 5 (6) семестре и заканчивается контролем его освоения в форме экзамена (максимальная оценка – 40 баллов).

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. соответствующей РПД. Распределение баллов соответствует п. 1.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «Коллоидная химия» изучается в 5 (6) семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и лабораторных занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Коллоидная химия», является формирование у студентов компетенций, связанных с использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ. При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

В течение семестра студентам читается одна лекция в неделю и выполняется лабораторный практикум. Лабораторные занятия (4 академических часа каждое) проводятся один раз в две недели. Каждый студент выполняет семь лабораторных работ. Без выполнения лабораторных работ студент к экзаменам не допускается.

На первом лабораторном занятии преподаватель объясняет правила выполнения лабораторных работ, знакомит студентов с положением о рейтинговой системе контроля знаний и проводит инструктаж по технике безопасности.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «Коллоидная химия» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к подготовке образцов, проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверных величин определяемых свойств.

При допуске к лабораторному занятию преподаватель проверяет подготовку студента к данному занятию. В лабораторном журнале студента должны быть записаны: номер и название работы; цель работы; письменные ответы на контрольные вопросы; таблица(ы), в которую заносятся экспериментальные результаты, получаемые в ходе выполнения работы. Преподаватель проверяет также знание студентом методики проведения лабораторной работы. После выполнения лабораторной работы студент показывает полученные результаты ведущему преподавателю и получает задание на следующее занятие (номер очередной лабораторной работы).

На следующем лабораторном занятии или через одно занятие студент должен предъявить преподавателю выполненную работу в оформленном виде и ответить на

вопросы преподавателя, касающиеся теоретических основ выполненной работы («сдать» работу). Если у студента не сдано две и более выполненных работ, к следующей работе он не допускается.

На первом или втором лабораторном занятии преподаватель выдает каждому студенту группы индивидуальное (домашнее) задание в форме комплекта из 18 задач. В это число входят задачи по разным разделам дисциплины из учебного пособия Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2019. - 434 с.. Задание выполняется в отдельной тетради и сдается ведущему преподавателю на 5-6 лабораторном занятии (в зависимости от расписания).

В ходе выполнения лабораторного практикума проводятся две письменные контрольные работы длительностью 50 минут каждая. Первая контрольная работа проводится на 4-5 занятии по начальным разделам дисциплины (до раздела «Адсорбция на пористых материалах», не включая этого раздела). Вторая контрольная работа проводится на 7 лабораторном занятии и включает вторую часть дисциплины, начиная с раздела «Адсорбция на пористых материалах» и заканчивая разделом «Седиментационно-диффузионное равновесие». Контрольное задание включает два теоретических вопроса и две задачи по соответствующим разделам дисциплины. Проведение контрольной работы не отменяет выполнение очередной лабораторной работы.

В соответствии с учебным планом, изучение дисциплины «Коллоидная химия» завершается экзаменом. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одну задачу.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. соответствующей РПД. Распределение баллов соответствует п. 1.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по решению домашних заданий.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены виде электронно-образовательной среды eios, платформы для обучения zoom и других аналогичных программ.

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

Разработчики методических указаний по дисциплине «Коллоидная химия»:

__д.х.н., профессор__	Назаров В.В.	_____
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	(подпись)
_____	_____	_____
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	(подпись)

Методические указания по дисциплине «Коллоидная химия» одобрены на заседании кафедры Коллоидной химии, протокол № 11 от «18» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой Коллоидной химии

__д.х.н., профессор__	Назаров В.В.	_____
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	(подпись)

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «Коллоидная химия»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

18.03.01 Химическая технология
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
_____ФЕН_____

_____ / Ф.А.Колоколов
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Коллоидная химия
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Коллоидная химия» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, ООП и рабочей программой дисциплины «Коллоидная химия».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

Максимальная оценка за домашнее задание составляет 8 баллов (0,5 балла за каждую правильно решенную задачу).
Контрольные работы оцениваются максимально по 8 баллов каждая.

3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает

незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Варианты домашних заданий для текущего контроля по разделам и видам занятий.

Домашнее задание представляет собой набор из 18 задач из учебного Коллоидная химия. Практикум и задачник. / Под ред. В.В. Назарова и А.С. Гродского. М.: «Лань», 2019. - 434 с. 50 вариантов таких заданий приведены в нижеследующей таблице.

Вариант задания	Номер главы практикума															
	I				II			III		IV		V		VI		
	Порядковый номер задачи															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Номер задачи в практикуме															
1	6(а)	18	45	58	1	14	18	1(I)	10	9	16(I)	4	24	5	17	23(I)
2	6(б)	19	46	59(I)	2	15	19	1(II)	11	10	16(II)	6	25	6	18	23(II)
3	6(в)	20	47	59(II)	3	16	20	1(III)	12	11	16(III)	7	26	7	19	23(III)
4	6(г)	24	48(I)	59(III)	4	17	27(I)	1(IV)	13	12	16(IV)	8	27(I)	8	20	23(IV)
5	7(а)	25(1)	48(II)	60(II)	5	21	27(II)	1(V)	14	13	16(V)	9	27(II)	9	17	23(V)
6	7(б)	25(2)	48(III)	61(I)	6	22	27(III)	1(VI)	16	14	16(VI)	10	27(III)	10(I)	18	23(VI)
7	7(в)	25(3)	48(IV)	61(II)	7	23	27(IV)	1(VII)	17	19	16(VII)	11(I)	27(IV)	10(II)	19	23(VII)
8	7(г)	25(4)	48(V)	63	9	24(I)	27(V)	1(VIII)	18	20(I)	16(VIII)	11(II)	27(V)	10(III)	20	23(VIII)
9	7(д)	25(5)	48(VI)	64	10	24(II)	27(VI)	1(IX)	19	20(II)	16(IX)	11(III)	27VI)	11(I)	17	23(IX)
10	7(е)	26	49(IV)	65	11	24(III)	28	2	20	20(III)	16(X)	11(IV)	27(VII)	11(II)	18	23(X)
11	7(ж)	27	51(I)	66	12	24(IV)	29	3	21	21(I)	16(XI)	11(V)	27(VIII)	11(III)	19	23(XI)
12	7(з)	28	51(II)	67(I)	1	24(V)	30	4	22	21(II)	17	11(VI)	27(IX)	12(I)	20	23(XII)
13	8(1)	29	51(III)	67(II)	2	24(VI)	31	5	23	21(III)	18(I)	13	27(X)	12(II)	17	23(XIII)
14	8(2)	30	51(IV)	67(III)	3	14	18	6	24	22	18(II)	14	28(I)	12(III)	18	23(XIV)
15	8(3)	31	52	68(I)	4	15	19	7	25	23	18(III)	15	28(II)	13(I)	19	24
16	8(4)	32	53(I)	68(II)	5	16	20	8	26	24	18(IV)	4	28(III)	13(II)	20	25
17	8(5)	33	53(II)	68(III)	6	17	27(I)	9	27	25	18(V)	6	28(VI)	13(III)	17	26
18	9	34	53(III)	68(IV)	7	21	27(II)	1(I)	28	26	18(VI)	7	28(VII)	5	18	27
19	10	35	53(IV)	68(V)	9	22	27(III)	1(II)	30	27	18(VII)	8	28(VIII)	6	19	28
20	11	36	54(I)	68(VI)	10	23	27(IV)	1(III)	10	28	18(VIII)	9	28(IX)	7	20	21
21	12	37	54(II)	58	11	24(I)	27(V)	1(IV)	11	29(I)	18(IX)	10	24	8	17	22
22	13	38	54(III)	59(I)	12	24(II)	27(VI)	1(V)	12	29(II)	18(X)	11(I)	25	9	18	23(I)
23	14	39	54(IV)	59(II)	1	24(III)	28	1(VI)	13	29(III)	18(XI)	11(II)	26	10(I)	19	23(II)
24	15	40	55	59(III)	2	24(IV)	29	1(VII)	14	30	16(I)	11(III)	27(I)	10(II)	20	23(III)

25	16	41	56	60(II)	3	24(V)	30	1(VIII)	16	31	16(II)	11(IV)	27(II)	10(III)	17	23(IV)
26	17	42(I)	45	61(I)	4	24(VI)	31	1(IX)	17	9	16(III)	11(V)	27(III)	11(I)	18	23(V)
27	6(а)	42(II)	46	61(II)	5	14	18	2	18	10	16(IV)	11(VI)	27(IV)	11(II)	19	23(VI)
28	6(б)	42(III)	47	63	6	15	19	3	19	11	16(V)	13	27(V)	11(III)	20	23(VII)
29	6(в)	42(IV)	48(I)	64	7	16	20	4	20	12	16(VI)	14	27VI)	12(I)	17	23(VIII)
30	6(г)	42(V)	48(II)	65	9	17	27(I)	5	21	13	16(VII)	15	27(VII)	12(II)	18	23(IX)
31	7(а)	42(VI)	48(III)	66	10	21	27(II)	6	22	14	16(VIII)	4	27(VIII)	12(III)	19	23(X)
32	7(б)	43(I)	48(IV)	67(I)	11	22	27(III)	7	23	19	16(IX)	6	27(IX)	13(I)	20	23(XI)
33	7(в)	43(II)	48(V)	67(II)	12	23	27(IV)	8	24	20(I)	16(X)	7	27(X)	13(II)	17	23(XII)
34	7(г)	18	48(VI)	67(III)	1	24(I)	27(V)	9	25	20(II)	16(XI)	8	28(I)	13(III)	18	23(XIII)
35	7(д)	19	49(IV)	68(I)	2	24(II)	27(VI)	1(I)	26	20(III)	17	9	28(II)	5	19	23(XIV)
36	7(е)	20	51(I)	68(II)	3	24(III)	28	1(II)	27	21(I)	18(I)	10	28(III)	6	20	24
37	7(ж)	24	51(II)	68(III)	4	24(IV)	29	1(III)	28	21(II)	18(II)	11(I)	28(VI)	7	17	25
38	7(з)	25(1)	51(III)	68(IV)	5	24(V)	30	1(IV)	30	21(III)	18(III)	11(II)	28(VII)	8	18	26
39	8(1)	25(2)	51(IV)	68(V)	6	24(VI)	31	1(V)	10	22	18(IV)	11(III)	28(VIII)	9	19	27
40	8(2)	25(3)	52	68(VI)	7	14	18	1(VI)	11	23	18(V)	11(IV)	28(IX)	10(I)	20	28
41	8(3)	25(4)	53(I)	58	9	15	19	1(VII)	12	24	18(VI)	11(V)	24	10(II)	17	21
42	8(4)	25(5)	53(II)	59(I)	10	16	20	1(VIII)	13	25	18(VII)	11(VI)	25	10(III)	18	22
43	8(5)	26	53(III)	59(II)	11	17	27(I)	1(IX)	14	26	18(VIII)	13	26	11(I)	19	23(I)
44	9	27	53(IV)	59(III)	12	21	27(II)	2	16	27	18(IX)	14	27(I)	11(II)	20	23(II)
45	10	28	54(I)	60(II)	1	22	27(III)	3	17	28	18(X)	15	27(II)	11(III)	17	23(III)
46	11	29	54(II)	61(I)	2	23	27(IV)	4	18	29(I)	18(XI)	4	27(III)	12(I)	18	23(IV)
47	12	30	54(III)	61(II)	3	24(I)	27(V)	5	19	29(II)	16(I)	6	27(IV)	12(II)	19	23(V)
48	13	31	54(IV)	63	4	24(II)	27(VI)	6	20	29(III)	16(II)	7	27(V)	12(III)	20	23(VI)
49	14	32	55	64	5	24(III)	28	7	21	30	16(III)	8	27VI)	13(I)	17	23(VII)
50	15	33	56	65	6	24(IV)	29	8	22	31	16(IV)	9	27(VII)	13(II)	18	23(VIII)

4.2.3 Варианты заданий контрольных работ для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий (50 вариантов по каждой контрольной работе)

Каждое задание содержит два вопроса и две задачи. Оценка в баллах выставляется в соответствии со следующей таблицей.

№ задания	1	2	3	**Σ**
Оценка (баллы)	2	2	2	2

Далее приводятся **задания для контрольной работы №1**, которая проводится по первой трети курса.

Контрольная работа №1. Задание 1

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов? По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры поверхностных явлений и дисперсных систем.
2. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Поясните с использованием схемы и соответствующего уравнения.
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
A, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 2

1. Какими параметрами характеризуют дисперсность (степень раздробленности) и какова взаимосвязь между ними?
2. Что такое коэффициент Гаркинса? Каковы условия растекания жидкостей? Чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю?
3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77
A, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^{0}C) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, M = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 3

1. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется? Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
2. Как влияет кривизна поверхности и природа жидкости на ее внутреннее давление? Объясните с использованием соответствующего уравнения.

3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^0С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, мДж/м^2	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 мДж/м^2, а температурный коэффициент $d\sigma/dT$ = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 кг/м^3.

Контрольная работа №1. Задание 4

1. Чем обусловлено поднимание/опускание жидкостей в капиллярах? Приведите необходимые уравнения.
2. Покажите взаимосвязь между адгезией и способностью жидкости смачивать твердую поверхность. В чем состоит различие между явлениями адгезии и смачивания?
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^0С примите равным 850 мДж/м^2. Плотность частиц 3960 кг/м^3, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости σ = f(c) для водного раствора (температура 20^0С).

c, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3
σ, мДж/м^2	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 5

1. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?
2. Дайте характеристику и приведите примеры гидрофильных и гидрофобных поверхностей. Как можно повлиять на смачивание поверхности? Ответ проиллюстрируйте схемами и уравнениями.
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м^2/г. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

p, Па	1,03	2,50	6,70
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол θ = 55^0. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита

Контрольная работа №1. Задание 6

1. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
2. Дайте определение адсорбции как явлению. Что такое изотерма, изостера и изопикна адсорбции? Как их измеряют?

3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна $16 \cdot 10^{-20}$ м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, $\theta = 0^0$.

Контрольная работа №1. Задание 7

1. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
2. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Объясните физический смысл входящих в него величин. При каких условиях это уравнение применимо?
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, T = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^{0}С):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 8

1. Как влияет температура на теплоту и энтропию образования единицы поверхности и на полную поверхностную энергию неассоциированных жидкостей?
2. При каких условиях соблюдается при адсорбции закон Генри? Покажите, какова взаимосвязь констант уравнений Генри и Ленгмюра
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^{0}С. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м$^2 \cdot$К).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 9

1. Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной адсорбции.
2. Как и почему дисперсность влияет на давление насыщенных паров жидкости? При ответе используйте соответствующие уравнения.
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 00.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
А, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 10

1. Что означает отрицательная избыточная (гиббсовская) адсорбция? Покажите, что отрицательной гиббсовской адсорбции соответствует положительная абсолютная адсорбция этого же компонента.
2. Как определяют константы уравнения Ленгмюра? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать по величинам этих констант?
3. 3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77
А, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. 4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^{0}С) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, М = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 11

1. Что такое поверхностная активность? Что характеризует этот параметр? Какие вещества называются поверхностно-активными? Приведите примеры.
2. Объясните физический смысл констант уравнения БЭТ. При каких условиях это уравнение выполняется и почему?
3. 3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^{0}С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, мДж/м^2	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 мДж/м^2, а температурный коэффициент $d\sigma/dT$ = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 кг/м^3.

Контрольная работа №1. Задание 12

1. Каково соотношение между избыточной Г и абсолютной адсорбциями А? В каких случаях можно принять А ≈ Г? Что означает отрицательная гиббсовская адсорбция?
2. Как определяют константы уравнения БЭТ? Какие адсорбаты используют при определении удельной поверхности адсорбентов методом БЭТ и почему?
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^{0}С примите равным 850 мДж/м^2. Плотность частиц 3960 кг/м^3, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости σ = f(c) для водного раствора (температура 20^{0}С).

с, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3

σ, мДж/м^2	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 13

1. Как и почему размер частиц влияет на их растворимость, а также на константу равновесия химической реакции?
2. Какие явления называют адгезией и смачиванием? Какие параметры используют для их количественной характеристики?
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м^2/г. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

p, Па	1,03	2,50	6,70
A.10^2, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол θ = 55^0. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита.

Контрольная работа №1. Задание 14

1. Что движет жидкость при самопроизвольном поднятии/опускании ее уровня в капилляре? Покажите (с использованием уравнений), чему равна разность уровней жидкости в двух вертикальных сообщающихся капиллярах разного диаметра.
2. Почему жидкость с малым поверхностным натяжением лучше смачивает поверхность данного тела, чем жидкость с большим поверхностным натяжением? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна $16 \cdot 10^{-20}$ м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
A, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, θ = 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 15

1. Каков физический смысл такого параметра как поверхностное натяжение? Чем обусловлена сферическая форма капель жидкости в условиях невесомости?
2. Каков физический смысл и какова взаимосвязь констант уравнений Генри, Ленгмюра и БЭТ?
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, T = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости σ = f(c) для водных растворов (температура 22^{0}С):

c, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 16

1. Какими параметрами характеризуют адгезию, когезию, смачивание и растекание? Какова взаимосвязь между этими параметрами?

2. Перечислите исходные положения теории Ленгмюра. Как рассчитывают константы уравнения Ленгмюра?
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^{0}С. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м^2·К).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 00.

Контрольная работа №1. Задание 17

1. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Рассчитайте, чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю.
2. В каких условиях и почему пар в капиллярах конденсируется при давлениях более низких, чем на плоской поверхности?
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
А, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 18

1. Какими параметрами характеризуют дисперсность (степень раздробленности) и какова взаимосвязь между ними?
2. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Поясните с использованием схемы и соответствующего уравнения.
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, Т = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^{0}С):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 19

1. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется? Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
2. Что такое коэффициент Гаркинса? Каковы условия растекания жидкостей? Чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю?

3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна $16 \cdot 10^{-20}$ м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, $\theta = 0^0$.

Контрольная работа №1. Задание 20

1. Чем обусловлено поднимание/опускание жидкостей в капиллярах? Приведите необходимые уравнения.
2. Как влияет кривизна поверхности и природа жидкости на ее внутреннее давление? Объясните с использованием соответствующего уравнения.
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м^2/г. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

р, Па	1,03	2,50	6,70
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол $\theta = 55^0$. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита

Контрольная работа №1. Задание 21

1. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?
2. Покажите взаимосвязь между адгезией и способностью жидкости смачивать твердую поверхность. В чем состоит различие между явлениями адгезии и смачивания?
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^{0}С примите равным 850 мДж/м^2. Плотность частиц 3960 кг/м^3, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водного раствора (температура 20^{0}С).

с, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3
σ, мДж/м^2	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 22

1. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
2. Дайте характеристику и приведите примеры гидрофильных и гидрофобных поверхностей. Как можно повлиять на смачивание поверхности? Ответ проиллюстрируйте схемами и уравнениями.

3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^0С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, мДж/м^2	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 мДж/м^2, а температурный коэффициент dσ/dT = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 кг/м^3.

Контрольная работа №1. Задание 23

1. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
2. Дайте определение адсорбции как явлению. Что такое изотерма, изостера и изопикна адсорбции? Как их измеряют?
3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77
А, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^0С) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, М = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 24

1. Как влияет температура на теплоту и энтропию образования единицы поверхности и на полную поверхностную энергию неассоциированных жидкостей?
2. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Объясните физический смысл входящих в него величин. При каких условиях это уравнение применимо?
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
А, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 25

1. Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной (гиббсовской) адсорбции.
2. При каких условиях соблюдается при адсорбции закон Генри? Покажите, какова взаимосвязь констант уравнений Генри и Ленгмюра

3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^{0}С. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м^2·К).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 26

1. Что означает отрицательная избыточная (гиббсовская) адсорбция? Покажите, что отрицательной гиббсовской адсорбции соответствует положительная абсолютная адсорбция этого же компонента.
2. Как и почему дисперсность влияет на давление насыщенных паров жидкости? При ответе используйте соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, Т = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^{0}С):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 27

1. Что такое поверхностная активность? Что характеризует этот параметр? Какие вещества называются поверхностно-активными? Приведите примеры.
2. Как определяют константы уравнения Ленгмюра? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать по величинам этих констант?
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна 16·10^{-20} м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, θ = 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 28

1. Каково соотношение между избыточной Г и абсолютной адсорбциями А? В каких случаях можно принять А ≈ Г? Что означает отрицательная гиббсовская адсорбция?
2. Объясните физический смысл констант уравнения БЭТ. При каких условиях это уравнение выполняется и почему?
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м^2/г. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

р, Па	1,03	2,50	6,70

$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол $\theta = 55^0$. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита.

Контрольная работа №1. Задание 29

1. Как и почему размер частиц влияет на их растворимость, а также на константу равновесия химической реакции?
2. Как определяют константы уравнения БЭТ? Какие адсорбаты используют при определении удельной поверхности адсорбентов методом БЭТ и почему?
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^0С примите равным 850 мДж/м^2. Плотность частиц 3960 кг/м^3, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водного раствора (температура 20^0С).

с, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3
σ, мДж/м^2	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 30

1. Что движет жидкость при самопроизвольном поднятии/опускании ее уровня в капилляре? Покажите (с использованием уравнений), чему равна разность уровней жидкости в двух вертикальных сообщающихся капиллярах разного диаметра.
2. Какие явления называют адгезией и смачиванием? Какие параметры используют для их количественной характеристики?
3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^0С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, мДж/м^2	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 мДж/м^2, а температурный коэффициент $d\sigma/dT$ = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 кг/м^3.

Контрольная работа №1. Задание 31

1. Каков физический смысл такого параметра как поверхностное натяжение? Чем обусловлена сферическая форма капель жидкости в условиях невесомости?
2. Почему жидкость с малым поверхностным натяжением лучше смачивает поверхность данного тела, чем жидкость с большим поверхностным натяжением? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77

А, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^0С) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, М = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 32

1. Какими параметрами характеризуют адгезию, когезию, смачивание и растекание? Какова взаимосвязь между этими параметрами?
2. Каков физический смысл и какова взаимосвязь констант уравнений Генри, Ленгмюра и БЭТ?
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
А, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 33

1. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Рассчитайте, чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю.
2. Перечислите исходные положения теории Ленгмюра. Как рассчитывают константы уравнения Ленгмюра?
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^0С. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м$^2\cdot$К).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 34

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов? По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры поверхностных явлений и дисперсных систем.
2. В каких условиях и почему пар в капиллярах конденсируется при давлениях более низких, чем на плоской поверхности?
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, Т = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^0С):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 35

1. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется? Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
2. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Поясните с использованием схемы и соответствующего уравнения.
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна $16 \cdot 10^{-20}$ м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, $\theta = 0^0$.

Контрольная работа №1. Задание 36

1. Чем обусловлено поднимание/опускание жидкостей в капиллярах? Приведите необходимые уравнения.
2. Что такое коэффициент Гаркинса? Каковы условия растекания жидкостей? Чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю?
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 м^2/г. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

р, Па	1,03	2,50	6,70
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол $\theta = 55^0$. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита.

Контрольная работа №1. Задание 37

1. На чем основано измерение поверхностного натяжения жидкостей методом наибольшего давления пузырька воздуха? Положительным или отрицательным будет избыточное давление в жидкости на границе с воздушным пузырьком?
2. Дайте характеристику и приведите примеры гидрофильных и гидрофобных поверхностей. Как можно повлиять на смачивание поверхности? Ответ проиллюстрируйте схемами и уравнениями.
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^0С примите равным 850 мДж/м^2. Плотность частиц 3960 кг/м^3, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водного раствора (температура 20^0С).

с, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3
σ, мДж/м^2	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 38

1. Как и почему поверхностное натяжение зависит от температуры? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
2. Покажите взаимосвязь между адгезией и способностью жидкости смачивать твердую поверхность. В чем состоит различие между явлениями адгезии и смачивания?
3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^{0}С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, мДж/м^2	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 мДж/м^2, а температурный коэффициент dσ/dT = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К). Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 кг/м^3.

Контрольная работа №1. Задание 39

1. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
2. Как влияет кривизна поверхности и природа жидкости на ее внутреннее давление? Объясните с использованием соответствующего уравнения.
3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77
А, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^{0}С) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, М = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 40

1. Как влияет температура на теплоту и энтропию образования единицы поверхности и на полную поверхностную энергию неассоциированных жидкостей?
2. Дайте определение адсорбции как явлению. Что такое изотерма, изостера и изопикна адсорбции? Как их измеряют?
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
А, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 41

1. Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной (гиббсовской) адсорбции.
2. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Объясните физический смысл входящих в него величин. При каких условиях это уравнение применимо?
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^{0}С. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м$^2\cdot$К).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 42

1. Что означает отрицательная избыточная (гиббсовская) адсорбция? Покажите, что отрицательной гиббсовской адсорбции соответствует положительная абсолютная адсорбция этого же компонента.
2. При каких условиях соблюдается при адсорбции закон Генри? Покажите, какова взаимосвязь констант уравнений Генри и Ленгмюра
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 м$^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, Т = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^{0}С):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, мДж/м^2	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Контрольная работа №1. Задание 43

1. Что такое поверхностная активность? Что характеризует этот параметр? Какие вещества называются поверхностно-активными? Приведите примеры.
2. Как и почему дисперсность влияет на давление насыщенных паров жидкости? При ответе используйте соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, пользуясь уравнением БЭТ. Площадь, занимаемая одной молекулой азота в адсорбционном слое, равна 16$\cdot$10^{-20} м^2.

p/p_s	0,0288	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

4. На какую высоту поднимется вода в стеклянном капилляре, внутренний диаметр которого 0,1 мм? Плотность и поверхностное натяжение воды соответственно равны 0,997 г/см^3 и 71,96 мДж/м^2, θ = 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 44

1. Каково соотношение между избыточной Г и абсолютной адсорбциями А? В каких случаях можно принять А ≈ Г? Что означает отрицательная гиббсовская адсорбция?
2. Как определяют константы уравнения Ленгмюра? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать по величинам этих констант?
3. Удельная поверхность непористой сажи равна 73,7 $м^2/г$. Используя уравнение Ленгмюра, рассчитайте площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое, исходя из данных об адсорбции бензола на этом адсорбенте при 293К:

p, Па	1,03	2,50	6,70
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	3,51	7,58

4. Рассчитайте работу адгезии воды к поверхности графита, если краевой угол $\theta = 55^0$. Поверхностное натяжение воды 71,96 $мДж/м^2$. Найдите коэффициент растекания воды по поверхности графита.

Контрольная работа №1. Задание 45

1. Как и почему размер частиц влияет на их растворимость, а также на константу равновесия химической реакции?
2. Объясните физический смысл констант уравнения БЭТ. При каких условиях это уравнение выполняется и почему?
3. Рассчитайте размер частиц $BaSO_4$, зная, что их растворимость на 3% выше нормальной. Межфазное натяжение при 25^0С примите равным 850 $мДж/м^2$. Плотность частиц 3960 $кг/м^3$, М = 183.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции додецилсульфата при его концентрации 3,3 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водного раствора (температура 20^0С).

c, ммоль/л	0	2,2	4,0	6,6	8,3
σ, $мДж/м^2$	73,0	62,0	54,0	47,0	43,0

Контрольная работа №1. Задание 46

1. Что движет жидкость при самопроизвольном поднятии/опускании ее уровня в капилляре? Покажите (с использованием уравнений), чему равна разность уровней жидкости в двух вертикальных сообщающихся капиллярах разного диаметра.
2. Как определяют константы уравнения БЭТ? Какие адсорбаты используют при определении удельной поверхности адсорбентов методом БЭТ и почему?
3. Рассчитайте полную поверхностную (внутреннюю удельную) энергию ацетона при 10^0С, если известна зависимость поверхностного натяжения ацетона от температуры:

t, ^{0}С	20	30	40
σ, $мДж/м^2$	24,0	22,9	21,8

4. Рассчитайте равновесное давление паров над капельками воды с дисперсностью $2 \cdot 10^7$ $м^{-1}$ при температуре 333К, если поверхностное натяжение воды при температуре 293К составляет 72,75 $мДж/м^2$, а температурный коэффициент $d\sigma/dT$ = -0,16 $мДж/(м^2 \cdot К)$. Давление насыщенных паров воды над плоской поверхностью при 333К равно $20{,}6 \cdot 10^3$ Па. Плотность воды 983 $кг/м^3$.

Контрольная работа №1. Задание 47

1. Какими параметрами характеризуют адгезию, когезию, смачивание и растекание? Какова взаимосвязь между этими параметрами?
2. Почему жидкость с малым поверхностным натяжением лучше смачивает поверхность данного тела, чем жидкость с большим поверхностным натяжением? Ответ обоснуйте с использованием соответствующих уравнений.
3. В таблице приведены данные об адсорбции паров воды на макропористом адсорбенте. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите предельную адсорбцию воды (A_∞).

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,68	7,72	17,77
A, моль/кг	6,28	9,20	14,89

4. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2 - вода, зная, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость (при 20^0C) на 18%. Плотность частиц CaF_2 примите равной 2500 кг/м^3, M = 78,1.

Контрольная работа №1. Задание 48

1. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее поверхностно-активных веществ? Рассчитайте, чему равен краевой угол, если коэффициент растекания равен нулю.
2. Каков физический смысл и какова взаимосвязь констант уравнений Генри, Ленгмюра и БЭТ?
3. На какую высоту поднимется вода между двумя вертикальными параллельными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними 0,5 мм? Поверхностное натяжение воды 72,7 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3. Краевой угол примите равным 0^0.
4. Используя уравнение БЭТ, рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции бензола:

p/p_s	0,07	0,17	0,24	0,38
A, моль/кг	0,30	0,42	0,49	0,64

Площадь, занимаемая одной молекулой бензола в монослое, равна 0,49 нм^2.

Контрольная работа №1. Задание 49

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов? По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры поверхностных явлений и дисперсных систем.
2. Перечислите исходные положения теории Ленгмюра. Как рассчитывают константы уравнения Ленгмюра?
3. Рассчитайте полную поверхностную энергию 100 г эмульсии бензола в воде с содержанием бензола 10% масс. и дисперсностью 2 мкм$^{-1}$ при температуре 20^0C. Плотность бензола 0,858 г/см^3, межфазное натяжение 28 мДж/м^2, $d\sigma/dT$ = -0,13 мДж/(м$^2 \cdot$K).
4. Найдите поверхностное натяжение воды, если в капилляре с внутренним диаметром 2 мм она поднялась на высоту 15 мм. Плотность жидкости равна 0,998 г/см^3. Краевой угол равен 0^0.

Контрольная работа №1. Задание 50

1. Какими параметрами характеризуют дисперсность (степень раздробленности) и какова взаимосвязь между ними?
2. В каких условиях и почему пар в капиллярах конденсируется при давлениях более низких, чем на плоской поверхности?
3. Рассчитайте: а). дополнительное давление внутри капель воды; б). равновесное давление пара над ними, если удельная поверхность системы 10^8 $м^{-1}$, а поверхностное натяжение воды 73 $мДж/м^2$, T = 298К, p_s = 2338 Па.
4. Определите: а). поверхностную активность; б). величину гиббсовской адсорбции поверхностно-активного вещества при его концентрации 0,04 ммоль/л по зависимости $\sigma = f(c)$ для водных растворов (температура 22^0C):

с, ммоль/л	0	0,025	0,05	0,08	0,10
σ, $мДж/м^2$	72,6	68,4	64,7	62,3	61,6

Далее приводятся **задания для контрольной работы №2**, которая проводится по второй трети курса.

Контрольная работа №2. Задание 1

1. Применительно к каким адсорбентам адсорбция описывается теорией капиллярной конденсации? При каких условиях наблюдается капиллярная конденсация?
2. Что собой представляют релаксационный эффект, электрофоретическое торможение и поверхностная проводимость? В каких случаях их необходимо учитывать при расчете дзета-потенциала?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 $нм^2$, поверхностное натяжение воды 71,66 $мДж/м^2$.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 2

1. Как рассчитываются кривые распределения пор по размерам из данных капиллярной конденсации и каково их назначение?
2. Какое явление называют перезарядкой поверхности? Какие изменения в структуре ДЭС происходят в результате перезарядки? Поясните ответ схемой.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 $г/см^3$, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно

0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа·с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 3

1. Как рассчитывают характеристическую кривую адсорбции? Что означает температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых?
2. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца - Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость при макроэлектрофорезе?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 4

1. Каковы особенности адсорбции на микропористых адсорбентах и какая теория используется для описания адсорбции на этих адсорбентах? Как определить общий объем пор у микропористого адсорбента?
2. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 5

1. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
2. Что понимают под толщиной диффузной части ДЭС? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей ДЭС?
3. Определите удельную поверхность (м^2/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/м^3, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/см^3, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/м^2.

Контрольная работа №2. Задание 6

1. Какие уравнения состояния используют для газообразных адсорбционных пленок? Как в них учитываются собственные размеры молекул и взаимодействие между ними?
2. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Что представляет собой дзета-потенциал?
3. Определите общий объем микропор (м^3/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/см^3.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1\cdot10^{-2}$ См·м$^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9\cdot10^{-2}$ См·м$^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9\cdot10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 7

1. Сформулируйте правило Дюкло - Траубе и поясните его физический смысл. В чем заключается обратимость этого правила и каковы его причины?
2. Расскажите об основных положениях теории Штерна строения ДЭС. Проиллюстрируйте схематически строение ДЭС в соответствии с этой теорией. Чем обусловлена перезарядка поверхности?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм^2, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м^2.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3\cdot10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 8

1. Как влияет электрический потенциал на поверхностное натяжение тел? Какими уравнениями выражается взаимосвязь между этими параметрами?
2. Назовите основные механизмы возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности и приведите примеры. Приведите общую схему строения ДЭС в соответствии с теорией Штерна и кратко ее опишите.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м^2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа·с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 9

1. Что собой представляет электрокапиллярная кривая? Какие количественные характеристики двойного электрического слоя можно определить по электрокапиллярным кривым?
2. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Что такое седиментационно-диффузионное равновесие?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 10

1. Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? Какова взаимосвязь этого параметра с размером частицы?
2. Каково назначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 11

1. Как рассчитываются кривые распределения пор по размерам из данных капиллярной конденсации и каково их назначение?
2. Что собой представляют релаксационный эффект, электрофоретическое торможение и поверхностная проводимость? В каких случаях их необходимо учитывать при расчете дзета-потенциала?
3. Определите удельную поверхность (м^2/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/м^3, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/см^3, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/м^2.

Контрольная работа №2. Задание 12

1. Как рассчитывают характеристическую кривую адсорбции? Что означает температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых?
2. Какое явление называют перезарядкой поверхности? Какие изменения в структуре ДЭС происходят в результате перезарядки? Поясните ответ схемой.
3. Определите общий объем микропор (м^3/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/см^3.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·м$^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·м$^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 13

1. Каковы особенности адсорбции на микропористых адсорбентах и какая теория используется для описания адсорбции на этих адсорбентах? Как определить общий объем пор у микропористого адсорбента?
2. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца - Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость при макроэлектрофорезе?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм^2, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м^2.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 14

1. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
2. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 15

1. Какие уравнения состояния используют для газообразных адсорбционных пленок? Как в них учитываются собственные размеры молекул и взаимодействие между ними?
2. Что понимают под толщиной диффузной части ДЭС? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей ДЭС?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 16

1. Сформулируйте правило Дюкло - Траубе и поясните его физический смысл. В чем заключается обратимость этого правила и каковы его причины?
2. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Что представляет собой дзета-потенциал?
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 17

1. Как влияет электрический потенциал на поверхностное натяжение тел? Какими уравнениями выражается взаимосвязь между этими параметрами?
2. Расскажите об основных положениях теории Штерна строения ДЭС. Проиллюстрируйте схематически строение ДЭС в соответствии с этой теорией. Чем обусловлена перезарядка поверхности?
3. Определите удельную поверхность (м^2/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/м^3, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.

4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

5. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/см^3, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/м^2.

Контрольная работа №2. Задание 18

1. Что собой представляет электрокапиллярная кривая? Какие количественные характеристики двойного электрического слоя можно определить по электрокапиллярным кривым?
2. Назовите основные механизмы возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности и приведите примеры. Приведите общую схему строения ДЭС в соответствии с теорией Штерна и кратко ее опишите.
3. Определите общий объем микропор (м^3/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/см^3.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·м$^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·м$^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 19

1. Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? Какова взаимосвязь этого параметра с размером частицы?
2. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Что такое седиментационно-диффузионное равновесие?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм^2, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м^2.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), Т =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 20

1. Применительно к каким адсорбентам адсорбция описывается теорией капиллярной конденсации? При каких условиях наблюдается капиллярная конденсация?
2. Каково назначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?

3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 21

1. Как рассчитывают характеристическую кривую адсорбции? Что означает температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых?
2. Что собой представляют релаксационный эффект, электрофоретическое торможение и поверхностная проводимость? В каких случаях их необходимо учитывать при расчете дзета-потенциала?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 22

1. Каковы особенности адсорбции на микропористых адсорбентах и какая теория используется для описания адсорбции на этих адсорбентах? Как определить общий объем пор у микропористого адсорбента?
2. Какое явление называют перезарядкой поверхности? Какие изменения в структуре ДЭС происходят в результате перезарядки? Поясните ответ схемой.
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 23

1. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?

2. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца - Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость при макроэлектрофорезе?
3. Определите удельную поверхность ($м^2$/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/$м^3$, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

5. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/$см^3$, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/$м^2$.

Контрольная работа №2. Задание 24

1. Какие уравнения состояния используют для газообразных адсорбционных пленок? Как в них учитываются собственные размеры молекул и взаимодействие между ними?
2. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
3. Определите общий объем микропор ($м^3$/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/$см^3$.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 25

1. Как рассчитываются кривые распределения пор по размерам из данных капиллярной конденсации и каково их назначение?
2. Что понимают под толщиной диффузной части ДЭС? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей ДЭС?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 $нм^2$, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/$м^2$.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), Т =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 26

1. Как влияет электрический потенциал на поверхностное натяжение тел? Какими уравнениями выражается взаимосвязь между этими параметрами?
2. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Что представляет собой дзета-потенциал?
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 27

1. Что собой представляет электрокапиллярная кривая? Какие количественные характеристики двойного электрического слоя можно определить по электрокапиллярным кривым?
2. Расскажите об основных положениях теории Штерна строения ДЭС. Проиллюстрируйте схематически строение ДЭС в соответствии с этой теорией. Чем обусловлена перезарядка поверхности?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 28

1. Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? Какова взаимосвязь этого параметра с размером частицы?
2. Назовите основные механизмы возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности и приведите примеры. Приведите общую схему строения ДЭС в соответствии с теорией Штерна и кратко ее опишите.
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 29

1. Применительно к каким адсорбентам адсорбция описывается теорией капиллярной конденсации? При каких условиях наблюдается капиллярная конденсация?
2. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Что такое седиментационно-диффузионное равновесие?
3. Определите удельную поверхность ($м^2$/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/$м^3$, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/$см^3$, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/$м^2$.

Контрольная работа №2. Задание 30

1. Сформулируйте правило Дюкло - Траубе и поясните его физический смысл. В чем заключается обратимость этого правила и каковы его причины?
2. Каковоназначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?
3. Определите общий объем микропор ($м^3$/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/$см^3$.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 31

1. Каковы особенности адсорбции на микропористых адсорбентах и какая теория используется для описания адсорбции на этих адсорбентах? Как определить общий объем пор у микропористого адсорбента?
2. Что собой представляют релаксационный эффект, электрофоретическое торможение и поверхностная проводимость? В каких случаях их необходимо учитывать при расчете дзета-потенциала?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 $нм^2$, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/$м^2$.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный

раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), Т =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 32

1. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
2. Какое явление называют перезарядкой поверхности? Какие изменения в структуре ДЭС происходят в результате перезарядки? Поясните ответ схемой.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 33

1. Какие уравнения состояния используют для газообразных адсорбционных пленок? Как в них учитываются собственные размеры молекул и взаимодействие между ними?
2. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца - Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость при макроэлектрофорезе?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 34

1. Как рассчитываются кривые распределения пор по размерам из данных капиллярной конденсации и каково их назначение?
2. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.

4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^0С.

Контрольная работа №2. Задание 35

1. Как влияет электрический потенциал на поверхностное натяжение тел? Какими уравнениями выражается взаимосвязь между этими параметрами?
2. Что понимают под толщиной диффузной части ДЭС? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей ДЭС?
3. Определите удельную поверхность ($м^2$/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/$м^3$, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/$см^3$, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/$м^2$.

Контрольная работа №2. Задание 36

1. Что собой представляет электрокапиллярная кривая? Какие количественные характеристики двойного электрического слоя можно определить по электрокапиллярным кривым?
2. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Что представляет собой дзета-потенциал?
3. Определите общий объем микропор ($м^3$/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/$см^3$.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 37

1. Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? Какова взаимосвязь этого параметра с размером частицы?
2. Расскажите об основных положениях теории Штерна строения ДЭС. Проиллюстрируйте схематически строение ДЭС в соответствии с этой теорией. Чем обусловлена перезарядка поверхности?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и

концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм^2, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м^2.

4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 38

1. Применительно к каким адсорбентам адсорбция описывается теорией капиллярной конденсации? При каких условиях наблюдается капиллярная конденсация?
2. Назовите основные механизмы возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности и приведите примеры. Приведите общую схему строения ДЭС в соответствии с теорией Штерна и кратко ее опишите.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 39

1. Сформулируйте правило Дюкло-Траубе и поясните его физический смысл. В чем заключается обратимость этого правила и каковы его причины?
2. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Что такое седиментационно-диффузионное равновесие?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 40

1. Как рассчитывают характеристическую кривую адсорбции? Что означает температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых?
2. Каково назначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?

3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^0С.

Контрольная работа №2. Задание 41

1. Что собой представляют релаксационный эффект, электрофоретическое торможение и поверхностная проводимость? В каких случаях их необходимо учитывать при расчете дзета-потенциала?
2. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
3. Определите удельную поверхность ($м^2$/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/$м^3$, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

5. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/$см^3$, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/$м^2$.

Контрольная работа №2. Задание 42

1. Какие уравнения состояния используют для газообразных адсорбционных пленок? Как в них учитываются собственные размеры молекул и взаимодействие между ними?
2. Какое явление называют перезарядкой поверхности? Какие изменения в структуре ДЭС происходят в результате перезарядки? Поясните ответ схемой.
3. Определите общий объем микропор ($м^3$/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/$см^3$.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 43

1. Как рассчитываются кривые распределения объема пор по размерам из данных капиллярной конденсации и каково их назначение?

2. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость при макроэлектрофорезе?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 нм^2, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/м^2.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Контрольная работа №2. Задание 44

1. Как влияет электрический потенциал на поверхностное натяжение тел? Какими уравнениями выражается взаимосвязь между этими параметрами?
2. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/p_s	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см^3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м^2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 45

1. Что собой представляет электрокапиллярная кривая? Какие количественные характеристики двойного электрического слоя можно определить по электрокапиллярным кривым?
2. Каким параметром характеризуют интенсивность броуновского движения? Какова взаимосвязь этого параметра с размером частицы?
3. Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор адсорбента по размерам, используя данные капиллярной конденсации метанола на силикагеле при 293К:

p/ps	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
А, моль/кг (адсорбция)	0,8	1,3	1,6	2,2	3,4	3,9
А, моль/кг (десорбция)	0,8	1,4	1,7	3,0	3,7	3,9

Плотность метанола 0,788 г/см3, поверхностное натяжение 22,6 мДж/м^2.

4. Рассчитайте скорость перемещения сферических частиц золя при электрофорезе, если ζ-потенциал частиц составляет 42 мВ, расстояние между электродами равно 0,45 м, а напряжение, приложенное к электродам, составляет 140 В. Вязкость среды 1 мПа.с, диэлектрическая проницаемость 80.

Контрольная работа №2. Задание 46

1. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Что представляет собой дзета-потенциал?
2. Как рассчитывают характеристическую кривую адсорбции? Что означает температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых?
3. Пользуясь уравнением Дубинина-Радушкевича, определите общий объем микропор в одном килограмме канальной сажи на основе данных об адсорбции паров бензола. Плотность бензола равна 0,88 г/см^3.

p/p_s	0,3	0,4	0,5	0,6
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60	1,90

4. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходил при следующих условиях: расстояние между электродами 0,45 м, напряжение 150 В; за 25 минут границы переместились на 13 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал частиц, если ε = 78,2, η = 0,89 мПа·с.

Контрольная работа №2. Задание 47

1. Применительно к каким адсорбентам адсорбция описывается теорией капиллярной конденсации? При каких условиях наблюдается капиллярная конденсация?
2. Расскажите об основных положениях теории Штерна строения ДЭС. Проиллюстрируйте схематически строение ДЭС в соответствии с этой теорией. Чем обусловлена перезарядка поверхности?
3. Рассчитайте ζ-потенциал частиц бентонитовой глины по следующим данным: при электрофорезе частицы глины перемещаются за 15 минут на 6 мм к аноду. Напряжение, приложенное к электродам, равно 100 В, расстояние между электродами 30 см. Диэлектрическая проницаемость воды составляет 78,2, вязкость воды примите равной 0,89 мПа.с.
4. Среднеквадратичное значение проекции смещения частиц гидрозоля металлического серебра в воде за 2 сек. составляет 9 мкм. Рассчитайте радиус частиц, если вязкость среды равна 0,8 мПа·с при температуре 30^{0}С.

Контрольная работа №2. Задание 48

1. Сформулируйте правило Дюкло - Траубе и поясните его физический смысл. В чем заключается обратимость этого правила и каковы его причины?
2. Назовите основные механизмы возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности и приведите примеры. Приведите общую схему строения ДЭС в соответствии с теорией Штерна и кратко ее опишите.
3. Определите удельную поверхность (м^2/кг) порошка BaSO4, если его частицы оседают в водной среде с высоты 0,226 м за 1350 с. Частицы имеют сферическую форму. Плотность BaSO4 равна 4500 кг/м^3, вязкость воды примите равной 1 мПа·с.
4. Ниже приведены изотермы адсорбции и десорбции паров воды в порах активного угля при 298К:

$p \cdot 10^{-2}$, Па	4,6	9,3	14,0	21,0	23,3
А, моль/кг (адсорбция)	0,5	1,5	3,5	24,0	28,5
А, моль/кг (десорбция)	0,5	1,5	13,0	28,0	28,5

Рассчитайте и постройте интегральную кривую распределения объема пор по размерам. Плотность воды 1,0 г/см^3, p_s = 2338 Па, σ= 71,96 мДж/м^2.

Контрольная работа №2. Задание 49

1. Каковы особенности адсорбции на микропористых адсорбентах и какая теория используется для описания адсорбции на этих адсорбентах? Как определить общий объем пор у микропористого адсорбента?
2. Каковы условия соблюдения закона Стокса при седиментации? Что такое седиментационно-диффузионное равновесие?
3. Определите общий объем микропор ($м^3$/кг) сажи (по уравнению Дубинина-Радушкевича), используя данные об адсорбции бензола на саже. Плотность бензола 0,8 г/$см^3$.

p/p_s	0,1	0,2	0,3	0,4
А, моль/кг	0,40	0,58	0,65	0,70

4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц корунда в водном растворе электролита по следующим данным: скорость электроосмоса через корундовую мембрану 1,8 мл/мин, удельная электропроводность раствора $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, поверхностная проводимость $1{,}9 \cdot 10^{-2}$ См·$м^{-1}$, вязкость раствора 1 мПа·с, сила тока $9 \cdot 10^{-3}$ А, диэлектрическая проницаемость раствора 80,1.

Контрольная работа №2. Задание 50

1. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? При ответе используйте схему ДЭС и соответствующие уравнения.
2. Каковоназначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид кривых распределения по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?
3. Адсорбция растворенного в воде ПАВ на поверхности раствор-воздух подчиняется уравнению Ленгмюра. При концентрации ПАВ 0,1 моль/л степень заполнения поверхности θ = 0,4. Рассчитайте поверхностное натяжение при 300К и концентрации ПАВ в растворе 0,2 моль/л. Молекула ПАВ занимает на поверхности площадь 0,2 $нм^2$, поверхностное натяжение воды 71,66 мДж/$м^2$.
4. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от межфазной поверхности. Дисперсионной средой является водный раствор $CaCl_2$ с концентрацией $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л (индифферентный электролит), T =293К, ε= 80,1, φ_δ = 0,03 В.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения: *ОПК-1.4, 1.8, 1.11.*

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Коллоидная химия» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является *экзамен.*

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *к экзамену* по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на экзамене:*

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, ….
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине, …
«удовлетвори-тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой, …
«неудовле-творительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса и одну задачу. Оценка в баллах выставляется в соответствии со следующей таблицей.

№ задания	1	2	3	**Σ**
Оценка (баллы)	15	15	10	40

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ*
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	18.03.01 Химическая технология

Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 1

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Поверхностная энергия и поверхностные явления. Количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем. Коллоидная химия и химическая технология.

2. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.

3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, используя уравнение БЭТ. Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, составляет $16 \cdot 10^{-20}$ м^2.

p/p_s	0,0286	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 2	

1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.

2. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.

3. В таблице приведены данные по адсорбции паров воды макропористым адсорбентом при комнатной температуре. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите емкость адсорбционного монослоя:

$p \cdot 10^{-3}$, Па	4,68	7,72	17,77
А, моль/кг	6,28	9,22	14,89

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 3	

1. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

2. Современная теория строения ДЭС (теория Штерна); роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы.

3. Рассчитайте время половинной коагуляции аэрозоля с дисперсностью частиц $2{,}5 \cdot 10^{8}$ м$^{-1}$ и концентрацией $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ кг/м^{3}, если константа быстрой коагуляции Смолуховского равна $3 \cdot 10^{-19}$ м^{3}/с. Плотность частиц аэрозоля примите равной 2200 кг/м^{3}.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 4	

1. Адгезия и смачивание; определения. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание.

2. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Вывод уравнения Смолуховского для электроосмоса (или электрофореза). Эффекты, не учитываемые уравнением Смолуховского (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект).

3. По результатам измерения адсорбции азота на активированном угле рассчитайте удельную поверхность адсорбента (величина адсорбции указана в расчете на азот при нормальных условиях):

$p \cdot 10^{-2}$, Па	1,85	4,01	68,89
$A \cdot 10^{3}$, м^{3}/кг	5,06	9,90	40,83

Плотность азота: 1,25 кг/м^{3}; площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое: $16 \cdot 10^{-20}$ м^{2}/молекула. При расчете примите, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 5	

1. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).
2. Вывод уравнения для скорости осаждения частиц в гравитационном поле. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ, расчет и назначение кривых распределения частиц по размерам.
3. Используя уравнение Эйнштейна, рассчитайте вязкость золя AgCl, имеющего концентрацию 10% мас. и содержащего сферические частицы. Плотность AgCl: $5{,}56 \cdot 10^3$ кг/м^3; вязкость и плотность дисперсионной среды составляют 10^{-3}Па·с и 10^3 кг/м^3, соответственно.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 6	

1. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции и температуру фазового перехода.
2. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона.

3. Для отрицательно заряженного гидрозоля As_2S_3 порог коагуляции при добавлении KCl равен 49 ммоль/л. Используя закон Дерягина, рассчитайте пороги коагуляции для таких электролитов как Na_2SO_4, $MgCl_2$ и $AlCl_3$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 7	

1. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.

2. Седиментационно-диффузионное равновесие (гипсометрический закон). Вывод уравнения. Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

3. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходит при следующих условиях: расстояние между электродами 25 см, напряжение 100 В, за 15 мин. частицы переместились на 11 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал, учитывая что ε=78,2, а $\eta=9{,}9\cdot10^{-4}$ Па·с.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 8	

1. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Вывод уравнения для энергии дисперсионного взаимодействия атома адсорбата с адсорбентом. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции.

2. Два вида устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Примеры лиофильных и лиофобных дисперсных систем.

3. Используя гипсометрический закон, рассчитайте для золя Al_2O_3 высоту, на которой концентрация частиц уменьшается в *e* раз. Принять, что форма частиц сферическая, удельная поверхность дисперсной фазы $3\cdot10^8$ м$^{-1}$, плотность Al_2O_3 $4\cdot10^3$ кг/м^3, плотность дисперсионной среды 10^3 кг/м^3, температура 20^0С.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 9	

1. Мономолекулярная адсорбция, форма изотермы адсорбции. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ. Линейная форма уравнения Ленгмюра.

2. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.

3. Определите поверхностную и полную (внутреннюю) поверхностную энергию 4 г водяного тумана, имеющего частицы с дисперсностью $5 \cdot 10^7$ м$^{-1}$. t = 20^0C; σ = 72 мДж/м^2; dσ/dT = -0,16 мДж/(м^2·К); ρ = 10^3 кг/м^3.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 10	

1. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.
2. Лиофильные дисперсные системы. Истинно растворимые и коллоидные ПАВ, их классификация. Мицеллообразование, строение мицелл; методы определения ККМ. Факторы, влияющие на ККМ.
3. Определите диаметр капилляра, если хлороформ поднялся в нем на высоту 12,3 см. σ = 27 мДж/м^2; Δρ = $1{,}49 \cdot 10^3$ кг/м^3; Θ = 0^0.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 11	

1. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.
2. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.
3. Гидрозоль AgI получен добавлением 8 мл раствора KI с концентрацией 0,05 моль/л к 10 мл раствора $AgNO_3$ с концентрацией 0,02 моль/л. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя и объясните строение ДЭС.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии

_____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	**18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 12	

1. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

2. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.

3. Рассчитайте поверхностное натяжение воды, если известно, что в капилляре диаметром 1 мм она поднимается на высоту 2,95 см. $\Delta\rho = 998$ кг/м^3; $\Theta = 0^0$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 13	

1. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и афинность характеристических кривых.

2. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Уравнение для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

3. Растворенное в воде ПАВ адсорбируется на поверхности раздела ртуть-вода в соответствии с уравнением Ленгмюра. При этом, при концентрации ПАВ 0,2 моль/л степень заполнения поверхности равна 0,5. Рассчитайте значение межфазного поверхностного натяжения на границе ртуть-раствор при 25^{0}С и $C_{пав}$ = 0,1 моль/л, учитывая, что в отсутствие ПАВ поверхностное натяжение составляет 0,375 Дж/м^2, а площадь, занимаемая молекулой ПАВ в монослое, равна $20 \cdot 10^{-20}$ м^2.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии

_____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	**18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 14	

1. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.

2. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации лиофобных дисперсных систем.

3. Определите удельную поверхность ($м^2/г$) порошка сульфата бария, если известно, что его частицы сферической формы оседают в водной среде с высоты 22,6 см за 1350 с. Плотность сульфата бария равна 4,5 $г/см^3$; плотность и вязкость воды составляют 1 $г/см^3$ и 10^{-3}Па·с, соответственно.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 15	

1. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри. Поверхностное давление адсорбционной пленки. Уравнение состояния двумерного газа на поверхности жидкости; различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.
2. Структурообразование по теории ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим свойствам.
3. Рассчитайте концентрацию частиц гидрозоля золота через 300 с от начала быстрой коагуляции, если начальная концентрация составляла $2 \cdot 10^{15}$ частиц/$м^3$; вязкость дисперсионной среды 10^{-3}Па·с при 25^0С.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 16	

1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.

2. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Кривые течения реальных жидкообразных и твердообразных структурированных систем.

3. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от поверхности (пренебрегая толщиной слоя Гельмгольца). Дисперсионная среда - водный раствор $ZnCl_2$ с концентрацией 10^{-4} моль/л (индифферентный электролит); $t = 20^0C$, $\varepsilon = 80,1$, потенциал диффузного слоя 45 мВ.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 17	

1. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса в общем виде. Частное выражение уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

2. Ньютоновские жидкости, уравнения Ньютона и Пуазейля. Методы измерения вязкости. Уравнение Эйнштейна для вязкости дисперсных систем, границы его применения.

3. Рассчитайте ζ-потенциал по данным электроосмоса через корундовую (Al_2O_3) мембрану: при силе тока 0,015 А за 60 с перенесено 1,2 мл раствора, удельная электропроводность которого 0,012 $Ом^{-1}\cdot м^{-1}$. Поверхностная проводимость 0,005 $Ом^{-1}\cdot м^{-1}$, вязкость раствора 10^{-3}Па·с, $\varepsilon = 81$, $\varepsilon_0 = 8,85\cdot 10^{-12}$ Ф/м.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 18	

1. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей как поверхностные явления; общность и различие этих явлений. Условия растекания, коэффициент растекания по Гаркинсу. Влияние ПАВ на смачивание и растекание.

2. Седиментационный анализ. Кривые распределения частиц по размерам, их расчет и назначение. Седиментация в центробежном поле.

3. Рассчитайте толщину диффузной части ДЭС частиц гидрозоля AgI при 25^0C. Дисперсионная среда золя (ε=77) содержит $Ba(NO_3)_2$ (M=261) с концентрацией 50 г/м^3. Во сколько раз изменится толщина диффузной части, если концентрацию $Ba(NO_3)_2$ повысить в 4 раза?

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 19	

1. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).

2. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Следствия из теории броуновского движения.

3. Для положительно заряженного гидрозоля гидроксида алюминия порог быстрой коагуляции при добавлении NaCl равен 44 ммоль/л. Используя закон Дерягина, рассчитайте пороги коагуляции для электролитов $BaCl_2$, $MgSO_4$ и $K_3Fe(CN)_6$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 20	

1. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции.

2. Седиментационно-диффузионное равновесие (гипсометрический закон). Вывод уравнения. Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

3. Рассчитайте разность уровней воды в двух сообщающихся капиллярах диаметрами 0,1 и 0,3 мм при 20^0C. Поверхностное натяжение и плотность воды составляют, соответственно, 72,75 мДж/м^2 и 0,998 г/см^3.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 21	

1. Мономолекулярная адсорбция, форма изотермы адсорбции. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ. Линейная форма уравнения Ленгмюра.
2. Строение двойного электрического слоя по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы.
3. Рассчитайте избыточное давление внутри капель воды и равновесное давление пара при 20^0С для аэрозоля с удельной поверхностью 10^8 $м^{-1}$. Поверхностное натяжение воды 73 мДж/$м^2$, плотность 1 г/$см^3$, P_s = 2306 Па.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 22	

1. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.
2. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.
3. Рассчитайте численную концентрацию золя Al_2O_3, если известно, что его массовая концентрация равна 0,3 кг/$м^3$. Коэффициент диффузии частиц $2 \cdot 10^{-6}$ $м^2$/сутки, плотность Al_2O_3 4 г/$см^3$, вязкость среды 10^{-3}Па·с, температура 25^0С.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 23	

1. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.
2. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.
3. Рассчитайте работу адгезии и коэффициент растекания для системы вода-графит, если известно, что краевой угол равен 90^0, а поверхностное натяжение воды 72 мДж/м^2.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 24	

1. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.
2. Лиофильные дисперсные системы. Истинно растворимые и коллоидные ПАВ, их классификация. Строение мицелл и методы определения ККМ. Факторы, влияющие на ККМ.
3. Найдите графически время половинной коагуляции и начальную концентрацию частиц по изменению общей концентрации частиц при коагуляции лиофобной дисперсной системы:

τ, с	7,0	13,3	20,2
$\nu \cdot 10^{-15}$, частиц/м^3	24,2	19,9	16,7

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 25	

1. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых.
2. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Константа Гамакера и ее

физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.

3. Рассчитайте межфазное натяжение в системе CaF_2-вода, если известно, что растворимость частиц CaF_2 диаметром 0,3 мкм превышает нормальную растворимость на 18% при 20^0С. Плотность частиц CaF_2 составляет 2500 кг/м^3, а молярная масса - 78 г/моль.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 26	

1. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.

2. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Уравнение для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

3. Какую долю составляет давление паров воды в капиллярах радиусом 0,1 и 0,01 мкм от нормального давления насыщенного пара при 25^0С ? При расчетах примите, что краевой угол равен нулю, поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м^2, плотность воды 998 кг/м^3.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 27	

1. Поверхностно-активные вещества. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность (правило Траубе-Дюкло). Вывод уравнения Шишковского. Поверхностное давление. Агрегатное состояние адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра.

2. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации лиофобных дисперсных систем.

3. Используя уравнение Дубинина-Радушкевича, рассчитайте объем микропор сажи на основе данных об адсорбции паров бензола (мольный объем бензола 88,8 см^3/моль):

P/P_s	0,3	0,4	0,5
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 28	

1. Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Поверхностная энергия. Количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем. Коллоидная химия и химическая технология.
2. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Кривые течения реальных жидкообразных и твердообразных структурированных систем.
3. Рассчитайте концентрацию частиц гидрозоля золота через 300 с от начала быстрой коагуляции, если начальная концентрация составляла $2 \cdot 10^{15}$ частиц/м^3; вязкость дисперсионной среды 10^{-3}Па·с при 25^{0}С.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 29	

1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.
2. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.
3. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента по изотерме адсорбции азота, используя уравнение БЭТ. Площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое, составляет 16.10-20 м^2.

p/ps	0,0286	0,136	0,200
А, моль/кг	2,16	3,02	3,33

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 30	

1. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

2. Современная теория строения ДЭС (теория Штерна); роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы (формулы ДЭС).

3. В таблице приведены данные по адсорбции паров воды макропористым адсорбентом при комнатной температуре. Пользуясь уравнением Ленгмюра, определите емкость адсорбционного монослоя:

$p \cdot 10^{-3}$, Па	4,68	7,72	17,77
A, моль/кг	6,28	9,22	14,89

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 31	

1. Адгезия и смачивание; определения. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание.

2. Электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал. Уравнение Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые уравнением Смолуховского (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект).

3. Рассчитайте время половинной коагуляции аэрозоля с дисперсностью частиц $2{,}5 \cdot 10^{8}$ м$^{-1}$ и концентрацией $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ кг/м^3, если константа быстрой коагуляции Смолуховского равна $3 \cdot 10^{-19}$ м^3/с. Плотность частиц аэрозоля примите равной 2200 кг/м^3.

«Утверждаю»	*Министерство науки и высшего образования РФ*

Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	**Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева**
	Кафедра коллоидной химии
	18.03.01 Химическая технология
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 32	

1. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).

2. Вывод уравнения для скорости осаждения частиц в гравитационном поле. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ, расчет и назначение кривых распределения частиц по размерам.

3. По результатам измерения адсорбции азота на активированном угле рассчитайте удельную поверхность адсорбента (величина адсорбции указана в расчете на азот при нормальных условиях):

$p \cdot 10^{-2}$, Па	1,85	4,01	68,89
$A \cdot 10^{3}$, м^3/кг	5,06	9,90	40,83

Плотность азота: 1,25 кг/м^3; площадь, занимаемая молекулой азота в плотном монослое: $16 \cdot 10^{-20}$ м^2/молекула. При расчете примите, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ*
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	18.03.01 Химическая технология
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 33	

1. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость и константу равновесия химической реакции.

2. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона.

3. Используя уравнение Эйнштейна, рассчитайте вязкость золя AgCl, имеющего концентрацию 10% мас. и содержащего сферические частицы. Плотность AgCl: $5{,}56 \cdot 10^3$ кг/м^3; вязкость и плотность дисперсионной среды составляют 10^{-3}Па·с и 10^3 кг/м^3, соответственно.

«Утверждаю»	*Министерство науки и высшего образования РФ*

Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	**Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева**
	Кафедра коллоидной химии
	18.03.01 Химическая технология
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 34	

4. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.

1. Седиментационно-диффузионное равновесие (гипсометрический закон). Вывод уравнения. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

2. Для отрицательно заряженного гидрозоля As_2S_3 порог коагуляции при добавлении KCl равен 49 ммоль/л. Используя закон Дерягина, рассчитайте пороги коагуляции для таких электролитов как Na_2SO_4, $MgCl_2$ и $AlCl_3$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ*
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра коллоидной химии
	18.03.01 Химическая технология
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 35	

1. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Вывод уравнения для энергии дисперсионного взаимодействия атома адсорбата с адсорбентом. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции.

2. Два вида устойчивости дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Примеры лиофильных и лиофобных дисперсных систем.

3. Электрофорез дисперсии бентонитовой глины происходит при следующих условиях: расстояние между электродами 25 см, напряжение 100 В, за 15 мин. частицы переместились на 11 мм к аноду. Рассчитайте ζ-потенциал, учитывая что ε=78,2, а $\eta=9{,}9\cdot10^{-4}$ Па·с.

«Утверждаю»	*Министерство науки и высшего образования РФ*

Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	**Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 36	

1. Мономолекулярная адсорбция. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ, форма изотермы адсорбции. Линейная форма уравнения Ленгмюра.
2. Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика ПАВ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ в водных и углеводородных средах. Солюбилизация.
3. Используя гипсометрический закон, рассчитайте для золя Al_2O_3 высоту, на которой концентрация частиц уменьшается в *e* раз. Принять, что форма частиц сферическая, удельная поверхность дисперсной фазы $3 \cdot 10^8$ м$^{-1}$, плотность Al_2O_3 $4 \cdot 10^3$ кг/м^3, плотность дисперсионной среды 10^3 кг/м^3, температура 20^0С.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 37	

1. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.
2. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.
3. Определите поверхностную и полную (внутреннюю) поверхностную энергию 4 г водяного тумана, имеющего частицы с дисперсностью $5 \cdot 10^7$ м$^{-1}$. t = 20^0С; σ = 72 мДж/м^2; $d\sigma/dT$ = -0,16 мДж/(м$^2 \cdot$К); $\rho = 10^3$ кг/м^3.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**

Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 38

1. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.
2. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.
3. Определите диаметр капилляра, если хлороформ поднялся в нем на высоту 12,3 см. σ = 27 мДж/м^2; $\Delta\rho = 1{,}49 \cdot 10^3$ кг/м^3; $\Theta = 0^0$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 39	

1. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.
2. Природа сил притяжения и отталкивания между частицами в дисперсных системах. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Константа Гамакера и ее физический смысл. Анализ зависимости суммарной энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними.
3. Гидрозоль AgI получен добавлением 8 мл раствора KI с концентрацией 0,05 моль/л к 10 мл раствора $AgNO_3$ с концентрацией 0,02 моль/л. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя и объясните строение ДЭС.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 40	

1. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и афинность характеристических кривых.

2. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Уравнение для энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Потенциальные кривые взаимодействия частиц для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

3. Рассчитайте поверхностное натяжение воды, если известно, что в капилляре диаметром 1 мм она поднимается на высоту 2,95 см. $\Delta\rho$ = 998 кг/м^3; $\Theta = 0^0$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 41	

1. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.

2. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце-Гарди и закон Дерягина. Способы стабилизации лиофобных дисперсных систем.

3. Растворенное в воде ПАВ адсорбируется на поверхности раздела ртуть-вода в соответствии с уравнением Ленгмюра. При этом, при концентрации ПАВ 0,2 моль/л степень заполнения поверхности равна 0,5. Рассчитайте значение межфазного поверхностного натяжения на границе ртуть-раствор при 25^{0}С и $C_{пав}$ = 0,1 моль/л, учитывая, что в отсутствие ПАВ поверхностное натяжение составляет 0,375 Дж/м^2, а площадь, занимаемая молекулой ПАВ в монослое, равна $20 \cdot 10^{-20}$ м^2.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 42	

1. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ при соблюдении закона Генри. Поверхностное давление адсорбционной пленки. Уравнение состояния двумерного газа на поверхности жидкости; различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.
2. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.
3. Определите удельную поверхность ($м^2$/г) порошка сульфата бария, если известно, что его частицы сферической формы оседают в водной среде с высоты 22,6 см за 1350 с. Плотность сульфата бария равна 4,5 г/$см^3$; плотность и вязкость воды составляют 1 г/$см^3$ и 10^{-3}Па·с, соответственно.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 43	

1. Поверхностное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Вывод уравнения для полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса-Гельмгольца). Зависимость термодинамических параметров поверхности от температуры.

2. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.

3. Используя уравнение Дубинина-Радушкевича, рассчитайте общий объем микропор сажи на основе данных об адсорбции паров бензола (мольный объем бензола 88,8 $см^3$/моль):

p/p_s	0,3	0,4	0,5
А, моль/кг	1,10	1,38	1,60

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 44	

1. Метод избытков Гиббса. Вывод фундаментального адсорбционного уравнения Гиббса в общем виде. Частное выражение уравнения Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

2. Ньютоновские жидкости, уравнения Ньютона и Пуазейля. Методы измерения вязкости. Уравнение Эйнштейна для вязкости дисперсных систем, условия его применения.

3. Используя уравнение Гуи-Чепмена, рассчитайте значение потенциала на расстоянии 10 и 30 нм от поверхности (пренебрегая толщиной слоя Гельмгольца). Дисперсионная среда - водный раствор $ZnCl_2$ с концентрацией 10^{-4} моль/л (индифферентный электролит); $t = 20^0C$, $\varepsilon = 80,1$, потенциал диффузного слоя 45 мВ.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 45	

1. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей как поверхностные явления; общность и различие этих явлений. Условия растекания, коэффициент растекания по Гаркинсу. Влияние ПАВ на смачивание и растекание.

2. Седиментационный анализ. Кривые распределения частиц по размерам, их расчет и назначение.

3. Рассчитайте ζ-потенциал по данным электроосмоса через корундовую (Al_2O_3) мембрану: при силе тока 0,015 А за 60 с перенесено к катоду 1,2 мл раствора, удельная электропроводность которого 0,012 $Ом^{-1}\cdot м^{-1}$. Поверхностная проводимость 0,005 $Ом^{-1}\cdot м^{-1}$, вязкость раствора 10^{-3}Па·с, $\varepsilon = 81$, $\varepsilon_0 = 8,85\cdot 10^{-12}$ Ф/м.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 46	

1. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел (вывод и анализ уравнения Лапласа). Капиллярные явления (уравнение Жюрена).

2. Природа броуновского движения. Понятие и определение среднеквадратичного сдвига по выбранному направлению. Взаимосвязь между среднеквадратичным сдвигом и коэффициентом диффузии (вывод закона Эйнштейна-Смолуховского). Следствия из теории броуновского движения.

3. Рассчитайте толщину диффузной части ДЭС частиц гидрозоля AgI при 25^0C. Дисперсионная среда золя (ε=77) содержит $Ba(NO_3)_2$ (M=261) с концентрацией 50 г/$м^3$. Во сколько раз изменится толщина диффузной части, если концентрацию $Ba(NO_3)_2$ повысить в 4 раза?

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 47	

1. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Вывод уравнения капиллярной конденсации Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции.

2. Диффузионно-седиментационное равновесие (гипсометрический закон). Вывод уравнения. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.

3. Для положительно заряженного гидрозоля гидроксида алюминия порог быстрой коагуляции при добавлении NaCl равен 44 ммоль/л. Используя закон Дерягина, рассчитайте пороги коагуляции для электролитов $BaCl_2$, $MgSO_4$ и $K_3Fe(CN)_6$.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) « » _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 48	

1. Мономолекулярная адсорбция. Уравнение Генри. Основные положения теории Ленгмюра, вывод уравнения и его анализ, форма изотермы адсорбции. Линейная форма уравнения Ленгмюра.

2. Строение двойного электрического слоя по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы.

3. Рассчитайте разность уровней воды в двух сообщающихся капиллярах диаметрами 0,1 и 0,3 мм при 20^0С. Поверхностное натяжение и плотность воды составляют, соответственно, 72,75 мДж/м^2 и 0,998 г/см^3.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 49	

1. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.

2. Моделирование реологических свойств тел, модель и уравнение Бингама. Кривые течения и вязкости жидкообразной и твердообразной структурированных систем. Ползучесть, предел текучести.

3. Рассчитайте избыточное давление внутри капель воды и равновесное давление пара при 20^0С для аэрозоля с удельной поверхностью 10^8 м$^{-1}$. Поверхностное натяжение воды 73 мДж/м^2, плотность 1 г/см^3, P_s = 2306 Па.

«Утверждаю» Заведующий кафедрой коллоидной химии _____ _В.В. Назаров _ (Подпись) (И. О. Фамилия) «__» _____ 2022 г.	*Министерство науки и высшего образования РФ* **Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева** Кафедра коллоидной химии **18.03.01 Химическая технология**
Э К З А М Е Н А Ц И О Н Н Ы Й Б И Л Е Т № 50	

1. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.

2. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому (вывод уравнения). Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

3. Рассчитайте численную концентрацию золя Al_2O_3, если известно, что его массовая концентрация равна 0,3 кг/м^3. Коэффициент диффузии частиц $2\cdot10^{-6}$ м^2/сутки, плотность Al_2O_3 4 г/см^3, вязкость среды 10^{-3}Па·с, температура 25^0С.

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения: ОПК-1.4, ОПК-1.8, ОПК-1.11.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «Коллоидная химия»:

Профессор, д.х.н. В.В. Назаров
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

_____ _____ _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Коллоидная химия» одобрены на заседании кафедры Коллоидной химии, протокол № 11 от «18» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой Коллоидной химии
(наименование кафедры)

Профессор, д.х.н. В.В. Назаров
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Профессор кафедры Физической химии
(наименование кафедры)

Проф, д.х.н В.Ю. Конюхов _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Коллоидная химия**»**
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

основной образовательной программы
18.03.01 Химическая технология

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
_____ФЕН_____

_____ / _Ф.А. Колоколов__
(подпись) И.О. Фамилия
«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МАТЕМАТИКА

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022 г.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина **«Математика»** включает **13** разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «**Математика**» предусматривает проведение практических занятий в объеме **144** ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в **четырех** семестрах. Практические занятия охватывают все **13** разделов. Целью выполнения практический занятий является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента бакалавриата.

Совокупная оценка текущей работы студента бакалавриата в **четырех** семестрах складывается из оценок за выполнение контрольных работ: **3** контрольные работы в **1** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы во **2** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **3** семестре (максимальная оценка за каждую контрольную работу **20** баллов); **3** контрольные работы в **4** семестре (максимальная оценка за первую и вторую контрольные работы по **30** баллов и за третью контрольную работу 4**0** баллов).

Максимальная оценка текущей работы в **1, 2** и **3** семестрах составляет **60** баллов и в **4** семестре **100** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов завершается контролем его освоения в форме **зачета с оценкой** в **1** семестре (максимальная оценка **40** баллов), **экзаменов** во **2** семестре (максимальная оценка **40** баллов) и **в 3** семестре (максимальная оценка **40** баллов).

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 4.1. либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина **«Математика»** изучается в **1-4** семестрах бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по дисциплинам предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов организовано в виде традиционных лекций и практических занятий.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «**Математика**», является формирование у студентов компетенций, предусмотренных данной учебной программой. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на использование знаний, полученных при изучении курса в дальнейшем практическом применении.

В **Вводной части** дисциплины освещается предмет и методы математики, описание основных разделов курса. Правила и требования при изучении курса.

В **Разделе 1** «**Элементы алгебры**» необходимо рассмотреть следующие вопросы: числовые множества, комплексные числа; определители II и III порядков; векторы: основные понятия, скалярное, векторное и смешанное произведения векторов; аналитическая геометрия: прямая на плоскости, кривые II порядка; матрицы: действия над матрицами, приведение к ступенчатому виду и виду Гаусса, ранг матриц, обратная матрица; решение систем линейных алгебраических уравнений; собственные числа и векторы.

В **Разделе 2 «Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: элементарные функции; способы задания функции; предел функции в точке и на бесконечности; односторонние пределы; бесконечно малые и бесконечно большие функции; свойства пределов; первый и второй замечательные пределы; непрерывность функции в точке и на промежутке; свойства

функций, непрерывных на отрезках; точки разрыва функции и их классификация; основные теоремы о пределах; непрерывность функции в точке и на промежутке.

В **Разделе 3 «Дифференциальное исчисление функции одной переменной»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: производная функции, ее геометрический и механический смысл; правила дифференцирования; дифференциал функции; производная сложной функции; основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя; производные высших порядков; локальный экстремум функции; необходимые и достаточные условия экстремума; признаки выпуклости и вогнутости функции; точки перегиба; необходимое и достаточное условия перегиба; асимптоты функции; общая схема исследования функций, построение их графиков.

В **Разделе 4 «Интегральное исчисление функции одной переменной»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: первообразная функции; неопределенный интеграл и его свойства; методы интегрирования: непосредственное интегрирование, интегрирование подстановкой, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование иррациональных и тригонометрических функций; определенный интеграл и его свойства, геометрический смысл; формула Ньютона-Лейбница; теорема о среднем значении; замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграл;. приложения определенного интеграла; понятие несобственных интегралов: определения, свойства, методы вычисления.

В **Разделе 5 «Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных. Элементы теории поля»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: функция нескольких переменных: определение, область определения, область изменения, геометрическая интерпретация; частные производные; дифференцируемость функции нескольких переменных; полная производная; производная сложной функции; полный дифференциал; дифференцирование функции нескольких переменных, заданной неявно; частные производные и полные дифференциалы высших порядков; локальные экстремумы функции нескольких переменных: необходимое и достаточное условия экстремума; условный экстремум; основные понятия теории поля; скалярное поле; производная по направлению; градиент скалярного поля и его свойства; связь между градиентом и производной по направлению.

В **Разделе 6 «Кратные интегралы»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства; вычисление двойного интеграла в декартовой и полярной системах координат; интеграл Пуассона; тройной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства; вычисление тройного интеграла; приложения двойного и тройного интегралов.

В **Разделе 7 «Криволинейные и поверхностные интегралы»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: криволинейный интеграл по координатам: определение, свойства, вычисление; работа в силовом поле; Формула Грина; криволинейные интегралы, не зависящие от пути интегрирования; потенциальная функция, потенциальное пол; понятие поверхностного интеграла; поток вектора через поверхность; теорема Гаусса-Остроградского; Формула Стокса.

В **Разделе 8 «Дифференциальные уравнения первого порядка»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: дифференциальные уравнения: порядок, решение, теорема существования и единственности решения; задача Коши; уравнения с разделяющимися переменными; однородные дифференциальные уравнения; линейные дифференциальные уравнения первого порядка; уравнения в полных дифференциалах; интегрирующий множитель.

В **Разделе 9 «Дифференциальные уравнения второго и *n*-го порядка»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка; линейные дифференциальные уравнения второго порядка; определитель Вронского; структура общего решения линейного дифференциальные уравнения второго порядка; фундаментальная система решений;

линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами; метод Эйлера; линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами; общее и частное решения неоднородных уравнений; линейные дифференциальные уравнения n-го порядка; метод вариации постоянных; линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами; алгоритм построения общего решения.

В **Разделе 10 «Системы дифференциальных уравнений»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: системы дифференциальных уравнений первого порядка: общие понятия, теорема существования и единственности общего решения; системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения, метод вариации постоянных; системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; элементы теории устойчивости; методы численного решения дифференциальных уравнений.

В **Разделе 11 «Числовые и функциональные ряды»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: числовые ряды: основные понятия, свойства, необходимый признак сходимости; гармонический ряд; ряды Дирихле; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; интегральный и радикальный признаки Коши; знакочередующиеся ряды; знакопеременные ряды: понятия абсолютной и условной сходимости, степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости, их свойства; ряды Тейлора и Маклорена: свойства, условие сходимости, основные разложения; эквивалентные функции; применение рядов Тейлора и Маклорена для вычисления.

В **Разделе 12 «Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: предмет теории вероятностей, случайны, противоположные, независимые события; относительная частота; классическое и геометрическое определение вероятности; методы вычисления вероятностей; алгебра и пространство элементарных событий; аксиоматическое и статистическое определение вероятности; условная и полная вероятность; понятие случайной величины; дискретные и непрерывные случайные величины; закон распределения случайной величины; функция распределения; плотность распределения; биномиальное распределение, распределение Пуассона, равномерное распределение, нормальное распределение, экспоненциальное распределение.

В **Разделе 13 «Математическая статистика»** необходимо рассмотреть следующие вопросы: предмет математической статистики; основные задачи математической статистики; выборки; гистограмма и полигон частот; статистическое среднее, статистическая дисперсия и статистическое среднее квадратичное; доверительные интервалы и интервальные оценки; точные выборочные распределения; проверка статистических гипотез; математические методы проверки статистических гипотез. элементы теории корреляции.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении практических занятий преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине **«Математика»** в дальнейшей практической деятельности.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 4.1. либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования, проверка домашних заданий и самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде: онлайн-курсы РХТУ им. Д. И. Менделеева: https://moodle.muctr.ru, работа в мессенджере, работа по E-mail, Zoom-конференция: https://zoom.us/.):

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

Разработчики методических указаний по дисциплине «Математика»:

к.п.н., доцент М.А. Меладзе _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

к.т.н., доцент В.В. Осипчик _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Методические указания по дисциплине «Математика» одобрены на заседании кафедры высшей математики, протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой высшей математики

к.т.н., доцент Е.Г. Рудаковская _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «Математика»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

18.03.01 Химическая технология
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №__от «_____»_____20____г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
_____

_____ / __Ф.А Колоколов__
(подпись) И.О. Фамилия
«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МАТЕМАТИКА

Направление подготовки (специальность)

18.03.01 Химическая технология

форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1 НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Математика» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, ООП и рабочей программой дисциплины «Математика».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

Форма проведения текущего контроля – письменные контрольные работы по разделам дисциплины. Длительность каждой контрольной работы 90 минут. Для подготовки к контрольным работам и с целью углубления знаний по дисциплине, предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в часы, отведенные учебным планом

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

Контрольная работа № 1: Элементы алгебры. Предел функции

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 2: Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Исследование функции

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 3. Интегрирование функции одной переменной

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 5. Кратные интегралы

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 6. Криволинейные интегралы

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка. Системы дифференциальных уравнений

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 9. Числовые и функциональные ряды

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	4	4	4	4	4	20

Контрольная работа № 10. Теория вероятностей

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	6	6	6	6	6	30

Контрольная работа № 11. Случайные величины и их законы распределения

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	5	**Σ**
Оценка, балл	6	6	6	6	6	30

Контрольная работа № 12. Математическая статистика

Оценка заданий (в баллах)

№ задания	1	2	3	4	**Σ**
Оценка, балл	10	10	10	10	40

3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала;

- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

- полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Контрольная работа № 1: Элементы алгебры. Предел функции.

Вариант 1

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^3+12x^2-x+2}{8-17x^3-x\sqrt{3x^2}}$
2. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2-2x-3}{\sqrt{3+x}-\sqrt{2x}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-7x+23})$
4. $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{7x^2-5x-12}{3x^2+8x+5}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{13x-29}{13x-14}\right)^{11x+1}$

Вариант 2

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^{\frac{18}{5}}-2\sqrt{2}x^2+5}{-3x^{\frac{12}{5}}-\sqrt{x}+7}$
2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x^2+5x}{\sqrt[3]{1+x}-\sqrt[3]{1-x}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7x+3}-\sqrt{x^2+7})$
4. $\lim\limits_{x\to -10}\dfrac{4x^2+30x-100}{-x^2-5x+50}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{11x-7}{11x+5}\right)^{2x}$

Вариант 3

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{2}x^5+1}{-8x^5+4x^3-1}$
2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^3+8}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$
4. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{-x^2+2x+3}{5x^2-10x-15}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5x+4}{5x-3}\right)^{1-x}$

Вариант 4

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x+3x^{\frac{7}{2}}+11x^{\frac{3}{2}}}{3x^{\frac{5}{2}}+3x^{\frac{3}{2}}-2}$
2. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^2+x-2}{2-\sqrt{5x-1}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{x^2-7x+1}-\sqrt{x^2+14x-1}\right)$
4. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{2x^2-x-1}{x^3-1}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3-x}{7-x}\right)^{8x-3}$

Вариант 5

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{15x^3-8x^5-4}{6x^5+2x^4+5}$
2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^2-4}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-23x+8})$
4. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{7x^2-15x+2}{x^2-5x+6}$
5. $\lim\limits_{x\to1}(x-1)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

Вариант 6

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x+5x^2+(7x)^3}{2+(x+3)^3}$
2. $\lim\limits_{x\to4}\dfrac{x^2-4x}{\sqrt{4+x-\sqrt{2x}}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+7x}-\sqrt{x^2+1})$
4. $\lim\limits_{x\to13}(x-13)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+5}{2x-8}\right)^{x+2}$

Вариант 7

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{-3x^{\frac{5}{2}}-x^{\frac{1}{2}}+3}{8-\sqrt{x}+15x^{\frac{5}{2}}}$
2. $\lim\limits_{x\to5}\dfrac{\sqrt{3x+1}-4}{x^2+4x-45}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+7x}-\sqrt{x^2+1})$
4. $\lim\limits_{x\to1}(x-1)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4-3x}{34-3x}\right)^{5-21x}$

Вариант 8

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{23x-37x^2+15x^4}{3x^4-7x^3+29}$
2. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{(x^2+2x-15)}{\sqrt{5x+1}-x-1}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{3x^2-26x+1}-\sqrt{3x^2+11}\right)$
4. $\lim\limits_{x\to1}(4x-4)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$
5. $\lim\limits_{x\to-10}\dfrac{4x^2+30x-100}{-x^2-5x+50}$

Вариант 9

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^{\frac{12}{5}}-2\sqrt{2}x^2+5}{-3x^{\frac{12}{5}}-\sqrt{x}+7}$
2. $\lim\limits_{x\to8}\dfrac{\sqrt{9+2x}-5}{x^2-8x}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7x+3}-\sqrt{x^2+7})$
4. $\lim\limits_{x\to-1}\dfrac{-5x^2-3x+2}{7x^2+4x-3}$

Вариант 10

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^3-4x^2-\sqrt{3}}{15-2x^2+\sqrt{31}x^3}$
2. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^2+x-2}{2-\sqrt{5x-1}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+29x-14}-\sqrt{x^2-1})$
4. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{3x^2-8x-28}{-2x^2+5x+18}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{x-5}{x-7}\right)^{\frac{1-2x}{2}}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{5x+4}{5x-3}\right)^{1-x}$

Вариант 11

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{2x^{11}-x^7+11}{3x^{11}-x^7-1}$
2. $\lim\limits_{x\to 8}\frac{\sqrt{9+2x}-5}{x^2-8x}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7x+14}-\sqrt{x^2+7x+5})$
4. $\lim\limits_{x\to 1}\frac{2x^2-x-1}{x^3-1}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{14-15x}{3-15x}\right)^{1+2x}$

Вариант 12

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{2x+3x^{\frac{7}{2}}+11x^{\frac{5}{2}}}{3x^{\frac{5}{2}}+3x^{\frac{2}{2}}-2}$
2. $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\sqrt{1-2x+5x^2}-(1+x)}{3x}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x}-x)$
4. $\lim\limits_{x\to 2}\frac{7x^2-15x+2}{x^2-5x+6}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{76x-13}{76x+4}\right)^{x}$

Вариант 13

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{6}x^{\frac{6}{5}}+x^2-13x^3}{1-71x^3}$
2. $\lim\limits_{x\to 4}\frac{\sqrt{x}-2}{\sqrt[3]{x^2-16}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x-1}-\sqrt{x^2-x+1})$
4. $\lim\limits_{x\to 1}\frac{17x^2-24x+7}{3x^2+8x-11}$
5. $\lim\limits_{x\to 2}(2-x)\cdot\operatorname{ctg}4\pi x$

Вариант 14

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{3}x^{\frac{7}{6}}+\sqrt{x}-14}{-5\sqrt{x}+31x^{\frac{7}{6}}}$
2. $\lim\limits_{x\to 4}\frac{x^2-4x}{\sqrt{4+x}-\sqrt{2x}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-7x+23})$
4. $\lim\limits_{x\to 3}\frac{-x^2+2x+3}{5x^2-10x-15}$
5. $\lim\limits_{x\to 1}(x^3-1)\operatorname{tg}\frac{\pi x}{2}$

Вариант 15

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{-3x^{\frac{5}{2}}-x^{\frac{1}{2}}+3}{8-\sqrt{x}+15x^{\frac{5}{2}}}$
2. $\lim\limits_{x\to 3}\frac{x^2-2x-3}{\sqrt{3x-8}-x+2}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+24}-\sqrt{x^2-x+\sqrt{8}})$
4. $\lim\limits_{x\to -10}\frac{4x^2+30x-100}{-x^2-5x+50}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{3-x}{7-x}\right)^{8x-3}$

Вариант 16

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{15x^3-8x^5-4}{6x^5+2x^4+5}$
2. $\lim\limits_{x\to 4}\frac{\sqrt{x}-2}{\sqrt[3]{x^2-16}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{3x^2-26x+1}-\sqrt{3x^2+11}\right)$
4. $\lim\limits_{x\to 13}(x-13)\operatorname{tg}\frac{\pi x}{2}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\frac{27x-8}{27x+1}\right)^{\frac{x-1}{3}}$

Вариант 17

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{5x^3-4x^2-\sqrt{3}}{15-2x^2+\sqrt{31}x^3}$

Вариант 18

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{3}x^{\frac{7}{6}}+\sqrt{x}-14}{-5\sqrt{x}+31x^{\frac{7}{6}}}$

2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sqrt{2x^2-3x+4}-2\cdot(x-2)}{4x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+5x-1}-\sqrt{x^2-x+1})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}(x-1)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{13x+1}{13x-1}\right)^{-5x+18}$

2. $\lim\limits_{x\to -8}\dfrac{10-x-6\sqrt{1-x}}{x^2+8x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-2x+3}-\sqrt{x^2+x-4})$

4. $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{13x^2-7x-20}{-5x^2-3x+2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{14-15x}{3-15x}\right)^{1+2x}$

Вариант 19

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^3+12x^2-x+2}{8-17x^3-x\sqrt{3x^2}}$

2. $\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^2-4}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+7x}-\sqrt{x^2+1})$

4. $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x^2-5x-2}{5x-2-2x^2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{76x-13}{76x+4}\right)^{x}$

Вариант 20

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^4-2x^3+3}{5x^3-4x^2-6x^4}$

2. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{(x^2+2x-15)}{\sqrt{5x+1}-x-1}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-17x+37}-\sqrt{x^2-36x})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{5-3x-2x^2}{3x^2-7x+4}$

5. $\lim\limits_{x\to -2}(x^2-4)\cdot\mathrm{ctg}\dfrac{\pi x}{2}$

Вариант 21

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^4-2x^3+3}{5x^3-4x^2-6x^4}$

2. $\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^3+8}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+29x-14}-\sqrt{x^2-1})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}(x^3-1)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+3}{2x+7}\right)^{5-6x}$

Вариант 22

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{-x^{\frac{3}{2}}+8\sqrt{x}+13}{-\sqrt{2}x+15x\sqrt{x}}$

2. $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{(x^2-2x)}{\sqrt{x^2-3}-x+1}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+24}-\sqrt{x^2-x+\sqrt{8}})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}(4x-4)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3-2x}{7-2x}\right)^{14-x}$

Вариант 23

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{17x^{\frac{19}{7}}+x^2+7}{9x^{\frac{19}{7}}-x+\sqrt{x}}$

2. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2-2x-3}{\sqrt{3x-8}-x+2}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-3x+1}-\sqrt{x^2+x-5})$

4. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{2x^2-3x-9}{5x^2+5x-60}$

5. $\lim\limits_{x\to 13}(x-13)\mathrm{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

Вариант 24

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x+5x^2+(7x)^3}{2+(x+3)^3}$

2. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2-2x-3}{\sqrt{3+x}-\sqrt{2x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7x+14}-\sqrt{x^2+7x+5})$

4. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{27-x^3}{3x^2-5x-12}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3x+2}{3x+7}\right)^{2-5x}$

Вариант 25

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^{11}-x^7+11}{3x^{11}-x^7-1}$
2. $\lim\limits_{x\to-8}\dfrac{10-x-6\sqrt{1-x}}{x^2+8x}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5x+1}-\sqrt{x^2-11x-36})$
4. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^3-1}{x^4-1}$
5. $\lim\limits_{x\to-2}(x^2-4)\cdot\operatorname{ctg}\dfrac{\pi x}{2}$

Вариант 26

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{23x^8-17x^6+1}{-3+8x^2+7x^8}$
2. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2-x-2}{\sqrt{5x-1}-x-1}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-2x+1}-\sqrt{x^2-17})$
4. $\lim\limits_{x\to10}\dfrac{2x^2-7x-130}{-3x^2+15x+150}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5-12x}{7-12x}\right)^{5-3x}$

Вариант 27

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x-2x^3+3x^7}{13x^7-x+3x^2}$
2. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2-x-2}{3-\sqrt{7+x}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-17x+37}-\sqrt{x^2-1})$
4. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{3x^2-2x-16}{7x^2+5x-18}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3x+2}{3x+7}\right)^{2-5x}$

Вариант 28

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{15x^3-14x-1}{3x^2-5x^3}$
2. $\lim\limits_{x\to0}\dfrac{\sqrt{1-2x+x^2}+x-1}{x}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5x+3}-\sqrt{x^2+x-7})$
4. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{12+11x-5x^2}{11x^2-25x-24}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{11-11x}{12-11x}\right)^{11-11x}$

Вариант 29

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^4-8x^6-4}{18+3x^2-7x^6}$
2. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{\sqrt{x+13}-2\sqrt{x+1}}{x^2-4x+3}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-17x+8}-\sqrt{x^2+11x-1})$
4. $\lim\limits_{x\to\sqrt{2}}\dfrac{x^2-2}{x^4-3x^2+2}$
5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5-12x}{7-12x}\right)^{5-3x}$

Вариант 30

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{-3x^{\frac{19}{2}}+31x^3-\sqrt{3}}{18\sqrt{x}+3x^2-7x^{\frac{19}{2}}}$
2. $\lim\limits_{x\to0}\dfrac{x^2-3x}{\sqrt[3]{1+x}-\sqrt[3]{1-x}}$
3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5}-\sqrt{x^2-x-5})$
4. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{5x^2-8x-4}{-3x^2+x+10}$
5. $\lim\limits_{x\to1}(x^2-1)\operatorname{tg}\dfrac{\pi x}{2}$

Вариант 31

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^5-14x^3-27}{149-31x^3-77x^5}$
2. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2-x-2}{\sqrt{2+x}-\sqrt{2x}}$

Вариант 32

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^{\frac{3}{2}}+x-2}{-7x-8x^{\frac{3}{2}}+1}$
2. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2-x-2}{\sqrt{2+x}-\sqrt{2x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5}-\sqrt{x^2-x-5})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{-5x^2+13x-8}{2x^2+21x-23}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{7x+8}{7x-1}\right)^{7x+1}$

Вариант 33

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{-3x^{\frac{19}{2}}+31x^3-\sqrt{3}}{18\sqrt{x}+3x^2-7x^{\frac{19}{2}}}$

2. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{\sqrt{x+13}-2\sqrt{x+1}}{x^2-9}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{3x^2-26x+1}-\sqrt{3x^2+11}\right)$

4. $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{7x^2-5x-2}{2-13x+11x^2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5-8x}{4-8x}\right)^{2x+23}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+x+1}-\sqrt{x^2-x+1})$

4. $\lim\limits_{x\to\sqrt{2}}\dfrac{x^2-2}{x^4-3x^2+2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+1}{2x-7}\right)^{3x}$

Вариант 34

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{5}x^3-8x^2+5}{13x^3-9x+23}$

2. $\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{x^2-4x}{3-\sqrt{2x+1}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-1}-\sqrt{x^2+8x})$

4. $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{7x^2-13x-2}{-2x^2-x+10}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{17x+1}{17x+3}\right)^{x+2}$

Вариант 35

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{31x^5-x^3+8}{3+-x^5}$

2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x^2-3x}{\sqrt[3]{1+x}-\sqrt[3]{1-x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7}-\sqrt{x^2+29x})$

4. $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{12+11x-5x^2}{11x^2-25x-24}$

5. $\lim\limits_{x\to 10}(x-10)\operatorname{ctg}\pi x$

Вариант 36

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{13x^2+14x^3+15x^4}{\sqrt{2}x^4-13\sqrt{x}}$

2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sqrt{1-2x+x^2}+x-1}{x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5}-\sqrt{x^2-x-5})$

4. $\lim\limits_{x\to 1}(x-1)tg\dfrac{\pi x}{2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x-5}{x+13}\right)^{-8x+2}$

Вариант 37

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{27}x^3-3x^2+x}{2x^3-7x+11}$

2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x^2-3x}{\sqrt[3]{1+x}-\sqrt[3]{1-x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-37x+24}-\sqrt{x^2-9x+24})$

4. $\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{2x^2-x-45}{x^2-3x-10}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5-12x}{7-12x}\right)^{5-3x}$

Вариант 38

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{31x^5-x^3+8}{3+-x^5}$

2. $\lim\limits_{x\to 8}\dfrac{\sqrt{9+2x}-5}{x^2-8x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-2x+1}-\sqrt{x^2-17})$

4. $\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{3x^2-2x-16}{7x^2+5x-18}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{1-x}{11-x}\right)^{2-3x}$

Вариант 39

Вариант 40

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{31x^5-x^3+8}{3+-x^5}$

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{5}x^3-8x^2+5}{13x^3-9x+23}$

2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^2+2x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-3x+71}-\sqrt{x^2+8x-3})$

4. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{-5x^2+13x-8}{2x^2+21x-23}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x-27}{x+31}\right)^{34x}$

Вариант 41

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{13x^2+14x^3+15x^4}{\sqrt{2}x^4-13\sqrt{x}}$

2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^2-4}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{3x^2-26x+1}-\sqrt{3x^2+11}\right)$

4. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x+1}{x-1}\right)^{17x-2}$

5. $\lim\limits_{x\to+0}(1-\cos x)\operatorname{ctg}x$

Вариант 42

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^8+2x^2-5}{-\sqrt{3}x^8-x^2-2x}$

2. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{x^2+x-2}{\sqrt{1+x}-\sqrt{2x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{x^2-3x}-\sqrt{x^2+x+1}\right)$

4. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{3x^2-5x-2}{7x-2x^2-6}$

5. $\lim\limits_{x\to2}(4-x^2)\operatorname{ctg}\pi x$

Вариант 43

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{31x^5-x^3+8}{3+-x^5}$

2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{\sqrt[3]{x-6}+2}{x^2+2x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-17x+37}-\sqrt{x^2-1})$

4. $\lim\limits_{x\to10}(x-10)\operatorname{ctg}\pi x$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3-7x}{14-7x}\right)^{3-7x}$

Вариант 44

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^5-14x^3-27}{149-31x^3-77x^5}$

2. $\lim\limits_{x\to5}\dfrac{x^2-5x}{1-\sqrt{x-4}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-1})$

4. $\lim\limits_{x\to2}\dfrac{-3x^2+4x+4}{2x^2+7x-22}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{6x-13}{6x+24}\right)^{8x-7}$

Вариант 45

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{23x^8-17x^6+1}{-3+8x^2+7x^8}$

2. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{x^2-2x-3}{\sqrt{3+x}-\sqrt{2x}}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-3x+1}-\sqrt{x^2-1})$

4. $\lim\limits_{x\to1}\dfrac{7x^2-5x-2}{2-13x+11x^2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{14-13x}{21-13x}\right)^{-5x}$

Вариант 46

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{13x^7+21x^5+16}{-4x^7-3x^3+2}$

2. $\lim\limits_{x\to3}\dfrac{\sqrt{x+13}-2\sqrt{x+1}}{x^2-9}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-17x}-\sqrt{x^2-5})$

4. $\lim\limits_{x\to10}\dfrac{2x^2-7x-130}{-3x^2+15x+150}$

5. $\lim\limits_{x\to0}(1-\cos^2 2x)\cdot\operatorname{ctg}11x$

Вариант 47

Вариант 48

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{13x^7+21x^5-\sqrt{3}}{\sqrt{7}x^7-3x^3-27}$

2. $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sqrt[3]{8+3x+x^2}-2}{x+x^2}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-5x+3}-\sqrt{x^2+x-7})$

4. $\lim\limits_{x\to\sqrt{2}}\dfrac{x^2-2}{x^4-3x^2+2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4x+5}{4x-1}\right)^{4x-5}$

Вариант 49

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{7x^4-8x^6-4}{18+3x^2-7x^6}$

2. $\lim\limits_{x\to -3}\dfrac{2-\sqrt{1-x}}{x^2+3x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2+x+1}-\sqrt{x^2-x+1})$

4. $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{x^2-27x+50}{3x^2-5x-2}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+1}{2x-7}\right)^{3x}$

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{5}x^3-8x^2+5}{13x^3-9x+23}$

2. $\lim\limits_{x\to -8}\dfrac{\sqrt{1-x}-3}{x^2+8x}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-7x+24}-\sqrt{x^2+26x-13})$

4. $\lim\limits_{x\to +0}(1-\cos x)\operatorname{ctg} x$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{11-11x}{12-11x}\right)^{11-11x}$

Вариант 50

1. $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{\sqrt{27}x^3-3x^2+x}{2x^3-7x+11}$

2. $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{x^2-x-2}{\sqrt{5x-1}-x-1}$

3. $\lim\limits_{x\to\infty}(\sqrt{x^2-37x+24}-\sqrt{x^2-9x+24})$

4. $\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{2x^2-15x-38}{3x^2-17x-46}$

5. $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{13-5x}{16-5x}\right)^{24x+8}$

Контрольная работа № 2: Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Исследование функции

Вариант 1

1. Найти пределы функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to +0}\left(\frac{1}{\ln x}\right)^{\ln^{-2}x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 3x-x}{\sin^2 4x+5x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y=5x^2-6x+2$, параллельной прямой $y=4x-7$.

3. Продифференцировать функцию:

$$y=\sin(4x+1)\cdot(8^{\cos 3x}+\cos^8 3x);\ y'-?$$

4. Показать, что функция $y=e^{-x}(\cos 3x+\sin 3x)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y''+2y'+10y=0$.

5. Исследовать функцию $y=\frac{3-x^2}{x+2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 2

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to +0}\left(\frac{1}{\ln x}\right)^{\ln^{-2}x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{23x^2+\sin 3x e^x}{\operatorname{tg} 7x+15x^3}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y=2x^2-3x$, образующей с осью *Ox* угол 45˚

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arctg} x}{\operatorname{tg} x};\ dy - ?$$

4. Точка движется по прямой по закону: $S(t) = 5t^2 - 10t + 1$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3+3x}{x^2+1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 3

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to 0}(2x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x - \cos 3x}{\operatorname{tg} x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 - 2x$, образующей с осью Ox угол 45˚.

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \arcsin^6\sqrt{x} \cdot (6^{\operatorname{tg} 5x} + \operatorname{tg}^4 5x);\ y' - ?$$

4. Показать, что функция $y = (3x+7)e^{-2x}$ является решением дифференциального уравнения $y'' + 4y' + 4y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3}{x^2-4}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 4

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя :

   а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} 3x)^{\sin x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\sin x - \operatorname{tg} x}{12x^2 - 8x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 5x^2 - 2x + 3$, параллельной прямой $y = 5 - 12x$.

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\operatorname{arcctg} x + \operatorname{ctg} x}{\ln x};\ dy - ?$$

4. Показать, что функция $y(x) = e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{2x^3}{x^2-3}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 5

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to +0}(\operatorname{tg} 5x)^{\sin 3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{3x} - \cos 3x}{\operatorname{tg} 5x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 - 7x$, образующей с осью Ox угол 135˚.

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \operatorname{ctg} e^{\sqrt{x}} \cdot \left(4^{\sin 5x} + \sin^4 5x\right);\ y' - ?$$

4. Тело движется вдоль оси Ox по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - t^2 - 3t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 4$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^4}{x^2-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 6

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 1}(\ln x)^{\sin 3\pi x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{5x^2+2x}{\sin x+\operatorname{tg} x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 + x - 2$, параллельной прямой $y = 4 - 11x$.

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\operatorname{arctg} x + \sqrt[3]{x}}{\cos x};\ dy-?$$

4. Показать, что функция $y = e^{-x}\sin 2x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3}{x^3+1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 7

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} 5x)^{\sin 7x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\cos 3x - 2^{\operatorname{tg} x}}{3x\cdot e^{5x}}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \ln \operatorname{tg} 3x \cdot \left(7^{\sin(6x)} + \arcsin^7(6x)\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 - 2x$, параллельной прямой $y = 4x + 3$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - 2t^2 + 3t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{4x-12}{(x-2)^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 8

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} x)^{\operatorname{tg} 2x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{1-\cos 4x}{2x\cdot\operatorname{tg} 2x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 2x^2 - 3x$, параллельной прямой $y - 5x - 1 = 0$.

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\sqrt{x} + \operatorname{arcctg} x}{\cos x};\ dy-?$$

4. Показать, что функция $y = e^{-x}\cos 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 10y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3-3x}{x^2-1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 9

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 2x)^{3\operatorname{tg} 7x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x - \cos x - x}{3x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \operatorname{arcctg}(2-3x)\cdot\left(\log_2 \sin\frac{x}{2} - 2^{\arcsin^2\sqrt{x}}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 + x$, параллельной прямой $y = -5x + 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{3t^2}{2} + 2t$. Найти скорость и ускорение

в момент времени $t = 4$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+2x-7}{(x+1)^2-4}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 10

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to 0} \frac{\operatorname{tg} x+4x^3}{-5\sin 18x+x^2}$ б. $\lim_{x\to 0} \frac{\operatorname{tg} x+4x^3}{-5\sin 18x+x^2}$

2. В каких точках касательные к графику функции $y = x^3 + \frac{3x^2}{2} - 6x$ параллельны оси *Ox*?

3. Продифференцировать функцию:

$$y - \frac{\arccos 5x - \operatorname{ctg}\frac{2}{\sqrt{x}}}{\operatorname{tg}\frac{3x}{5}};\ dy-?$$

4. Показать, что функция $y = e^{-x}\sin 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 2y' + 10y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^4}{x^3+1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 11

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to 0}(\cos 3x)^{\frac{11}{x}}$ б. $\lim_{x\to 0} \frac{e^{7x}-\cos 3x}{13x^3+\operatorname{tg} 2x}$

2. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 5x^2 - 2x + 3$, параллельной прямой $y = 5 - 12x$

3. Продифференцировать функцию:

$$y = \left(\arccos^3\sqrt{5x+1}\right)\cdot\left(8^{\operatorname{tg}\frac{x}{7}} + \operatorname{tg}^8 7x\right);\ y'-?$$

4. Тело движется по закону: $x(t) = t^3 + 2t^2 + 4t$ вдоль оси *Ox*. Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+4x+1}{x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 12

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to 0}(1-x)^{\frac{1}{\cos x-1}}$ б. $\lim_{x\to 0} \frac{\operatorname{tg} 2x+\sin 3x}{5x+x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \cos\sqrt{7x+3}\cdot\left(5^{\arcsin 4x} + \arcsin^5 4x\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 - 7x$, образующей с осью *Ox* угол 135˚.

4. Показать, что функция $y = 4e^{-2x}\cdot\sin 3x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 4y' + 13y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3}{3-x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 13

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

   а. $\lim_{x\to 0}(\sin 3x)^{\sin 5x}$ б. $\lim_{x\to 0} \frac{\ln(1+7x)}{9x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \ln(7x+3)\cdot\left(5^{\sin 3x} + \sin^5 3x\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 - 2x$, параллельной прямой $y = 4x + 3$.

4. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{2t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 3t$ вдоль оси *Ox*. Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 3$.

5. Исследовать функции $y = \frac{4x-12}{(x-2)^2}$ на возрастание, убывание и т.экстремума.

Вариант 14

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} 13x)^{\sqrt{2x}}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{3x}-1}{\cos^2 5x-1}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\arccos x + \sqrt{x}}{\sin x};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 3x^2 + x$, параллельной прямой $y = -5x + 1$

4. Показать, что функция $y(x) = (5x + 6)e^{2x}$ является решением дифференциального уравнения $y'' - 4y' + 4y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^4}{x^3-1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 15

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} 5x)^{\sin 7x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\sin x-\operatorname{tg} x}{12x^2-8x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{3\operatorname{tg}2x}{\log_2 x - 5e^x};\ dy-?$$

3. Указать точку, в которой касательная к графику функции $y = x^2 + 2x - 3$, параллельна оси абсцисс.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{t^2}{2} - 2t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 3$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2-6x+9}{(x-1)^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 16

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\cos 4x)^{\operatorname{ctg} 3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x-\cos 3x}{\operatorname{tg} x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\sqrt[3]{x} - \sin x}{\log_5 x};\ dy-?$$

3. Определить угол наклона касательной к параболе $y = x^2 + 3x + 2$ в точке пересечения параболы с осью абсцисс.

4. Показать, что функция $y = e^{-3x}(2x + 1)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' + 6y' + 9y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{4x-12}{(x-2)^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 17

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(2x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 3x-x}{\sin^2 4x+5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y=\arcsin\sqrt{x}\cdot\left(9^{\sin 3x}+\sin^9 3x\right);\ y'-?$$

3. Определить угол между осью абсцисс и касательной к параболе $y=x^2+x+5$, в точке пересечения параболы с осью ординат.

4. Тело массой 100 кг движется прямолинейно по закону: $S(t)=\frac{3t^2}{2}+\frac{t^3}{3}$. Определить кинетическую энергию $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$ тела через 5 секунд после начала движения.

5. Исследовать функцию $y=\frac{2x^3}{x^2-3}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 18

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\cos x)^{\frac{1}{x}}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{23x^2+\sin 3x e^x}{\operatorname{tg} 7x+15x^3}$

2. Продифференцировать функцию:

$$\arcsin(2x+3)\cdot\left(4^{\operatorname{ctg} 3x}-\cos\frac{3x}{5}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y=5x^2-6x+2$, параллельной прямой $y=4x-7$

4. Показать, что функция $y=e^{-3x}(4x+2)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y''+6y'+9y=0$

5. Исследовать функцию $y=\frac{3x^2+7x+2}{(x+1)^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 19

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to +0}(\operatorname{tg} 5x)^{\sin 3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{x^2-\sin 2x}{\operatorname{tg} 3x-x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y=\frac{\frac{3}{\sqrt{2x}}-3\operatorname{arctg} 4x}{\ln(3x+2)};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y=2x^2-3x$, параллельной прямой $y-5x-1=0$

4. Точка движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t)=\frac{t^3}{3}-t^2-3t$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t=2$.

5. Исследовать функцию $y=\frac{x^2+4x+1}{x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 20

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} x)^{\operatorname{tg} 2x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 5x-2x}{24x^2+13x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y=\frac{\operatorname{arctg} x}{\log_3(2x+1)};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y=3x^2+x-2$, параллельной

прямой $y = 4 - 11x$

4. Показать, что функция $y = e^x \sin 4x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' - 2y' + 17y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+2x-7}{(x+1)^2-4}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба

Вариант 21

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\cos x)^{\frac{1}{x}}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{5x^2+2x}{\sin x+\operatorname{tg} x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \arcsin\sqrt{x}\cdot(5^{\operatorname{ctg} 3x} + \operatorname{ctg}^5 x);\ y'-?$$

3. В каких точках касательные к графику функции $y = x^3 + \frac{3x^2}{2} - 6x$ параллельны оси *Ox*?

4. Показать, что функция $y = 3e^{2x}\cdot\cos 5x$ удовлетворяет дифференциальному уравнению $y'' - 4y' + 29y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3+3x}{x^2+1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 22

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(3x)^{\sin 7x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{x^2-\sin 2x}{\operatorname{tg} 3x-x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\operatorname{tg} x + 3^x}{\cos x};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 2x^2 + 4x + 1$, параллельной оси *Ox*.

4. Тело движется по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + 3t^2 + 4t$ вдоль оси *Ox*. Найти скорость и ускорение в момент времени $t = 5$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^4}{x^3+1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 23

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to +0}\left(\frac{1}{\ln x}\right)^{\ln^{-2} x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{7x}-\cos 3x}{13x^3+\operatorname{tg} 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \arccos\sqrt{x+1}\cdot(5^{\operatorname{ctg} 5x} + \operatorname{ctg}^3 5x);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 2x^2 - 3x$, параллельной прямой $y - 5x - 1 = 0$

4. Точка движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = t^3 + 3t^2 - 9t$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени $t = 2$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2}{x^3-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 24

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(2x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x-\cos x-x}{3x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \frac{\sin x + \log_4(3x+1)}{\operatorname{arctg} x};\ dy - ?$$

3. Определить угол наклона касательной к параболе $y = x^2 + 3x + 2$ в точке пересечения параболы с осью абсцисс.

4. Показать, что функция $y = e^{-x}\sin 4x$ является решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 17y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3}{(x-2)^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 25

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\cos 4x)^{\operatorname{ctg} 3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{5x}-\cos 3x}{\operatorname{tg} 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \ln(5x+6)\cdot(2^{\operatorname{tg}7x} + \operatorname{tg}^2 3x); y' - ?$$

3. В каких точках касательная к графику функции $y = x^3 - 12x^2 + 36x - 1$ параллельна оси *Ox*.

4. Показать, что функция $y = e^{-x}\sin 4x$ является решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 17y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3-3x}{x^2-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 26

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 3x)^{\sin 5x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 2x - \sin x}{23x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \arcsin x\cdot\left(\log_3 x - arcctg x^5 \frac{3}{x}\right);\ y' - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 2x^2 - 3x$, образующей с осью *Ox* угол 45˚

4. Проверить, является ли функция $y(x) = -2e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3-3x}{x^2-1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 27

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{\operatorname{tg} 31x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{8x}-1}{\cos^2 5x - 1}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{e^{\operatorname{arctg} x}}{\cos x + 3x};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = 2x^2 - 3x$, образующей с осью *Ox* угол 135˚

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{t^2}{32} + 12t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 2$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3+4}{x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 28

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to+0}(\sin 3x)^x$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x\cos 5x-e^{3x}}{\sin x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)-\ln(3x-1)\cdot\left(\arccos^5\frac{2}{x}-3^{\sin x}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=3x-x^2+2$, образующей с осью *Ox* угол 45°

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t)=\frac{t^3}{3}-\frac{5t^2}{2}-6t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0=5$

5. Исследовать функцию $y=\frac{x^2+1}{x}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 29

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}\left(\sqrt{2}x\right)^{\sin 5x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg}3x-3x}{7x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\frac{2x+\operatorname{ctg}x}{e^{\operatorname{arctg}x}};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=3x-2x^2-3$, образующей с осью *Ox* угол 135°

4. Проверить, является ли функция $y(x)=-e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y''+2y'+5y=0$

5. Исследовать функцию $y=\frac{x^2}{(x-3)^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 30

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{\cos x-1}$ б. $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\ln(1+x)-x}{x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\arccos\frac{x}{2}\cdot\left(7^{\sin x}-\operatorname{arctg}^9\frac{3}{x}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=2x^2+4x+1$, параллельной оси *Ox*.

4. Тело движется вдоль оси Ox по закону: $x(t)=\frac{t^3}{3}-3t^2+8t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0=3$

5. Исследовать функцию $y=\frac{x^2}{1-x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 31

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{\operatorname{tg}13x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{x-\sin 5x}{x+\sin 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\frac{3x-\operatorname{tg}x}{e^{\arcsin x}};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=5x-2x^2-3x$, образующей с осью *Ox* угол 45°

4. Проверить, является ли функция $y(x) = 5e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2}{x^4-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 32

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{13x}-x}{3x+\operatorname{tg} 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$y(x) = \left(\arcsin x \cdot \log_3{}^4 x + \operatorname{ctg}^3\frac{x}{6}\right)\cdot\left(3^{\operatorname{tg} x} - \operatorname{arcctg}^4\sqrt{x}\right);\ y'-?$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 4x^2 - 3x + 2$, параллельной прямой $5y + x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + 2t^2 - 5t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 2$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{36x}{1+x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 33

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{ctg} 3x)^{\sin 7x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 2x-\sin x}{23x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \operatorname{arctg}3x\cdot\left(\operatorname{ctg}\sqrt{2-x} - \log_3{}^3 x\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 5x - 3x^2 + 2$, параллельной прямой $3y + 3x = 1$.

4. Проверить, является ли функция $y(x) = -2e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+4x+1}{x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 34

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\operatorname{tg} 17x)^{-5x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\ln(2x+1)}{e^{2x}-\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\operatorname{tg} x - 5x}{e^{\arcsin x}};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 6x^2 + 2x + 4$, перпендикулярной прямой $4y - x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{5t^2}{2} + 6t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 4$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{(x+1)^2}{2(x-2)}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 35

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 21x)^{3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\cos 17x-1}{\operatorname{tg} x-\sin^3 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\cos x + 2x}{e^{\operatorname{arctg} x}};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 3 + 2x - x^2$, перпендикулярной прямой $4y + x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + \frac{3t^2}{2} - 4t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 4$.

5. Исследовать функции $y = \frac{x}{x^2+2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 36

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 2}(x-2)^{\sin \pi x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{2x}-e^{18x}}{x\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \arccos(1-x)\cdot\left(3^{\sin x} - \operatorname{arctg} x^2 x\right);\ y' - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 2x^2 + 4x + 1$, параллельной оси *Ox*.

4. Проверить, является ли функция $y(x) = 3e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+4}{x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 37

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\operatorname{Lim}_{x\to 0}(\sin^2 3x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\sin x - x}{-\sqrt{3}x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{e^{\arcsin x}}{3x + \operatorname{tg} x};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 6x^2 + 2x + 4$, перпендикулярной прямой $4y - x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{3t^2}{2} + 12t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 1$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+1}{2x}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 38

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(13x)^{\operatorname{tg} 21x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{x - \sin 5x}{e^{3x} - e^{4x}}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) - \operatorname{arcctg}(1-2x)\cdot\left(\arcsin\frac{3}{x} - \log_2{}^5 x\right);\ y' - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 2x^2 - 3x + 2$, параллельной прямой $5x - y = 1$.

4. Проверить, является ли функция $y(x) = 4e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+3}{x-1}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 39

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 21x)^{3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 3x-3x}{7x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\frac{e^{\operatorname{arctg} x}}{2x+\sin x};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=4x^2-3x+2$, параллельной прямой $5y+x=1$.

4. Проверить, является ли функция $y(x)=2e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y''+2y'+5y=0$

5. Исследовать функцию $y=\frac{36x}{1+x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 40

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to -0}(ln\,(1-2x))^{\sin 3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x\cos 5x-e^{3x}}{\sin x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\operatorname{arcctg} 3x\cdot\left(4^{\operatorname{ctg} x}-\arccos^6\frac{3}{x}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=3x^2-x+2$, параллельной прямой $5x+y=2$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t)=\frac{t^3}{3}+\frac{3t^2}{2}-4t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0=2$.

5. Исследовать функцию $y=\frac{x^3}{(x+4)^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 41

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(13x)^{\operatorname{tg}21x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\ln(2x+1)}{e^{3x}-\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x)=\frac{\sin x-5x}{e^{\operatorname{arcctg} x}};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=6x^2+2x+4$, перпендикулярной прямой $4y-x=1$.

4. Проверить, является ли функция $y(x)=-e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y''+2y'+5y=0$.

5. Исследовать функции $y=\frac{x^2}{1-x^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 42

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{2x}-e^{18x}}{x\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y=2^{\cos 4x}\cdot\left(\log_3(2x-1)-\arccos^3\frac{6}{x}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x)=3x-2x^2-3$, образующей с осью *Ox* угол 135°

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + 2t^2 - 5t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 3$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+4x+1}{x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 43

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 2}(x^2-4)^{\sin \pi x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\operatorname{tg} 3x-3x}{7x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \cos^3\frac{x}{2}\cdot\left(\arcsin^3\sqrt{x+1} - 2^{\operatorname{tg}x}\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $y = \sqrt{x}$, параллельной прямой $2y - x - 6 = 0$

4. Проверить, является ли функция $y(x) = -3e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2}{(x-3)^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 44

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 2}(x-2)^{\sin \pi x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\ln(2x+1)}{e^{3x}-\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\sin x - 4x}{e^{\arccos x}};\ dy-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 5x - 2x^2 - 3x$, образующей с осью *Ox* угол 45°.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - 3t^2 + 8t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 1$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{2x^3}{x^2-3}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 45

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{x^2}$ б. $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\ln(1+x)-x}{x^2}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \operatorname{arctg}^3 x\cdot\left(\operatorname{ctg}\sqrt{2-x} - \log_3{}^3 x\right);\ y'-?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 3x^2 + +2x - 4$, параллельной оси *Ox*.

4. Проверить, является ли функция $y(x) = -3e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$

5. Исследовать функцию $y = \frac{2x^3}{x^2-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума.

Вариант 46

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{x^2}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{\cos 17x-1}{\operatorname{tg} x-\sin^3 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\operatorname{ctg} x + 4x}{e^{\arcsin x}};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 3x - x^2 + 2$, образующей с осью *Ox* угол 45°

4. Проверить, является ли функция $y(x) = 2e^{-x}\sin 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{36x}{1+x^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 47

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(1-x)^{\frac{1}{\cos x - 1}}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{15x - \cos 3x}{e^x \sin 5x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\operatorname{ctg} x + 3x}{e^{\arcsin x}};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = -5x^2 + x + 4$, образующей с осью *Ox* угол 45°.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} - \frac{5t^2}{2} + 6t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 1$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2}{(x-3)^2}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 48

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 3x)^{\sin 5x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x \cos 5x - e^{3x}}{\sin x}$

2. Продифференцировать функцию:

$y(x) = 4^{\sin 3x}\cdot\left(\log_4 x - \arcsin^4\sqrt{4-x}\right);\ y' - ?$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 4x^2 - 3x - 5$, параллельной прямой $y - 5x = 3$.

4. Проверить, является ли функция $y(x) = 5e^{-x}\cos 2x$ решением дифференциального уравнения $y'' + 2y' + 5y = 0$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{(x+1)^2}{2(x-2)}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Вариант 49

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 21x)^{3x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^{2x} - e^{18x}}{x\cos 2x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y(x) = \frac{\operatorname{ctg} x + 3x}{e^{\arccos x}};\ dy - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 4x^2 - 3x + 2$, параллельной прямой $5y + x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси *Ox* по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + \frac{3t^2}{2} - 4t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 3$

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^2+3}{x-1}$ на возрастание, убывание и т. экстремума

Вариант 50

1. Найти предел функции по правилу Лопиталя:

а. $\lim_{x\to 0}(\sin 5x)^{\operatorname{tg} 31x}$ б. $\lim_{x\to 0}\frac{e^x x^2 - x}{\sin 17x}$

2. Продифференцировать функцию:

$$y = \log_2 \sin x \cdot \left(\operatorname{arctg}^5 \frac{3}{x} - 5^{\cos x}\right);\ y' - ?$$

3. Составить уравнение касательной к графику функции $f(x) = 5x - 3x^2 + 2$, параллельной прямой $3y + 3x = 1$.

4. Тело движется вдоль оси Ох по закону: $x(t) = \frac{t^3}{3} + 2t^2 - 5t$. Найти скорость и ускорение в момент времени $t_0 = 4$.

5. Исследовать функцию $y = \frac{x^3}{(x+4)^2}$ на выпуклость, вогнутость и т. перегиба.

Контрольная работа № 3. Интегрирование функции одной переменной

Вариант 1

1. $\int \frac{x^2 + 4x - 3}{x^2 + 9} dx$
2. $\int 7^{-x}(3 - x) dx$
3. $\int sin^5 2x dx$
4. $\int \frac{19 - 2x}{x^2 - 2x + 82} dx$
5. $\int_2^{14} \frac{dx}{\sqrt{x+2} + 5}$

Вариант 2

1. $\int \frac{x^3 + 2}{x^2 + 4} dx$
2. $\int \operatorname{arcctg}(4x + 1) dx$
3. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{9 - x^2}}$
4. $\int \frac{3x^2 - 7x + 10}{(x^2 + 4)(x - 2)} dx$
5. $\int_0^{\pi} (4x - 7) cos\frac{x}{2} dx$

Вариант 3

1. $\int \frac{x^3 - x}{x^2 + 3} dx$
2. $\int e^{\frac{x}{2}}\left(\frac{x}{2} + 2\right) dx$
3. $\int \sin^3 x \cos^3 x dx$
4. $\int \frac{15 - 2x}{x^2 - 4x + 5} dx$
5. $\int_0^{8} \frac{dx}{\sqrt{3x + 1} + 1}$

Вариант 4

1. $\int \frac{x^2 + 2x - 3}{x^2 + 6} dx$
2. $\int arctg\frac{x}{4} dx$
3. $\int \frac{x^4}{\sqrt{4 - x^2}} dx$
4. $\int \frac{x - 3x^2 - 1}{(x - 1)(x^2 + 2)} dx$
5. $\int_0^{\pi} (2x - 1)\cos\frac{x}{3} dx$

Вариант 5

Вариант 6

1. $\int \frac{3x^3-7}{x^2+8}dx$

2. $\int (5x-2)2^x\,dx$

3. $\int \frac{sin^5 x}{cos^3 x}dx$

4. $\int \frac{9-4x}{x^2+6x+13}dx$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{\sqrt{x+1}+1}$

1. $\int \frac{2x^2+3x-10}{x^2+5}dx$

2. $\int \arcsin\frac{x}{4}dx$

3. $\int \frac{dx}{x^2\cdot\sqrt{3+x^2}}$

4. $\int \frac{3x^2+2x+1}{(x+4)(x+1)^2}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{4}} (x+2)\,sin\,2xdx$

Вариант 7

1. $\int \frac{x^2-2x+3}{x^2+16}dx$

2. $\int \arccos(2x+3)\,dx$

3. $\int \frac{\sin^3 x}{\cos^5 x}dx$

4. $\int \frac{2x+7}{x^2+2x+2}dx$

5. $\int_0^9 \frac{dx}{3+\sqrt{9-x}}$

Вариант 8

1. $\int \frac{x^3-1}{x^2+6}dx$

2. $\int (x+4)2^x dx$

3. $\int \frac{x^3}{\sqrt{1+x^2}}dx$

4. $\int \frac{x-8}{x(x-2)^2}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{4}} (2x-1)\cos 2xdx$

Вариант 9

1. $\int \frac{x^2+2x}{x^2+5}dx$

2. $\int \mathrm{arctg}2xdx$

3. $\int \cos^6 x\sin^3 xdx$

4. $\int \frac{17-2x}{x^2+4x+13}dx$

5. $\int_0^{12} \frac{dx}{1+\sqrt{16-x}}$

Вариант 10

1. $\int \frac{2x^2+3x-10}{x^2+5}dx$

5. $\int (\frac{x}{2}-1)e^{3x}dx$

3. $\int \frac{x^3dx}{\sqrt{4+x^2}}$

4. $\int \frac{x^3+3}{x^2(x^2+3)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{3}} (x-1)\cos 3xdx$

Вариант 11

1. $\int \frac{x^2-2x+2}{x^2+3}dx$

Вариант 12

1. $\int \frac{x^3-1}{x^2+6}dx$

2. $\int (1-\frac{x}{2})3^{x+2}dx$

3. $\int \frac{\cos^3 x}{\sin^8 x}dx$

4. $\int \frac{4x-5}{x^2+4x+20}dx$

5. $\int_1^5 \frac{dx}{\sqrt{x-1}+2}$

2. $\int x\mathrm{arctg}2x dx$

3. $\int x^2\sqrt{49-x^2}dx$

4. $\int \frac{dx}{x(3x+1)^2}$

5. $\int_0^{\pi} (2x-1)\cos\frac{x}{2}dx$

Вариант 13

1. $\int \frac{x^3+4x-5}{x^2+4}dx$

2. $\int (x+1)e^{-x}dx$

3. $\int \frac{4x+13}{x^2+6x+18}dx$

4. $\int \cos^3 x \sin^4 x dx$

5. $\int_0^4 \frac{dx}{1+\sqrt{4-x}}$

Вариант 14

1. $\int \frac{x^3+2}{x^2+4}dx$

2. $\int \arccos\frac{x}{3}dx$

3. $\int \frac{x-1}{x(4x^2+1)}dx$

4. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{4-x^2}}$

5. $\int_0^{\pi} (8x-1)\sin\frac{x}{2}dx$

Вариант 15

1. $\int \frac{x^3+1}{x^2+5}dx$

2. $\int \arcsin(x-1)dx$

3. $\int \cos^5 3x dx$

4. $\int \frac{2x-3}{x^2-6x+34}dx$

5. $\int_0^4 \frac{dx}{1+\sqrt{2x+1}}$

Вариант 16

1. $\int \frac{x^2+2x-3}{x^2+6}dx$

2. $\int (2x+3)e^{-4x}dx$

3. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{9+x^2}}$

4. $\int \frac{2x^2-3x+4}{x(x-1)(x+2)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{4}} (20-8x)\sin 2x dx$

Вариант 17

1. $\int \frac{x^3+16}{x^2+2}dx$

2. $\int (3-x)e^{x+3}dx$

3. $\int \frac{\cos^5 x}{\sin^6 x}dx$

Вариант 18

1. $\int \frac{2x^2+5x}{x^2+1}dx$

2. $\int \mathrm{arctg}\frac{x}{3}dx$

3. $\int \frac{x^4 dx}{\sqrt{9-x^2}}$

4. $\int \frac{19-4x}{x^2+4x+5}dx$

5. $\int_0^6 \frac{dx}{1+\sqrt{2x+4}}$

4. $\int \frac{x-12}{x^2(x+4)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{6}} (4-x)\sin 3x dx$

Вариант 19

1. $\int \frac{x^2+2x}{x^2+1}dx$

2. $\int (3x+1)e^{2x}dx$

3. $\int \frac{\sin^3 x}{\cos^2 x}dx$

4. $\int \frac{2x+2}{x^2+10x+26}dx$

5. $\int_1^5 \frac{dx}{\sqrt{3x+1}+1}$

Вариант 20

1. $\int \frac{3x^2-7}{x^2+10}dx$

2. $\int \frac{\ln(x+1)}{(x+1)^2}dx$

3. $\int \frac{x^2dx}{\sqrt{(16+x^2)^3}}$

4. $\int \frac{2x^2-x+1}{(x-1)(x^2+3)}dx$

5. $\int_0^{\pi} x\cos\frac{x}{2}dx$

Вариант 21

1. $\int \frac{3x^2+2x}{x^2+4}dx$

2. $\int (2x+6)\,3^{-x}dx$

3. $\int \cos^3 x\sin^2 x dx$

4. $\int \frac{2x+7}{x^2-4x+29}dx$

5. $\int_0^4 \frac{dx}{4+\sqrt{2x+1}}$

Вариант 22

1. $\int \frac{x^3-6}{x^2+6}dx$

2. $\int \arccos 3x dx$

3. $\int \frac{x^2dx}{\sqrt{(4+x^2)^3}}$

4. $\int \frac{x-1}{x(x^2+1)}dx$

5. $\int_0^{\pi} (x-1)\sin\frac{x}{2}dx$

Вариант 23

1. $\int \frac{3x^3+2}{x^2+4}dx$

2. $\int (4-x)3^{-\frac{x}{2}}dx$

3. $\int \frac{\cos^3 x}{\sin^4 x}dx$

4. $\int \frac{2x+10}{x^2+2x+10}dx$

5. $\int_2^6 \frac{dx}{9+\sqrt{2x-3}}$

Вариант 24

1. $\int \frac{x^2-2x+4}{x^2+16}dx$

2. $\int \arcsin 2x dx$

3. $\int \frac{x^2dx}{\sqrt{16-x^2}}$

4. $\int \frac{x^2+2x-5}{(x^2+1)(x-2)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{4}} (2-x)\sin 2x dx$

Вариант 25

1. $\int \frac{x^2+4x-1}{x^2+6}dx$
2. $\int (1-8x)\mathrm{arctg}2x dx$
3. $\int \frac{\sin^5 x}{\cos^2 x}dx$
4. $\int \frac{2x-21}{x^2-2x+10}dx$
5. $\int_2^{23} \frac{dx}{6+\sqrt{x+2}}$

Вариант 26

1. $\int \frac{3x^2-7}{x^2+10}dx$
2. $\int 5^x(5-x)dx$
3. $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{(9-x^2)^3}}$
4. $\int \frac{4dx}{(x+1)(x-1)^2}$
5. $\int_0^{2\pi} (2x+3)\sin\frac{x}{4}dx$

Вариант 27

1. $\int \frac{x^3+2x}{x^2+8}dx$
2. $\int (7-2x)3^{x+1}\,dx$
3. $\int \frac{\cos^3 x}{\sin^4 x}dx$
4. $\int \frac{4x+31}{x^2+8x+17}dx$
5. $\int_5^{10} \frac{dx}{1-\sqrt{x-1}}$

Вариант 28

1. $\int \frac{x^2+2x-3}{x^2+6}dx$
2. $\int \mathrm{arctg}\,(4x-1)dx$
3. $\int x^2\sqrt{16-x^2}\,dx$
4. $\int \frac{x^3+x+2}{x^3(x+2)}dx$
5. $\int_0^{\frac{\pi}{8}} (1-x)\sin 8x dx$

Вариант 29

1. $\int \frac{x^3+5x}{x^2+4}dx$
2. $\int (x-2)\ln(x+1)dx$
3. $\int \sin^4 x\cos^5 x dx$
4. $\int \frac{10x-1}{x^2+2x+2}dx$
5. $\int_{-2}^{1} \frac{dx}{1+\sqrt{2-x}}$

Вариант 30

1. $\int \frac{x^3-1}{x^2+8}dx$
2. $\int 2^{-x}(2x+3)dx$
3. $\int x^2\sqrt{1-x^2}dx$
4. $\int \frac{2x^3+x+1}{x^3(x+1)}dx$
5. $\int_0^{\frac{5\pi}{2}} (x-1)\sin\frac{x}{5}dx$

Вариант 31

Вариант 32

1. $\int \frac{x^2-2x+4}{x^2+16}dx$

2. $\int (2x-1)e^{-x}dx$

3. $\int \sin^4 2x dx$

4. $\int \frac{17-2x}{x^2-6x+25}dx$

5. $\int_0^{12} \frac{dx}{1+\sqrt{16-x}}$

1. $\int \frac{4x^4-x}{x^2+7}dx$

2. $\int x^2 \ln(x+1)dx$

3. $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{4+x^2}}$

4. $\int \frac{x^3+3}{x^2(x^2+3)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{10}} (x-7)\sin 5x dx$

Вариант 33

1. $\int \frac{2x^2+5x}{x^2+1}dx$

2. $\int e^{-\frac{x}{2}}(x+10)dx$

3. $\int \cos^3 5x dx$

4. $\int \frac{15-2x}{x^2-4x+40}dx$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{3+\sqrt{x+1}}$

Вариант 34

1. $\int \frac{x^3}{x^2+4}dx$

2. $\int (\frac{x}{2}+1)\ln x dx$

3. $\int x^2\sqrt{9-x^2}\,dx$

4. $\int \frac{x^2-5x+1}{(x-2)(x^2+1)}dx$

5. $\int_0^{\frac{3\pi}{2}} (4-2x)\cos\frac{x}{3}dx$

Вариант 35

1. $\int \frac{3x^2-7}{x^2+10}dx$

2. $\int 4^{-x}(3-2x)dx$

3. $\int \mathrm{tg}^5 x dx$

4. $\int \frac{4x+27}{x^2-2x+26}dx$

5. $\int_4^{11} \frac{dx}{\sqrt{x+5}-1}$

Вариант 36

1. $\int \frac{2x^2+5x}{x^2+1}dx$

2. $\int \frac{\ln(x+1)}{(x+1)^2}dx$

3. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{25+x^2}}$

4. $\int \frac{x^2+4x-3}{x^2(x-3)}dx$

5. $\int_0^{\pi} (7x-2)\cos\frac{x}{2}dx$

Вариант 37

1. $\int \frac{5x^2+x}{x^2+5}dx$

2. $\int (6-3x)2^{-x}dx$

Вариант 38

1. $\int \frac{x^2+4x-1}{x^2+6}dx$

2. $\int x\mathrm{arctg}x dx$

3. $\int \frac{\sin^3 x}{\sqrt{\cos x}} dx$

4. $\int \frac{4x-10}{x^2-2x+10} dx$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{5-\sqrt{x+1}}$

3. $\int x^2\sqrt{16-x^2}dx$

4. $\int \frac{4dx}{(x-1)(x^2+1)}$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{6}} (5-x)\cos 3x dx$

Вариант 39

1. $\int \frac{3x^2-2x}{x^2+1} dx$

2. $\int (1-4x)4^{-x} dx$

3. $\int \frac{\cos^3 x}{\sqrt{\sin x}} dx$

4. $\int \frac{4x-2}{x^2-4x+13} dx$

5. $\int_1^6 \frac{dx}{3+\sqrt{3+x}}$

Вариант 40

1. $\int \frac{x^3+4x-5}{x^2+4} dx$

2. $\int \arccos 3x dx$

3. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{25-x^2}}$

4. $\int \frac{2x^2-3x+6}{x^2(x^2+3)} dx$

5. $\int_0^{\frac{3\pi}{2}} (3-x)\cos\frac{x}{3} dx$

Вариант 41

1. $\int \frac{x^3-6}{x^2+6} dx$

2. $\int 5^x(8-x)dx$

3. $\int \cos x \cos 2x dx$

4. $\int \frac{6x-2}{x^2+2x+5} dx$

5. $\int_1^5 \frac{dx}{\sqrt{2x-1}+5}$

Вариант 42

1. $\int \frac{x^2-2x+2}{x^2+3} dx$

2. $\int \frac{\ln(x-1)}{(x-1)^2} dx$

3. $\int x^2\sqrt{49-x^2}dx$

4. $\int \frac{x-1}{(x-3)(x^2+1)} dx$

5. $\int_0^{\pi} (4+x)\sin\frac{x}{2} dx$

Вариант 43

1. $\int \frac{x^3}{x^2+4} dx$

2. $\int (1+2x)7^{-x} dx$

3. $\int \sin 2x \sin x dx$

Вариант 44

1. $\int \frac{x^2-2x+3}{x^2+16} dx$

2. $\int x^3 \ln x dx$

3. $\int \frac{x^4}{\sqrt{(1-x^2)^3}} dx$

4. $\int \frac{2x+23}{x^2+4x+20}dx$

5. $\int_0^5 \frac{dx}{\sqrt{3x+1}+2}$

4. $\int \frac{4x^2+x-1}{x(4x^2+1)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{6}} (6+x)\cos 3x dx$

Вариант 45

1. $\int \frac{4x^4-x}{x^2+7}dx$

2. $\int (1+2x)\cdot 2^{-x}\,dx$

3. $\int \cos 2x \sin x dx$

4. $\int \frac{4x-7}{x^2+8x+20}dx$

5. $\int_2^{10} \frac{dx}{1+\sqrt{5+2x}}$

Вариант 46

1. $\int \frac{x^3+1}{x^2+5}dx$

2. $\int (x^2+1)\ln x dx$

3. $\int x^3\sqrt{4-x^2}dx$

4. $\int \frac{x+1}{(x-1)(x^2+1)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{4}} (3-x)\cos 2x dx$

Вариант 47

1. $\int \frac{4x^3+1}{x^2+4}dx$

2. $\int \arcsin 4x dx$

3. $\int \frac{\sin 2x}{\cos^3 x}dx$

4. $\int \frac{7-2x}{x^2-8x+25}dx$

5. $\int_5^8 \frac{dx}{\sqrt{3x+1}-1}$

Вариант 48

1. $\int \frac{x^2+2x}{x^2+1}dx$

2. $\int (1+x)e^{\frac{x}{2}}dx$

3. $\int \frac{x^4}{\sqrt{36-x^2}}dx$

4. $\int \frac{5x+4}{(x-2)(x^2+3)}dx$

5. $\int_0^{\pi} (1-4x)\sin\frac{x}{2}dx$

Вариант 49

1. $\int \frac{x^3-1}{x^2+8}dx$

2. $\int x\,\mathrm{arctg}\,2x dx$

3. $\int \frac{\cos 2x}{\cos^4 x}dx$

4. $\int \frac{4x-11}{x^2-10x+29}dx$

5. $\int_0^3 \frac{dx}{\sqrt{5x+1}+2}$

Вариант 50

1. $\int \frac{x^2+2x-3}{x^2+6}dx$

2. $\int (1-2x)e^{\frac{x}{3}}dx$

3. $\int \frac{\sqrt{4-x^2}}{x^4}dx$

4. $\int \frac{2x^2-3x+6}{x(x-3)(x+2)}dx$

5. $\int_0^{\frac{\pi}{6}} (4-5x)\cos 3x dx$

Контрольная работа № 4
Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

Вариант 1

1. Найти dz, $z = \ln\left(\mathrm{ctg}2x + \sqrt{y}\right)$
2. Найти $\frac{dz}{dt}$, если $z = \arcsin\sqrt{\frac{y}{x}}, x = \frac{1}{t}, y = ln^2 t$
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\ln\cos x)^{\sin x}$.
4. Найти экстремумы функции $z = e^{\frac{x}{2}}(x + y^2)$.
5. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$, в точке $A(1;-1)$, если $z = \mathrm{arctg}\,\frac{x+2y}{x}$

Вариант 2

1. Найти частные производные первого и второго порядков
$z = \mathrm{tg}\sqrt{y}(\sqrt[3]{4x^2} + 1)^2$

2. Найти d^2z, *если* $z = \cos^2(5x - y^2)$
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}, \frac{\partial z}{\partial v}$, *если* $z = 2^{\mathrm{tg}\,xy}$, $x = u^2\sin^2 v$, $y = u^3 + \cos v$
4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением
$x^2yz^3 + tg\,\frac{x}{z} = 0$

5. Найти наибольшую скорость возрастания поля $u = \ln(x^2 + 4y^2)$ в точке M (6;4).

Вариант 3

1. Найти dz, $z = (5 - y^2)^{\mathrm{arctg}\sqrt{x}}$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{dz}{dx}$, *если* $z = \arcsin\frac{\sqrt{x}}{y}, y = \frac{1}{\ln(x^2+4)}$
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\cos\frac{x}{3})^{\mathrm{ctg}\,x}$
4. Найти экстремумы функции $z = x^2 + xy + y^2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$, $x > 0, y > 0$
5. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$ *и* $\overline{grad\, z}\,(B)$, если $z = x^2y + \ln\frac{x}{2y}$, $A(2;1)$, $B(1;2)$

Вариант 4

1. Найти частные производные первого и второго порядков
$$z = \sqrt{y}e^{x^2} + \frac{y}{\sqrt[3]{x}}$$

2. Найти d^2z, если $z = \frac{\sin^2 3y}{x}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = u\sin^2 v$, $u = \frac{3x+1}{y}$, $v = \frac{yx}{3}$

4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением
$xz + y^2xz^2 + ln(x^2 + z^2) = 0$

5. Найти $\left(\frac{\partial z}{\partial \bar{l}}\right)_M$ в направлении, составляющем с осью Ox угол 135°. Точка M (–1;2), $z = x^2 \operatorname{tg}(y^2 + 4x)$.

Вариант 5

1. Найти частные производные первого и второго порядков
$z = \sin\frac{x}{y}\cos\frac{x}{y} + e^{-\frac{x}{y}}$

2. Показать, что функция $z = \ln x + \frac{y}{x}$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial y} + y \cdot \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = ctg\left(\frac{x}{2y} + y^2\right)$, $y = \sqrt{\frac{v}{u}}$, $x = \sin\frac{u}{v}$

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением
$3z \cdot \sin(x + y) - \cos(x - y) = 0$.

5. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial \bar{l}}\right)_M$ в направлении, составляющем одинаковые тупые углы с осями координат, $u = x\arcsin\frac{\sqrt{x}}{y} + x^2yz$, точка M (1;2;1)

Вариант 6

1. Найти dz, $z = \ln\left(\sqrt{x} + \sqrt[3]{y}\right)$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{dz}{dx}$, если $z = 2e^{y^2} - \ln(x - 2y)$, $y = \cos 2x$
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\sin x)^{e^{\cos x}}$
4. Найти экстремумы функции $z = x^3 + xy^2 + 6xy$
5. Найти $\overline{grad\, u}\,(A)$, $u = 3^{x^2+y^2+z^2}$, A (1;–1;1).

Вариант 7

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = \ln\frac{\sqrt{x^2 + y^2} - x}{\sqrt{x^2 + y^2} + x}$$

2. Найти d^2z, если $z = \sqrt[3]{x^3 + y^2 + 1}$
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \operatorname{arctg}\sqrt{\frac{x}{2y}}$, $x = u^2v$, $y = \frac{u}{v}$
4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением
$(3x - zy)\operatorname{tg}\frac{x}{z} + y^2z = 0$

5. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial \bar{l}}\right)_M$ в направлении, составляющем с Ox угол $\alpha = \frac{\pi}{3}$, с Oy угол $\beta = \frac{\pi}{3}$ и тупой угол с Oz; $u = x^2 + 2xy - 2y^2 - zx$ и точка M (2;1;3).

Вариант 8

1. Найти dz, где $z = (2y^3x + 1)\, 5^{\cos^2 \frac{x}{y}}$

2. Найти $\frac{du}{dt}$, *если* $u = e^{x-2y}, x = \sin t,\ y = t^3$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\operatorname{ctg} 4x)^{x^7}$

4. Найти экстремумы функции $z = \frac{8}{x} + \frac{x}{y} + y,\ x > 0,\ y > 0$

5. $u = z^2(x + y)$. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial \bar{l}}\right)_M$, где точка $M\,(0; 1; -3)$, $\vec{l} = \overrightarrow{MN}$, точка $N(2; 3; -2)$.

Вариант 9

1. Найти частные производные первого и второго порядков
$z = (x^2 + y^2)^5 + \arcsin\sqrt{xy}$

2. Найти $d^2 z$, где $z = e^{2y} \cos\frac{x}{3}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \log_3 \frac{u}{v}$, $u = e^{x+y}$, $v = e^{x-y}$

4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением

$$z\cos(2x - y) - \frac{xz^2}{y} + \sqrt{z} = 0$$

5. Найти производную функции $u = 3x^4 + xy + y^3$ в точке M (1;2) в направлении, составляющем с осью Ox угол 135°.

Вариант 10

1. Найти dz, где $z = \frac{\operatorname{tg}^2(2x - 3y)}{\ln(\cos 5y)}$

2. Найти $\frac{dz}{dt}$, $z = \arcsin(x - y),\ x = 3t,\ y = 4t^3$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = \sqrt[3]{\frac{x(x^2+1)}{(1-x)^2}}$

4. Найти экстремумы функции $z = x^2 y(2 - x - y),\ x > 0,\ y > 0$

5. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$ в точке A (1;1), где $z = \arcsin\frac{x}{x+y}$

Вариант 11

1.Найти частные производные первого и второго порядков
$z = \ln(\sin yx^3) + (\operatorname{tg} y)^x$

2. Найти $d^2 z$, где $z = \operatorname{arctg}\frac{x}{x+y}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}, \frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = x^2y + 2y^2,\ x = \frac{2u}{u+v},\ \ y = v^2 - 3u^2$

4. Найти *dz*, если функция *z=z(x,y)* задана неявно уравнением

$$\frac{x}{z} = \ln\frac{z}{y} + 1$$

5. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}(A)$, где $u = x^2y^2z^2$ точке *A*(5;1;–2) в направлении $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, точке *B* (9;4;10).

Вариант 12

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = \operatorname{arctg}\sqrt[3]{xy} + 3(\sin y)^x$$

2. Показать, что функция $z = x^2\sin(x-y)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} - \frac{2}{x}\cdot\frac{\partial z}{\partial y} - z = 0$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}$, $если\ z = (\sin u)^v,\ u = x^y,\ \ v = y - x$

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$$x\cos(y+z) = \frac{z}{x+y}$$

5. Найти $\overrightarrow{grad\, z}(M)$ в точке *M* (1;2), где $z = e^{-\frac{x}{y}}$

Вариант 13

1. Найти dz, где $z = \operatorname{ctg}^3\left(x^2y + \frac{\sqrt[5]{x}}{y}\right)$

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{dz}{dx}$, если $z = \ln\left(\frac{x+y}{y}\right),\ где\ y = \cos 3x$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по *x* функции $y = \sqrt[x]{\operatorname{arctg} 3x}$

4. Найти экстремумы функции $z = 2x^3 - xy^2 + 5x^2 + y^2$

5. Найти $\frac{\partial z}{\partial \vec{l}}$ функции $z = xy\ln(x+y)$ в точке *A*(–1;2) по направлению $\vec{l}$, составляющему равные углы с осями координат

Вариант 14

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = 3^{\sin\ln(x+y) + \operatorname{tg} x^2y^3}$$

2. Найти d^2z, где $z = x\ln\frac{y}{x}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}$, $если\ z = \ln(1+uv),\ u = y\sin x,\ v = x\cos y.$

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$$e^{2x} - \ln z = \operatorname{arctg}(z-y)$$

5. Найти производную функции $u = \ln\frac{z^2}{x-2y}$ в точке $A(3;1;-1)$ в направлении, составляющем с осями координат одинаковые острые углы.

Вариант 15

1. Найти dz, где $z = \frac{\sqrt[3]{3x-5}}{\cos(xy+7y^2)}$

2. Найти $\frac{\partial u}{\partial t}$, $\frac{du}{dt}$, если $u = \sqrt{2x+y-t}$; $x = \cos 2t$; $y = 1 - \sin^2 2t$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\cos x)^{x^2+1}$.

4. Найти экстремумы функции $z = x^4 + y^4 - 4(x+y)$.

5. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = \frac{yz^2}{x}$ и $v = x^2 - y^2 - 3z^2$ в точке $M\left(\frac{1}{\sqrt{2}};\frac{1}{\sqrt{2}};\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$

Вариант 16

1. Найти частные производные первого и второго порядков $u = x^{y/z}$
2. Найти $d^2z, z = (2x-y)e^{xy}$
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = x^2y - y^2x$, $x = u\cos v$, $y = u\sin v$
4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением $3x^2 - 6x\sqrt{y} + \sqrt{x}z^3 - z^2 - 5x = 0$.
5. Найти $\frac{\partial u}{\partial \bar{l}}$ в точке A (1;1;1), где $u = arcsin\frac{z}{\sqrt{x^2+y^2}}$, $\bar{l} = \overrightarrow{grad\,u}(A)$.

Вариант 17

1. Найти dz, где $z = \sqrt[3]{x^2+y^3}$
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, если $z = \arcsin\frac{\sqrt{x}}{y}$, $y = \frac{1}{\ln(x^2+4)}$
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (x^3+2)^{\ln x}$
4. Найти экстремумы функции $z = 1 + 6x - x^2 - xy - y^2$
5. Найти угол между градиентами скалярных полей

$$u = \frac{6}{x} + \frac{2}{y} - \frac{3\sqrt{3}}{2\sqrt{2}z} \quad и \quad v = \frac{y^2z^3}{x^2} \quad в\ точке\ M\left(\sqrt{2};\sqrt{2};\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

Вариант 18

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = 2\sqrt{\frac{1-\sqrt{xy}}{1+\sqrt{xy}}}$$

2. Найти d^2z, где $z = \frac{\cos(y+x)}{y-x}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$ и $\frac{dz}{dt}$, *если* $z = \ln^2(t + 3x^2 - 6y)$, $x = \operatorname{tg} t$, $y = \operatorname{ctg} t$

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением

$$\operatorname{tg}(z + x) - \frac{y}{x} = 2z$$

5. Найти производную скалярного поля $u = x^2y^2z - \ln(z - 1)$ в точке M (1;1;2) по направлению $\vec{l} = 5\vec{i} - 6\vec{j} + 2\sqrt{5}\vec{k}$.

Вариант 19

1.Найти dz, где $z(x, y) = \operatorname{ctg}^2(xy) + 2^{\frac{y}{x}}$

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{dz}{dx}$, *где* $z = xy^2 - tg\,(x + y)$, $y = \frac{1}{\cos^2 x}$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = x^{\operatorname{arctg} x}$.

4. Найти экстремумы функции $z = (x^2 + y) \cdot \sqrt{e^y}$

5. Найти угол между градиентами скалярных полей

$u = 6\sqrt{6}x^3 - 6\sqrt{6}y^3 + 2z^3$ и $v = \frac{y}{xz^2}$ в т. $M\left(\frac{1}{\sqrt{6}}; \frac{1}{\sqrt{6}}; 1\right)$

Вариант 20

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$u(x, y, z) = \ln^2(3x + 5yz) - \frac{1}{\sqrt{y^2 + z^2}} - 8x$$

2. Найти d^2z, где $z(x, y) = \sin^2(e^{3x} + e^{2y})$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \operatorname{tg}^4(4x^2 + 5y)$, $x = 2u + v^3$, $y = 2u \cdot v^3$

4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением

$$2^{x+z^2} + \cos^2(xy) - z = 0$$

5.Найти производную функции $u = \ln \sin \frac{x}{y}$ в точке $M\left(\frac{\pi}{2}; 2\right)$ в направлении вектора $\vec{s} = 3\vec{i} - 4\vec{j}$

Вариант 21

1. Найти dz, где $z(x, y) = \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{x} - 2y\cos x$

2. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = x \cdot \sin y + y \cdot \cos x$, $x = 2t^2 + 1$; $y = 3\sqrt{t}$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = x^{\sqrt{x+1}}$

4. Найти экстремумы функции $z = x^3 + y^3 - 3xy$

5. Найти угол между градиентами функции

$z = \arcsin \frac{x}{x+y}$ в точках $A(1; 1)$ *и* $B(3; 4)$

Вариант 22

1.Найти частные производные первого и второго порядков

$$z(x,y) = e^{xy}(1+y^2)$$

2. Найти d^2z, где $z = \ln(x^2+y^2+2x+1)$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$: $z = \mathrm{ctg}^3(u-3v),\ u = 6x^4+5y^2,\ v = x^3+2y$

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$$\sin^2(x-z) - xy^2 + e^z = 0$$

5.Найти точку, в которой градиент функции $z = \ln(x+\frac{1}{y})$ *равен* $\vec{i} - \frac{16}{9}\vec{j}$

Вариант 23

1. Найти dz, где $z = \arccos\left(\frac{x^2}{x+y}\right)$

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{dz}{dx}$, *если* $z = e^{\mathrm{arctg}(x-y)},\ y = \mathrm{ctg}\, x$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (3x^2+1)^{\cos x}$

4. Найти экстремумы функции $z = 4(x-y) - x^2 - y^2$

5. Найти производную функции $z = x^2y^2 - xy^3 - 3y - 1$ в точке $A\,(2;1)$ в направлении, идущем от этой точки к началу координат

Вариант 24

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = \frac{x^2}{2y} + \frac{x}{2} + \frac{1}{x} - \frac{1}{y}$$

2. Найти d^2z, где $z = x \cdot e^{-\frac{y}{x}}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \ln^3(u^2+4v),\ u = xy^2,\ v = \frac{y}{x^2}$

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$$\frac{x}{z} = \ln\frac{z}{y} + 1$$

5. Найти производную функции $z = \mathrm{arctg}\,(xy)$ *в точке* $A\,(1;1)$ в направлении биссектрисы первого координатного угла.

Вариант 25

1.Найти частные производные первого и второго порядков

$$z = e^{3x^2} + 2y^2 - xy$$

2. Показать, что функция $u = \ln\sqrt{(x-a)^2+(y-b)^2}$ удовлетворяет уравнению $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,\ при\ \forall\ a\ и\ b$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}, \frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \ln\,(x^2+\frac{1}{y^2}),\quad x = uv,\quad y = u^2v^2$

4. Найти dz, где функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$$z = x + \mathrm{arctg}\,\frac{y}{z-x}$$

5. Найти производную $\left(\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}\right)_M$ в направлении, идущем от точки M (1;1;1) к точке N (4;5;13) $u = x^2y^3z + \sin^2(x + y - 2z)$

Вариант 26

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \ln\left(y + \sqrt{x^2 + y^2}\right)$
2. Показать, что функция $u = \ln\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}}$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

3.Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \operatorname{ctg} uv$, $u = x^{3y}$, $v = 2^{x+y}$.

4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $x^2 + y^3 + z = 3^{x^2-3y^2+z^2}$

5. Найти производную $\left(\frac{\partial z}{\partial \vec{l}}\right)_M$ в направлении, идущем от точки M (1;–1) к точке N (4;3), $z = x\arcsin\frac{x-1}{y+2}$.

Вариант 27

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \sin(x^2 + xy) + 2^{\ln\sin(xy)}$

2.Показать, что функция $u = \sin^2(x - 2t)$ удовлетворяет уравнению $4\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \log_3(2u^2 + v^3)$, $u = xy^2$, $v = 3^{x^2y}$.

4. Найти dz,если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $4y^2z + x\operatorname{tg}(yz) = 0$

5. Найти $\overrightarrow{grad\, z}\,(M)$, $z = \operatorname{arctg}\frac{x}{y^2}$ в точке M (–1;1).

Вариант 28

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \ln(y + \sqrt{x^2 + y^2}) + \operatorname{arctg}(x^2y)$

2. Показать, что функция $z = \cos(x + \ln y)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial z}{\partial x}\cdot\frac{\partial^2 z}{\partial x\partial y} = \frac{\partial z}{\partial y}\cdot\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \operatorname{arctg}(xy)$, $x = v - 2u$, $y = v + 2u$.

4. Найти dz,если функция $z=z(x,y)$ задана неявно уравнением $z\ln(x + y + z) = \frac{xy}{z}$

5. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}$ в точке $A(0;0)$, если $u = \ln(e^x + e^y)$, а $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, где точка B (3;4).

Вариант 29

1. Найти частные производные первого и второго порядков $u = \sin(x^2 + y^2 + z^2)$.

2. Показать, что функция $z = e^x\cos y$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \sqrt{x^2 + y^2}$, $x = u \sin 3v$, $y = u \cos 3v$.

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $z = \ln \frac{z+x}{y}$.

5. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}$ в точке *A* (–1;2), если $u = x \operatorname{arctg}(x + y)$, а направление $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, *B* (2;6).

Вариант 30

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = (2x + y)^{2x+y}$

2. Показать, что функция $z = \ln x + \frac{y}{x}$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial y} + y \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}, \frac{\partial z}{\partial v}$, $z = \arccos(x^2 + \sqrt{y})$, $x = u \cos^2 v$, $y = u^3 \sin v$.

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $z^2(x + y) = x \cdot e^z - 4y$

5. Найти производную функции $u = x^2 y^2 z^2$ в точке *A* (5;1;–2) в направлении вектора $\overrightarrow{AB}$, где *B* (9;4;10).

Вариант 31

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \frac{y}{(x^2 - y^2)^5}$

2. Показать, что функция $u = u(x, y)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad где\ u = x \sin(x + y) + y \cos(x + y).$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$ и $\frac{\partial z}{\partial p}$, если $z = \arcsin(x - y)$, $x = p \cdot \operatorname{tg} t$, $y = t \cdot \operatorname{tg} p$.

4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $5^z + tg\, x^2 + \arcsin(xyz) = 0$

5. Найти производную функции $z = \operatorname{arctg} \frac{x}{y^2}$ в точке *A* $(1; -1)$ по направлению вектора $\overrightarrow{AB}$, если точка *B* (1;2).

Вариант 32

1. Найти частные производные первого и второго порядков $u(x, y, z) = \operatorname{arctg} \frac{x+z}{y}$

2. Показать, что функция $u = u(x,t) = x \sin(x - at) + \cos(x + at)$ удовлетворяет уравнению $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ при $\forall a$.

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}$: $z = u \cdot \cos v - v \cdot \sin u$, $u = x^3 + 2y$, $v = y - x$.

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $z = \operatorname{arctg} \frac{y}{z - x}$

5. Найти производную функции $z = x^3 - 3x^2y + 3xy^2 + 1$ в точке $A(3:1)$ в направлении вектора $\overrightarrow{AB}$, точка B (6;5).

Вариант 33

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \ln\left(\frac{3x-y}{x^2}\right)$

2. Показать, что функция $z = \frac{xy}{x-y}$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{2}{x-y}$$

3. Найти $\frac{dz}{dx}$, $\frac{\partial z}{\partial x}$, если $z = \arcsin\left(x\sqrt{x} - 5y^2\right)$, $y = \ln(x^2+1)$.

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением $yz + \arccos(x-z) = 0$.

5. Найти точки, в которых модуль градиента функции $z = (x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}$ равен

Вариант 34

1. Найти частные производные первого и второго порядков $u(x,y,z) = x \cdot \sin z - y \cdot \cos z$

2. Показать, что функция $u = xe^{\frac{-y}{x}}$ удовлетворяет уравнению $x\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 2\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right) = y\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = xy^3 + y2^x$, $x = u+v$, $y = u-v$.

4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением $e^{2x} \cdot \sin z - \cos^2(x-z) = 0$.

5. Найти производную функции $u = 3xy^2 + z^3 - xyz$ в точке M (1;1;2) по направлению вектора $\overrightarrow{MN}$, если точка N (–1;3;3).

Вариант 35

1. Найти dz в $m.A\left(\frac{\pi}{12}; 2\right)$, где $z = y^{3\sin^2 4x}$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, если $z = \operatorname{tg}(x+y) - \ln^2(x-y)$, $y = \operatorname{ctg} x^2$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\operatorname{arctg} x)^{\sqrt{x}}$

4. Найти экстремумы функции $z = x^2 + y^2 - 6x + 4y + 2$.

5. Каково направление наибольшего изменения функции $u(x,y,z) = x\sin z - y\cos z$ в начале координат?

Вариант 36

1. Найти частные производные первого и второго порядков $z = \frac{y}{(x^2-y^2)^3}$

2. Показать, что функция $u = u(x,y)$ удовлетворяет уравнению

$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$, где $u = x\sin(x+y) + y\cos(x+y)$.

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{\partial z}{\partial y}$, если $z = \ln^3(u^2 + 4v)$, $u = xy^2$, $v = \frac{y}{x^2}$

4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением

$$\frac{x}{z} = \ln\frac{z}{y} + 1$$

5.Найти производную функции $z = \operatorname{arctg}(xy)$ *в точке* $A\ (1;1)$ в направлении биссектрисы первого координатного угла.

Вариант 37

1. Найти dz, если $z = x\operatorname{tg}^2(xy)$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, *если* $z = xe^{y^2} - \ln(x - 2y)$, $y = \cos 2x$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = \sqrt[x]{\operatorname{arcctg} 2x}$.

4. Найти экстремумы функции $z = 1 + 6x - x^2 - xy - y^2$.

5. Найти величину наибольшего подъема поверхности $z = 3x^2 + 4y^2$, в точке A (1;1;7).

Вариант 38

1. Найти dz, где $z = y\operatorname{arctg}\frac{\sqrt{x}}{y}$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, если $z = \cos^2(5x - y^2)$, $y = \ln(x^2 + 4)$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (x^2 + 3)^{\arcsin 2x}$.

4. Найти экстремумы функции $z = x^3 + y^3 - 3xy$

5. Найти угол между $\overline{grad\, z}\,(A)$ и $\overline{grad\, u}\,(B)$, $z = xe^{2x^2+3y}$, A(1;0), B(2;–3).

Вариант 39

1. Найти dz, где $z = (2\cos y + 1)^{x^2}$.

2. Найти $\frac{du}{dt}$, *если* $u = z^2 + y^2 + zy$, $z = \sin t$, $y = e^t$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = \sqrt[7]{\frac{x-5}{\sqrt[5]{x^2+4}}}$.

4. Найти экстремумы функции $z = x^2 + xy + y^2 + x - y + 11$.

5. Найти $\overrightarrow{grad\, z}(M)$ в точке M (–1;4;1),где $z = x^2\sqrt{y - 2t}$.

Вариант 40

1.Найти dz, где $z = x^3\arcsin\frac{x}{\sqrt{y}}$

2. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = \frac{yz}{x}$, $x = e^{3t}$, $y = e^{t^2-1}$, $z = \frac{1}{\cos t}$

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\arcsin 3x)^{\operatorname{tg}\sqrt{x}}$

4. Найти экстремумы функции $z = e^{2x}(x + y^2 + 2y)$.

5. Найти направление наибольшего возрастания функции $z = \frac{x+\sqrt{y}}{y}$ в точке M (2;1).

Вариант 41

1. Найти dz, где $z = \sin(\log_5 \frac{x^2+4}{y^3})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{dz}{dx}$, *если* $z = \operatorname{arctg}(x^2 y) - \cos\frac{x}{y}$, $y = \ln 2x$.
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (x^2+1)^{\sin x}$.
4. Найти экстремумы функции $z = e^{x-y}(x^2 - 2y^2)$.
5. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = x^2 - y^2 - 3z^2$ и $v = \frac{x}{yz^2}$ в точке $M\left(\frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$

Вариант 42

1. Найти dz, где $z = (1+\sqrt[3]{x})^{\operatorname{arctg}\frac{1}{\sqrt{y}}}$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$ и $\frac{dz}{dx}$, если $z = \operatorname{tg}^2\frac{\sqrt{x}}{y}$, $y = \cos^3 x$.
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\cos x)^{e^{\sin x}}$.
4. Найти экстремумы функции $z = y\sqrt{x} - y^2 - x + 6y$.
5. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = xyz$ и $v = x^2 + 9y^2 + 6z^2$ в точке $M\left(1; \frac{1}{3}; \frac{1}{\sqrt{6}}\right)$.

Вариант 43

1. Найти dz, где $z = (\operatorname{arctg}(2x)^{3y^2}$
2. Найти $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{du}{dx}$, если $u = \ln(e^x + e^y)$, $y = x^3$.
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\cos x)^{\operatorname{tg} x}$
4. Найти экстремумы функции $z = x^3 y^2 (6 - x - y)$, $x > 0$, $y > 0$.
5. Найти величину наибольшей скорости изменения функции $u = x^2 + 2y^2 + 3z^2 - 3x - 2y - 6z$ *в точке* A (1; 1; 1).

Вариант 44

1. Найти dz, где $z(x,y) = (\sin^2 3y)^{3x^4}$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, если $z = \cos^2(5x - y^2)$, $y = \ln(x^2+4)$.
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\arcsin 3x)^{\operatorname{tg}\sqrt{x}}$.
4. Найти экстремумы функции $z = x\sqrt{y} - x^2 - y + 6x + 3$.
5. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = \frac{x^3}{\sqrt{2}} - \frac{y^3}{\sqrt{2}} - \frac{8z^3}{\sqrt{3}}$ и $v = \frac{x^2}{y^2 z^2}$ в точке $M\left(\sqrt{2}; \sqrt{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$.

Вариант 45

1. Найти dz, где $z(x,y) = \ln(x + e^{xy})$.
2. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$, $\frac{dz}{dt}$, если *где* $z = \ln(e^{2t} + 4x + \sin y)$, $x = \operatorname{tg} t, y = \operatorname{ctg} t$
3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\sin 3x)^x$
4. Найти экстремумы функции $z = x^2 - xy + y^2 + 3x - 2y + 1.$
5. Найти производную функции $u = xy^2z^2$ в точке $M\,(3;2;1;)$ в направлении вектора $\overrightarrow{MN}$, где точка $N\,(5;4;1;)$

Вариант 46

1.Найти dz, где $z = x^2 2^{\sqrt{x+y}}$

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = \operatorname{arctg}\frac{x^2}{y}$, $x = u^2\ln(1+v^2)$, $y = \ln(v^2+4)$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\operatorname{tg} 2x)^{\sin x}$

4. Найти экстремумы функции $z = x^4 + y^4 - 2x^2 + 4xy - 2y^2$.

5. $u = \operatorname{tg} x - x + 3\sin y + z - \operatorname{ctg} z.$ Найти $\overrightarrow{grad\,u}$ в точке $M\,(\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{2})$

Вариант 47

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$z = \sin^3\left(6x + 5\sqrt{x^2+y^2}\right)$

2. Найти $\frac{dz}{dx}$, если $z = \frac{1}{2}\ln\frac{u}{v}$, $u = \operatorname{tg}^3 x$, $v = \operatorname{ctg}^2 x$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\operatorname{tg} 2x)^{\sin(\ln x)}$.

4. Найти экстремумы функции $z = e^{x-y}(x^2 - 2y^2)$.

5. Найти $\overrightarrow{grad\,u}$ в точке $A\,(2;1;1)$, если $u = \frac{x}{y} - \sqrt{z}$ и его величину.

Вариант 48

1. Найти dz, где $z = \operatorname{arctg}\frac{x+y}{1-xy}$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$, *если* $z = \ln(x^2 + y^2)$, $x = uv$, $y = \frac{u}{v}$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y = (\operatorname{tg} 2x)^{\sin(\ln x)}$.

4. Найти экстремумы функции $z = 3x + 6y - x^2 - xy - y^2$.

5. $z = 3^{\frac{x^2}{y}}$. Найти $\overrightarrow{grad\,z}$, его длину и направление в точке A (1;1).

Вариант 49

1. Найти частные производные первого и второго порядков

$u(x,y,z) = \ln(3x - 2y) - 4ze^{\frac{x}{y}}$

2. Показать, что функция $u = xe^{\frac{-y}{x}}$ удовлетворяет уравнению

$$x\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 2\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right) = y\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = e^{x^2+y^2}$, $x = u^2 \operatorname{tg} v$, $y = \frac{u}{v}$.

4. Найти *dz*, где функция *z=z(x,y)* задана неявно уравнением

$(xy)^2 - y^2 + z^2 - xy^2 = 0$

5. Найти производную функции $u = ln\,(x^2 + xy + z^2)$ в точке *M* (1;3;1) по направлению вектора $\overrightarrow{grad\,u}(M)$.

Вариант 50

1. Найти dz, если $z = x\,\mathrm{tg}^2\,(xy)$.

2. Найти $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{dz}{dx}$, *если* $z = xe^{y^2} - \ln(x - 2y)$, $y = \cos 2x$.

3. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по *x* функции $y(x) = (x^2 + 1)^{\sin x}$.

4. Найти экстремумы функции $z = e^{x-y}(x^2 - 2y^2)$.

5. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = x^2 - y^2 - 3z^2$ *и* $v = \frac{x}{yz^2}$ в точке $M\left(\frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$

Контрольная работа № 5. Кратные интегралы

Вариант 1

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_2^3 dx \int\limits_{\frac{1}{x-1}}^{x-1} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^3 dy \int\limits_{\frac{2y}{3}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (3x + 2xy)dxdy$, где область *D* задается неравенствами $y \le x$, $y \ge 2x^2 - 1$

3. $\iint\limits_D xdxdy$, где область *D* задается неравенствами $y \ge 1$, $x^2 + y^2 \le 2y$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge 0$; $y \ge 0$; $y \ge 1 - x^2$; $y \le 1 - \frac{x^2}{4}$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатной плоскостью $z = 0$, и цилиндрами $z = 1 - y^2$, $y = x^2$.

Вариант 2

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{\frac{3}{2}}^{2} dx \int\limits_{x-1}^{\frac{1}{x-1}} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_{1}^{2} dy \int\limits_{-\ln y}^{\ln y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D xydxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad y \le \sqrt{x}$

3. $\iint\limits_D e^{x^2+y^2} dxdy$, где область D задается неравенствами

$y \ge \sqrt{3}x, \quad x^2 + y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$x \ge y^2 - 1, \quad y \ge x - 1.$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями

$x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0,$ плоскостью $2x + y = 1$ и параболоидом $2z = x^2 + y^2$

Вариант 3

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{1}^{e} dy \int\limits_{\ln y}^{e+1-y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{0}^{1} dx \int\limits_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (3x - 2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y + 2x \le 1, \quad y \ge 4x^2 - 1, \quad x \ge 0$

3. $\iint\limits_D \frac{y}{x} dxdy$, где область D задается

неравенствами $y \ge 0, \quad y \le \sqrt{3}x, \quad x^2 + y^2 \le 4, \quad x^2 + y^2 \ge 1$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le 2x, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2.$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями $x = 0, \quad z = 0,$ цилиндром $x = 1 - y^2$ и плоскостью $2x + z = 2$.

Вариант 4

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{0}^{2} dy \int\limits_{y}^{2+\sqrt{4-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{-1}^{1} dx \int\limits_{-2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \cos(x + 2y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = \frac{\pi}{6}, \quad y - x = 0, \quad 2y - x = 0$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{\sqrt{4 - x^2 - y^2}}$, где область D задается неравенствами $y \ge 0, \quad y \le \sqrt{3}x, \quad x^2 + y^2 \le 2y$.

Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le 2\sqrt{1-x}, \quad y \ge \sqrt{1-x}, \quad 0 \le x \le 1.$

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $z = 0, \quad x + y + 3z = 3$ и цилиндром $y = 2x^2$.

Вариант 5

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^2 dy \int\limits_{1-\frac{y}{2}}^{e^y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^2 dx \int\limits_{x^2-4x}^{\frac{x}{2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (\cos x + x)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = \pi, \quad y - x = 0, \quad 2y + x = 0$

3. $\iint\limits_D (x + y)dxdy$, где область D задается неравенствами

$x \ge \sqrt{3}, \quad x^2 + y^2 \le 4$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной

неравенствами $\frac{y}{2} \ge 1 - x^2, \quad y \ge \frac{x^2 - 1}{3}$

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z^2 + y^2 = 1$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $x = 0, \quad z = 0, \quad y = x$.

Вариант 6

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_2^3 dx \int\limits_{\frac{1}{x-1}}^{x-1} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^3 dy \int\limits_{\frac{2y}{3}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x - 2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{4} - 1, \quad y \le 2 - \frac{x^2}{2}, \quad x \ge 0$

3. $\iint\limits_D \sqrt{2 + x^2 + y^2}\,dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge -x, \quad x^2 + y^2 \le 2$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций $y = \cos x; \quad y = x - \frac{\pi}{2}; \quad 0 \le x \le \frac{\pi}{2}$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатной плоскостью $z = 0$, цилиндром $x = 1 - y^2$ и плоскостью $2x - z = 0$

Вариант 7

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-1}^0 dy \int\limits_{-\sqrt{1-y^2}}^{y+1} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^{2,5} dx \int\limits_{x^2-2x}^{\frac{x}{2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (3x-2)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x^2, \quad y \ge (x-2)^2, \quad y \le 4$

3. $\iint\limits_D \frac{\sin 2\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, где область D задается

неравенствами $x^2+y^2 \ge \frac{\pi^2}{9}, \quad x^2+y^2 \le \pi^2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y+x \le 3, \quad y \ge 2^x, \quad 0 \le x \le 1$$

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z = x^2$, отсеченной плоскостями $x+y=0, \quad y=x, \quad y=1,$ лежащей правее плоскости xOz

Вариант 8

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-2}^{1} dx \int\limits_{x^2+2x-2}^{x} f(x,y)dy;$ б) $\int\limits_{1}^{2} dy \int\limits_{0}^{\frac{2}{y}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (1-x)dxdy$, где область D ограничена кривыми $x=2-y, \quad y=x^2, \quad x=0$

3. $\iint\limits_D \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{x^2+y^2+2} dxdy$, где область D задается неравенствами

$x \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2-x^2, \quad y \ge x^2 .$$

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $y=\frac{x}{2}, \quad x=0, \quad z=0$ и цилиндром $y^2+z^2=1$.

Вариант 9

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{0}^{1} dx \int\limits_{3^x}^{4-x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_{0}^{1} dy \int\limits_{y^2-1}^{1-y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D y\cos x dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=\frac{\pi}{2}, \quad y=0, \quad (0 \le x \le \frac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y = 2\sin x$ 3.

3. $\iint\limits_D \sqrt[3]{x^2+y^2}\, dxdy$, где область D задается неравенствами

$x \ge y, \quad x^2+y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le 4x-x^2, \quad y-x+4 \ge 0$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $z+x=1, \quad x=0, \quad z=0$ и цилиндром $y=1-x^2$.

Вариант 10

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{1-2x}^{2x-x^2+1} f(x,y)dy$ б) $\int\limits_1^e dy \int\limits_{1-y}^{\ln y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D y\sin x dxdy$, где область D ограничена прямыми

$x=0, \quad y=0, \quad (0 \le x \le \frac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y = 2\cos x$

3. $\iint\limits_D 3(x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 1, \quad x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$x \ge y^2-1, \quad y \ge x-1$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $z=x, \quad z=0$ и цилиндром $y^2+x^2=1$, лежащего выше плоскости XOY

Вариант 11

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^4 dx \int_{2\sqrt{x}}^{8-x} f(x,y)\,dy$ б) $\int_{-6}^{2} dy \int_{\frac{y^2}{4}-1}^{2-y} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D x^2 y^{-2} dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=2, \quad y=x$ и кривой $y=\frac{1}{x}$

3. $\iint\limits_D 3(x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 1, \quad x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le 4, \quad y \ge 2^x, \quad y \ge 2^{-x}$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z^2+x^2=1$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $y=0, \quad z=0, \quad y=x$.

Вариант 12

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-1}^{0} dx \int\limits_{-\sqrt{2-x^2}}^{x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\frac{y-1}{2}}^{2(1-y)} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D 2y\sin x dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=0, \quad y=0, \quad (0 \le x \le \frac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y = \cos x$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{x^2+y^2+1}$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge 0,\quad x^2+y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le \sqrt{1-x},\quad x \ge 0,\quad y \ge x-1.$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатной плоскостью $z=0,$ и цилиндрами

$z=1-y^2,\quad y=x^2$

Вариант 13

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\frac{2}{x+1}}^{2(x+1)} f(x,y)dy$ б) $\int\limits_1^e dy \int\limits_{-\ln y}^{y-1} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \cos(x+y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=\frac{\pi}{2},\quad y=x,\quad y=2x$

3. $\iint\limits_D 3(x-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 1,\quad x^2+y^2 \le 4$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \ge 1-x^2,\ y \ge \frac{x^2-1}{2}$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями $x=0,\quad y=0,\quad z=0,$ плоскостью $x+2y=1$ и параболоидом $2z=8-x^2-y^2$

Вариант 14

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{2-y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^2 dx \int\limits_x^{\sqrt{8-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (2x-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge x,\quad y \le 2-x^2$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{x^2+y^2+1}$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge 0,\quad x^2+y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций

$y=\sin 2x,\quad y=\sin x,\quad 0 \le x \le \frac{\pi}{4}$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z=x^2$, отсеченной плоскостями

$x+y=0,\quad y=x,\quad x=1,\quad x \ge 0$.

Вариант 15

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_1^4 dx \int\limits_{\frac{1}{x}}^{x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{2-\sqrt{4-y}}^{6-y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (2x-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge x,\quad y \le 2-x^2$

3. $\iint\limits_D xdxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 1,\quad x^2+y^2 \le 2y$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge y^2-2y+2,\quad x \le \dfrac{y+4}{2}$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z^2+x^2=1$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $y=0,\quad z=0,\quad y=x$

Вариант 16

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_x^{2x} f(x,y)dy$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D e^{(x+y)}dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=2-y,\quad y=x,\quad y=0$

3. $\iint\limits_D \dfrac{dxdy}{x^2+y^2+9}$, если D – область, ограниченная полуокружностью $y=\sqrt{9-x^2}$ и осью Ox. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \ge x^2+2x,\quad x+y \le 0$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями $x=0,\quad y=0,\quad z=0,$ плоскостью $x+2y=1$ и параболоидом $2z=8-x^2-y^2$

Вариант 17

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{2-y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^2 dx \int\limits_x^{\sqrt{8-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge \dfrac{x}{2},\quad y \le 5-x^2$

3. $\iint\limits_D \left(1+\dfrac{y^2}{x^2}\right)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 0,\ y \le x,$ $x^2+y^2 \le 4,\ x^2+y^2 \ge 1.$ Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le \sqrt{1-x},\quad x \ge 0,\quad y \ge x-1.$

5. Вычислить площадь части плоскости $z+y=1$, вырезанную координатной плоскостью $z=0$ и цилиндром $y=x^2$.

Вариант 18

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-2}^{1} dx \int\limits_{x^2}^{2-x} f(x,y)dy$ б) $\int\limits_{-3}^{1} dy \int\limits_{2y+1}^{4-y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \sin(2x+y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=\pi$, $y-x=0$, $y-2x=0$

3. $\iint\limits_D 3(x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 1$, $x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \ge x-2$, $y \le x^2+x-6$.

5. Вычислить площадь части плоскости $z=y$, отсеченной плоскостью $z=0$ и цилиндрами $x=y^2$, $x=2-y^2$.

Вариант 19

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_x^{2x} f(x,y)dy$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 2x-x^2$, $y \ge \frac{x}{2}$

3. $\iint\limits_D \frac{\cos 2\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, где область D задается неравенствами $x^2+y^2 \ge \frac{\pi^2}{36}$, $x^2+y^2 \le \pi^2$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le 2\sqrt{x}$, $y \ge \sqrt{x}$, $0 \le x \le 4$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $x+2y+z=4$, $y=0$, $z=0$ и цилиндром $x=2y^2$

Вариант 20

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\frac{y}{2}-2}^{\sqrt{4-y}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 2x-x^2$, $y \ge \frac{x}{2}$

3. $\iint\limits_D e^{x^2+y^2}dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \sqrt{3}x, \quad x^2+y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций $y = \sin x; \quad y = \dfrac{2x}{\pi} \ge 0; \quad 0 \le x \le \dfrac{\pi}{2}$.

5. Вычислить площадь части плоскости $z = x$, отсеченной плоскостью $y = 0$ и цилиндрами $y = \sqrt{x}, \quad y = \sqrt{2-x}$

Вариант 21

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^{2,5} dy \int\limits_{y^2-2y+2}^{\frac{y+4}{2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{2\sqrt{x}}^{3-x} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \cos(x+2y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = \dfrac{\pi}{6}, \quad y - x = 0, \quad 2y - x = 0$

3. $\iint\limits_D ydxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 2x$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2\sqrt{x}, \quad y \ge \sqrt{x}, \quad 0 \le x \le 4.$$

5. Вычислить площадь части плоскости $z + y = 1$, вырезанную координатной плоскостью $z = 0$ и цилиндром $y = x^2$.

Вариант 22

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-\frac{3}{2}}^{0} dx \int\limits_{2x^2}^{3-x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^2 dy \int\limits_{\frac{3y}{2}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D y\cos x dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = \dfrac{\pi}{2}, \quad y = 0, \quad (0 \le x \le \dfrac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y = 2\sin x$

3. $\iint\limits_D ydxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 1, \ x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2x^2, \quad y \ge x^2, \quad y \le 1.$$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями $x = 0, \quad z = 0$, цилиндром $x = 1 - y^2$ и плоскостью $2x + z = 2$.

Вариант 23

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{1}^{e} dy \int\limits_{\ln y}^{e+1-y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{0}^{1} dx \int\limits_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_{D} (1-2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 2-x^2, \quad y \ge x, \quad y \ge -x$

3. $\iint\limits_{D} ydxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 2x$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \ge (x-1)^2, \quad y \le \frac{x}{2}$

5. Вычислить площадь части плоскости $z = x$, отсеченной плоскостью $z = 0$ и цилиндрами $y = x^2, \quad y = 2-x^2$.

Вариант 24

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^4 dx \int_{2\sqrt{x}}^{8-x} f(x,y)\,dy$ б) $\int_{-6}^{2} dy \int_{\frac{y^2}{4}-1}^{2-y} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_{D} e^{(x+y)}dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = 2-y, \quad y = x, \quad y = 0$

3. $\iint\limits_{D} \frac{1}{2\sqrt{x^2+y^2}+1}dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций $y = \sin 2x, \quad y = \sin x, \quad 0 \le x \le \frac{\pi}{4}$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатной плоскостью $z = 0$, и цилиндрами $z = 1-x^2, \quad x = y^2$.

Вариант 25

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-6}^{2} dx \int\limits_{\frac{x^2}{4}-1}^{2-x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_{0}^{1} dy \int\limits_{\frac{y-1}{2}}^{1-y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_{D} (3x+2xy)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le x, \quad y \ge 2x^2-1$

3. $\iint\limits_{D} \sqrt{1-x^2-y^2}\,dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad x^2+y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge y^2-1, \quad 1-y^2 \ge x.$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями

$x=0,\quad y=0,\quad z=0,$ плоскостью $x+y=1$ и параболоидом $z=x^2+y^2$

Вариант 26

1. 1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^1 dx \int_x^{\sqrt{2-x^2}} f(x,y)dy$ б) $\int\limits_0^3 dy \int\limits_y^{1+\sqrt{1+y}} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le 2x - x^2, \quad y \ge \frac{x}{2}$

3. $\iint\limits_D \frac{x}{y\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 1, \quad x^2+y^2 \le 2y$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le 2x^2, \quad y \ge x^2, \quad 0 \le x \le 1$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $y=x, \quad y=0, \quad z=0$ и цилиндром $x^2+z^2=1$.

Вариант 27

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-1}^{1} dy \int\limits_{-\sqrt{1-y^2}}^{1-y^2} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{-1}^{1} dx \int\limits_{2x^2}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D xdxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{2}, \quad y \le x$

3. $\iint\limits_D e^{-(x^2+y^2)} dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge -\sqrt{3}x, \quad x^2+y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le x-2, \quad y \ge x^2-5x+6$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостями $y=2x, \quad y=\frac{x}{2}, \quad z=0$ и цилиндром $y^2+z^2=1$, лежащего в первом октанте

Вариант 28

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_1^4 dx \int\limits_{\frac{1}{x}}^{x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{2-\sqrt{4-y}}^{6-y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \sin(x+2y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=\frac{\pi}{3}, \quad y=x, \quad y=-x$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{x^2+y^2+9}$, если D – область, ограниченная полуокружностью $y=\sqrt{9-x^2}$ и осью Ox. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \ge x^2+2x, \quad x+y \le 0$.

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $z=2y, \quad z=0$ и цилиндром $y^2+x^2=1$, лежащего выше плоскости xOy

Вариант 29

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^2 dy \int\limits_y^{2+\sqrt{4-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{-1}^1 dx \int\limits_{-2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D \sin(2x+y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=\pi, \quad y-x=0, \quad y-2x=0$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{\sqrt{x^2+y^2}+1}$, где область D задается неравенствами $x \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 1$ Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2x, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2.$$

5. Вычислить объем тела, ограниченного плоскостью $z=0$, и цилиндрами $z=1-y^2, \quad x=y^2$

Вариант 30

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{-\sqrt{4-y}}^{2-y/2} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D 2y\sin x dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=0, \quad y=0, \quad (0 \le x \le \frac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y=\cos x$

3. $\iint\limits_D 2^{x^2+y^2} dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le \sqrt{3}x, \quad x^2+y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2\sqrt{1-x}, \quad y \ge \sqrt{1-x}, \quad 0 \le x \le 1.$$

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $x+2y+z=4, \quad x=0, \quad z=0$ и цилиндром $y=\frac{x^2}{4}$.

Вариант 31

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{-\sqrt{4-y}}^{2-y/2} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (\frac{y}{x^4}+xy)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x=2-y, \quad y=x, \quad x=0$

3. $\iint\limits_D \frac{ydxdy}{x}$, где область D задается неравенствами $y \le x, \quad x^2+y^2 \le 2x$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge y^2-1, \quad y \ge x-1$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z=1-x^2$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $y=0, \quad y=x$ и плоскостью $x=1$.

Вариант 32

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^5 dx \int\limits_{-x}^{4x-x^2} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{y^2-1}^{1-y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (2x+3)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{4}-1, \quad y+x \le 2$

3. $\iint\limits_D \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{x^2+y^2+2}dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge 0, \quad x^2+y^2 \le 2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge 0, \quad y \ge x^2+2x, \quad x+y \le 4$.

5. Вычислить площадь части плоскости $z+x=1$, вырезанную координатной плоскостью $z=0$ и цилиндром $x=y^2$.

Вариант 33

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\frac{y}{2}-2}^{\sqrt{4-y}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D xdxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{2}, \quad y \le x$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{\sqrt{4-x^2-y^2}}$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x}{\sqrt{3}}, \quad x^2+y^2 \le 2x$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le 2x, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2$, лежащей в первой четверти

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $2z = x^2$, отсеченной плоскостями $x - 2y = 0, \quad y = 2x, \quad x = 2\sqrt{2}$.

Вариант 34

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^4 dx \int_{1-2x}^{2x-x^2+1} f(x,y)dy$ б) $\int_1^e dy \int_{1-y}^{\ln y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint_D \cos(x+2y)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = \frac{\pi}{6}, \quad y - x = 0, \quad 2y - x = 0$

3. $\iint_D \frac{dxdy}{\sqrt{x^2+y^2}+1}$, где область D задается неравенствами $x \ge 0, \quad x^2 + y^2 \le 1$ Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2\sqrt{1+x}, \quad y \ge \sqrt{1+x}, \quad -1 \le x \le 0.$$

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатной плоскостью $z = 0$, и цилиндрами $z = 1 - x^2, \quad x = y^2$.

Вариант 35

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_2^3 dx \int_{\frac{1}{x-1}}^{x-1} f(x,y)dy$; б) $\int_0^3 dy \int_{\frac{2y}{3}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint_D (x+2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le x^2, \quad y \le (x-2)^2, \quad y \ge 0, \quad (0 \le x \le 2)$

3. $\iint_D \sqrt{1-x^2-y^2}\,dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad x^2 + y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2 - x^2, \quad y \ge x^2.$$

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $z = 0, \quad x + y + 3z = 3$ и цилиндром $y = 2x^2$

Вариант 36

1. 1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^1 dx \int_{-x}^{\sqrt{1-x^2}} f(x,y)dy$; б) $\int_{-1}^0 dy \int_{-y}^{1+\sqrt{1+y}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{4} - 1, \quad y \le x + 2$

3. $\iint\limits_D \frac{1}{9+\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, если D – область задана неравенствами $x^2 + y^2 \le 4, \quad y \ge x$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$x \ge 1, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2$.

5. Вычислить объем тела, ограниченного координатными плоскостями $x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0,$ плоскостью $x + y = 1$ и параболоидом $z = x^2 + y^2$.

Вариант 37

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\frac{y}{2}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^2 dx \int\limits_{\frac{x}{2}}^{3-x} f(x,y)dy$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, где область D задается

неравенствами $y \ge 1 - x^2, \quad y \le 1 + x^2, \quad 0 \le x \le 1$

3. $\iint\limits_D (x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad x^2 + y^2 \le 4$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций

$$y = \sin\frac{x}{2}, \quad y = \sin x, \quad 0 \le x \le \frac{\pi}{2}.$$

5. Вычислить площадь части плоскости $z = x$, отсеченной плоскостью $y = 0$ и цилиндрами $y = \sqrt{x}, \quad y = \sqrt{2-x}$.

Вариант 38

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_1^4 dx \int\limits_{\frac{1}{x}}^{x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{2-\sqrt{4-y}}^{6-y} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (1-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x - 2, \quad y \le 2 - \frac{x^2}{2}, \quad x \ge 0$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{2\sqrt{x^2+y^2}+1}$, где область D задается неравенствами

$y \ge 0, \quad x^2 + y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2x, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2$$

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $z = 2y, \quad z = 0$ и цилиндром $y^2 + x^2 = 1$, лежащего выше плоскости *xOy*

Вариант 39

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-2}^{1} dx \int\limits_{x^2+2x-2}^{x} f(x,y)dy;$ б) $\int\limits_{1}^{2} dy \int\limits_{0}^{\frac{2}{y}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (3x-2)dxdy$, где область *D* задается неравенствами $y \ge x^2, \quad y \ge (x-2)^2, \quad y \le 4$

3. $\iint\limits_D \frac{x}{y\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, где область *D* задается неравенствами $y \ge 1, \quad x^2 + y^2 \le 2y$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 4, \quad y \ge 2^x, \quad y \ge 2^{-x}.$$

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z = x^2$, отсеченной плоскостями $x + y = 0, \quad y = x, \quad y = 1,$ лежащей правее плоскости *xOz*.

Вариант 40

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{0}^{5} dx \int\limits_{-x}^{4x-x^2} f(x,y)dy;$ б) $\int\limits_{0}^{1} dy \int\limits_{y^2-1}^{1-y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (2y+1)dxdy$, где область *D* задается неравенствами $x \ge 0, y \ge \frac{x}{2}, \quad y \le 3 - x$

3. $\iint\limits_D ydxdy$, где область *D* задается неравенствами $y \ge 0, \quad x^2 + y^2 \le 2x$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le 2x, \quad y \ge \frac{x}{2}, \quad xy \le 2$, лежащей в первой четверти

5. Вычислить площадь части плоскости $z - 2x = 0$, вырезанную координатной плоскостью $z = 0$ и цилиндром $2x = y^2$.

Вариант 41

1. 1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-6}^{2} dx \int\limits_{\frac{x^2}{4}-1}^{2-x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_{0}^{1} dy \int\limits_{\frac{y-1}{2}}^{1-y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (2y+1)dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge 0,\ y \ge \frac{x}{2},\quad y \le 3-x$

3. $\iint\limits_D e^{-(x^2+y^2)}dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge -\sqrt{3}x,\quad x^2+y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \ge 0,\quad y \le x^2+2x,\quad x+y \le 4,\quad (x \ge 0)$.

5. Вычислить площадь части плоскости $z+y=1$, вырезанную координатной плоскостью $z=0$ и цилиндром $y=x^2$.

Вариант 42

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{-\sqrt{x}}^{x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{3-2y} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x+2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le x^2,\quad y \le (x-2)^2,\quad y \ge 0,\quad (0 \le x \le 2)$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{\sqrt{4-x^2-y^2}}$, где область D задается неравенствами $y \ge 0,\quad y \le \sqrt{3}x,\quad x^2+y^2 \le 2y$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $y \le 2x^2,\quad y \ge x^2,\quad y \le 1$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z=x^2$, отсеченной плоскостями $x+y=0,\quad y=x,\quad y=1,$ лежащей правее плоскости xOz

Вариант 43

2. 1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^1 dx \int_x^{\sqrt{2-x^2}} f(x,y)dy$ б) $\int\limits_0^3 dy \int\limits_y^{1+\sqrt{1+y}} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{4}-1,\quad y \le 2-\frac{x^2}{2},\quad x \ge 0$

3. $\iint\limits_D \sqrt{2-x^2-y^2}\,dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge -\sqrt{3}x,\quad x^2+y^2 \le 4$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций $y=\cos 2x,\quad y=\cos x,\quad 0 \le x \le \frac{\pi}{2}$.

5. Вычислить площадь части плоскости $z=x$, отсеченной плоскостью $z=0$ и цилиндрами $y=x^2,\quad y=2-x^2$.

Вариант 44

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{-\sqrt{4-y}}^{2-y/2} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (\frac{y}{x^4} + xy)dxdy$, где область D ограничена прямыми $x = 2 - y, \quad y = x, \quad x = 0$

3. $\iint\limits_D 2^{x^2+y^2} dxdy$, где область D задается неравенствами

$y \le \sqrt{3}x, \quad x^2 + y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \ge 0, \quad y \le x^2 + 2x, \quad x + y \le 4, \quad (x \ge 0)$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z = x^2$, отсеченной плоскостями $x + y = 0, \quad y = x, \quad y = 1,$ лежащей правее плоскости xOz

Вариант 45

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x} f(x,y)dy$; б) $\int\limits_0^3 dy \int\limits_4^{\sqrt{25-y^2}} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D xydxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad y \le \sqrt{x}$

3. $\iint\limits_D \frac{\cos 2\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}} dxdy$, где область D задается

неравенствами $x^2 + y^2 \ge \frac{\pi^2}{36}, \quad x^2 + y^2 \le \pi^2$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \le x - 2, \quad y \ge x^2 - 5x + 6$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z = 1 - x^2$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $y = 0, \quad y = x$ и плоскостью $x = 1$.

Вариант 46

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int_0^4 dx \int_{2\sqrt{x}}^{8-x} f(x,y)\,dy$ б) $\int_{-6}^{2} dy \int_{\frac{y^2}{4}-1}^{2-y} f(x,y)dx$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D y \sin x dxdy$, где область D ограничена прямыми

$x = 0, \quad y = 0, \quad (0 \le x \le \frac{\pi}{2}, \quad y \ge 0)$ и графиком функции $y = 2\cos x$

3. $\iint\limits_D \sqrt{2 + x^2 + y^2} dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge -x, \quad x^2 + y^2 \le 2$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $x \ge y^2 - 1, \quad 1 - y^2 \ge x.$

5. Вычислить площадь части плоскости $z + y = 1$, вырезанную координатной плоскостью $z = 0$ и цилиндром $y = x^2$.

Вариант 47

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^1 dy \int\limits_0^{e^y} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_x^{2-x^2} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge 1 - x^2, \quad y \le 1 + x^2, \quad 0 \le x \le 1$

3. $\iint\limits_D \sqrt[3]{x^2 + y^2}\, dxdy$, где область D задается неравенствами $x \ge y, \quad x^2 + y^2 \le 1$. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$$y \le 2\sqrt{x}, \quad y \ge \sqrt{x}, \quad 0 \le x \le 4.$$

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z^2 + x^2 = 1$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $y = 0, \quad z = 0, \quad y = x$.

Вариант 48

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_0^1 dx \int\limits_x^{2x} f(x,y)dy$

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D x^{-2} y dxdy$, где область D задается неравенствами $y \le x, \quad y \ge \sqrt{x}, \quad 1 \le x \le 4$

3. $\iint\limits_D \frac{dxdy}{x^2 + y^2 + 9}$, если D – область, ограниченная полуокружностью $y = \sqrt{9 - x^2}$ и осью Ox. Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами $\frac{y}{2} \ge 1 - x^2, \quad y \ge \frac{x^2 - 1}{3}$.

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $z^2 + y^2 = 1$, лежащей в первом октанте, вырезанную плоскостями $x = 0, \quad z = 0, \quad y = x$.

Вариант 49

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_{-1}^1 dy \int\limits_{-\sqrt{1-y^2}}^{1-y^2} f(x,y)dx$; б) $\int\limits_{-1}^1 dx \int\limits_{2x^2}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x-y)dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge \frac{x^2}{4} - 1, \quad y \le x + 2$

3. $\iint\limits_D \sqrt{1-x^2-y^2}\,dxdy$, где область D задается неравенствами $y \ge x, \quad x^2 + y^2 \le 1$.

Перейти в полярную систему координат.

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, ограниченной графиками функций

$$y = \sin\frac{x}{2}, \quad y = \sin x, \quad 0 \le x \le \frac{\pi}{2}.$$

5. Вычислить площадь части поверхности цилиндра $2z = x^2$, отсеченной плоскостями $x - 2y = 0, \quad y = 2x, \quad x = 2\sqrt{2}$.

Вариант 50

1. Изменить порядок интегрирования

а) $\int\limits_1^3 dx \int\limits_{\frac{3}{x}}^{5-\sqrt{-x^2+6x-5}} f(x,y)dy;$ б) $\int\limits_0^2 dy \int\limits_{-y^2}^{\frac{1}{4}y^2} f(x,y)dx$.

Вычислить двойной интеграл:

2. $\iint\limits_D (x+y)dxdy$, где область D задается неравенствами $0 \le x \le 1, \quad y \ge -x, \quad y \le \sqrt{x}$

3. $\iint\limits_D \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}dxdy$, где область D задается

неравенствами $x^2 + y^2 \ge \frac{\pi^2}{9}, \quad x^2 + y^2 \le \pi^2$. Перейти в полярную систему координат

4. С помощью двойного интеграла найти площадь области, заданной неравенствами

$y \ge (x-1)^2, \quad y \le \frac{x}{2}$.

5. Вычислить объем тела ограниченного плоскостями $z = 2y, \quad z = 0$ и цилиндром $y^2 + x^2 = 1$, лежащего выше плоскости xOy

Контрольная работа № 6. Криволинейные интегралы.

Вариант 1

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z x^2 ydy + (xy-1)dx$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки A $(1;0)$ до точки B $(0;2)$.

2. Вычислить $\int_{1;1}^{\left(4;\frac{1}{4}\right)} x^2\,dy + \frac{dx}{y^2}$ по дуге кривой $y = \frac{1}{x}$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x+y)\vec{i} - x^2 y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 3 - t^2 \\ y = 2t - 1 \end{cases}$ от точки A (3;–1) до точки B (2;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_z (3x-y)dx+(3y-x^2)dy$, где z – замкнутый контур соединяющий точки *A(1;1)*, *B(2;1)*, *C(2;2)*.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0,1)}^{(1,4)} (2e^x y+3x^2\sqrt{y}+y)dx+(2e^x+\frac{x^3}{2\sqrt{y}}+x)dy$.

Вариант 2

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l y(x-y)dx+xdy$ по кривой l $y=2x^2$ от точки O $(0;0)$ до точки A $(1;2)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_e y^2dx+(x+1)dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x=t^2-1 \\ y=2t+1 \end{cases}$ от точки A $(-1;1)$ до B $(0;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=2y^2x^{-2}\vec{i}+\frac{y+2x}{x}\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой *AB* от точки *A* (0;2) до точки *B* (1;–1).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} (xdy-ydx)$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y=x^2-1$; $y=\frac{1-y^2}{2}$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;2)}^{(3;4)} (4x^3y^3-3y^2-5)dx+(3x^4y^2-6xy-4)dy$.

Вариант 3

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x^2+2y)dx+xydy$, где z – кривая, заданная параметрически уравнениями $\begin{cases} x=1-t \\ y=2t^2+1 \end{cases}$ от точки *A* (1;1) до точки *B* (0;3).

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l \frac{x}{y^2}dx-xydy$, l – дуга кривой $x=\frac{1}{y}$ от точки *A* (1;1) к точке *B* $\left(4;\frac{1}{4}\right)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=\frac{x}{y^2}\vec{i}+x^2y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $x=2y^2-1$ от точки *A* (1;1) до точки *B* (3;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (x+y)^2dx+x^2dy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами *A* (2;0), *B* (2;2), *C* (0;2).

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(2;1)}^{(4;3)} \left(x+\frac{2}{yx^2}\right)dx+\left(3y+\frac{1}{x^2y^2}\right)dy$

Вариант 4

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_e y^2 dx + (x+1)dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = t^2 - 1 \\ y = 2t + 1 \end{cases}$ от точки A $(-1;1)$ до B $(0;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x + y)\vec{i} + \frac{1}{x^2+3}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = 2x^2 - 1$ от точки $A(0;-1)$ до точки $B(1;1)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить: $\oint\limits_c 2(x^2 + y^2)dx + (x+y)^2 dy$, с – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами A $(1;1)$, B $(2;2)$, C $(1;3)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(2;3)} \left(3x^2\sqrt{y} + y\right)dx + \left(\frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x\right)dy$.

Вариант 5

1. Вычислить $\int_{1;1}^{\left(4;\frac{1}{4}\right)} x^2 dy + \frac{dx}{y^2}$ по дуге кривой $y = \frac{1}{x}$

2. Вычислить $\int\limits_l (x^2 - 2xy)dx + (y^2 - 2xy)dy$, l – дуга параболы $y = x^2$ от точки A $(-1;1)$ до B $(1;1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (x - y^2)\vec{i} + 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = t^2 \\ y = t + 3 \end{cases}$, от точки A (0;3) до точки B (1;4).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – замкнутый контур соединяющий точки $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;2)}^{(1;4)} ye^x dx + e^x dy$.

Вариант 6

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z \cos^3 x dx + ydy$, где z – кривая, $y = \sin x$ от точки A $(0;0)$ до точки B $\left(\pi/2;1\right)$

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2 dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 3 - 2t \\ y = t^2 + t \end{cases}$ от точки A (3;0) до точки B (1;2).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} - x^2\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой, соединяющей точку $A(1;0)$ и точку $B(1;1)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(C)} xy^2dx + (xy^2 + x^2)dy$

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3x^2y + 2y\right)dy$.

Вариант 7

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x+y)dx - 2ydy$, где z – линия, заданная параметрически $\begin{cases} x = 2t+1 \\ y = t^2 - 1 \end{cases}$ от точки $A(1;-1)$ до точки $B(3;0)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB} \left(x^2 + 3xy\right)dx - \left(2xy + y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки с координатами $A(0;1)$ и $B(1;-1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y\vec{i} + x\vec{j}$ при перемещении точки вдоль верхней дуги эллипса $\begin{cases} x = 4\cos t \\ y = 2\sin t \end{cases}$ от точки $A(4;0)$ до точки $B(-4;0)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – контур $\Delta ABCA$ с вершинами $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} 3x^2y^2dx + \left(2x^3y + y\right)dy$.

Вариант 8

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB} \left(2x^2 - xy\right)dx - \left(3xy + y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l y(x-y)dx + xdy$ по кривой l $y = 2x^2$ от точки $O(0;0)$ до точки $A(1;2)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x - y)\vec{i} + (x - 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии, заданной параметрически $\begin{cases} x = 2t-1 \\ y = t^2 + 1 \end{cases}$ от точки $A(-1;1)$ до точки $B(1;2)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_z \frac{dx}{y} - \frac{dy}{x}$, где z – контур $\Delta ABCA$ с вершинами $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(3,1)}^{(5,2)} 2x\ln y dx + (\frac{x^2}{y} - \ln y)dy$.

Вариант 9

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \sin x\,\vec{i} - 2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \cos x$ от точки A (0;1) до точки B ($\frac{\pi}{2}$;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_c \left(\frac{\sqrt{1 - tg(xy)}}{x} - y \right) dx + \frac{\sqrt{1 - tg(xy)}}{y} dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = x^2$, $y = 2 - x$, $x = 0$. Контур обходится против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;2)}^{(1;4)} ye^x dx + e^x dy$.

Вариант 10

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx + 4dy$ по дуге кривой $y = \frac{x^2}{4}$ от точки $A(0;0)$ до точки $B(2;1)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(2;8)} (x^2 - y^2)dx + xydy$ по дуге кривой $y = x^3$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y + x)\vec{i} + (3x - y)\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 1 - x^2$ от точки A (0;1) до точки B (1;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить: $\oint\limits_c 2(x^2 + y^2)dx + (x + y)^2 dy$, с – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами A $(1;1)$, B $(2;2)$, C $(1;3)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;2)}^{(1;3)} yxe^x dx + (x - 1)e^x dy$.

Вариант 11

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x^2 + 2y)dx + xydy$, где z – кривая, заданная параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - t \\ y = 2t^2 + 1 \end{cases}$ от точки A (1;1) до точки B (0;3).

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(1;1/2)} 3dy - \frac{ydx}{x^2}$; по кривой $y = \frac{x^2}{2}$

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y + x)\vec{i} + (3x - y)\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги

параболы $y = 1 - x^2$ от точки A (0;1) до точки B (1;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(c)} -x^2 y dx + xy^2 dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = 1 - x;$ $y = x + 1;$ $x = 1$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(2;3)} \left(3x^2\sqrt{y} + y\right)dx + \left(\frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x\right)dy$.

Вариант 12

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{x+1}{y}\vec{i} + \frac{y+1}{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = x^3$ от точки A(1;1) до точки B(2;8).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(C)} 2xdx + (xy^2 - x^2)dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = 2x - x^2;$ $y = 0$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(e^x \ln y + 2x\right)dx + \frac{e^x}{y}dy$

Вариант 13

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l ydx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до B(1;4).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл, $\oint\limits_l (x + y)^2 dx - (y - x)^2 dy$, где l – замкнутый контур, образованный линиями $y = 2 - x^2$, $y = x$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его

$$\int_{(2;0)}^{(3;4)} y(x+4)dx + \left(\frac{(x+4)^2}{2} + 3y^2\right)dy .$$

Вариант 14

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l \frac{x}{y^2}dx - xydy$, l – дуга кривой $x = \frac{1}{y}$ от точки A (1;1) к точке $B\left(4;\frac{1}{4}\right)$.

2. Вычислить $\int_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1-2t \\ y = t^2+2t \end{cases}$ от точки A(1;0) до точки B(–1;3).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{y^2}{x^2}\vec{i} + xy\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = x^3+1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл, $\oint_l (x+y)^2dx - (y-x)^2dy$, где l – замкнутый контур, образованный линиями $y = 2-x^2$, $y = x$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(1,0)}^{(3,4)} (\frac{1}{x^2} + \frac{3y^2}{x^4})dx - \frac{2y}{x^3}dy$.

Вариант 15

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_Z \sin 2xdx + ydy$, где z – кривая, $y = \sin x$ от точки A $(0;0)$ до точки B $(\pi/2;1)$.

2. Вычислить работу силы $\vec{F} = y\vec{i} + x\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль верхней дуги эллипса $\begin{cases} x = 4\cos t \\ y = 2\sin t \end{cases}$ от точки A(4;0) до точки B(–4;0).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} + x^2\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \frac{1}{x}$ от точки A (0,5;2) до точки B (1;1).

4. Применяя формулу Грина, вычислить: $\oint_c (1-xy)dx + (x+y)^2dy$, c – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x^2$, $x+y = 2$, $x = 0$

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(1;1)}^{(2;3)} \ln ydx + \left(\frac{x}{y} + 2\right)dy$.

Вариант 16

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l (2x+y)dx - (x-2y)dy$, где l – дуга эллипса $x = 3\cos t$, $y = 2\sin t$ от точки A (3;0) до точки B (0;2).

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1)

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint_{(c)} (x+y)^2 dx + x^2 dy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами A (2;0), B (2;2), C (0;2).

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(1;0)}^{(0;2)} (2e^{2x} + y + \sin y)dx + (e^{3y} + x + x\cos y)dy$.

Вариант 17

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_{AB} (x^2 + 3xy)dx - (2xy + y^2)dy$ по прямой, соединяющей точки с координатами A (0;1) и B (1;–1).

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l (x^2 - y^2)dx + xydy$, l – дуга кривой $y = x + x^2$ от точки $A(1;2)$ к точке $B(-1;0)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2x\vec{i} + 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломаной линии ABC, соединяющей точки A(1;1), B(2;3) и C (3;1).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint_c \left(\frac{\sqrt{1 + ctg(xy)}}{x} - y \right) dx + \frac{\sqrt{1 + ctg(xy)}}{y} dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = x^2$, $y = 4$, $x = 0$. Контур обходится против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(0;0)}^{\left(\frac{\pi}{6};\frac{\pi}{4}\right)} \cos x \cos y dx - \sin y(\sin x - \cos y)dy$

Вариант 18

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l (2x^2 - xy)dx - y^2 dy$, l – дуга кривой $y = x^2 + x + 1$ от точки A (0;1) к точке B (1;3).

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int_l ydx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y\vec{i} - (x^2 + y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 2x^2 + x - 1$ от точки A (0;–1) до точки B (1;2).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – контур $\Delta ABCA$ с вершинами $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0,1)}^{(1,4)} (2e^x y + 3x^2\sqrt{y} + y)dx + (2e^x + \frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x)dy$.

Вариант 19

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB} (x^2 + 3xy)dx - (2xy + y^2)dy$ по прямой, соединяющей точки с координатами A (0;1) и B (1;–1).

2. Вычислить $\int\limits_{l} 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки A(1;0) до точки B(–1;3).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{x}{y^2}\vec{i} + \frac{y}{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \frac{1}{x}$ от точки A (0,5;2) до точки B (1;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл, $\oint\limits_{c} (ye^{xy} + 2x\cos y - 2y)dx + (e^{xy}x - x^2\sin y)$, где c – замкнутый контур, образованный линиями $x + y = 1$, $y = e^x$, $x = 1$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0,1)}^{(1,2)} (2x - 3xy^2 + 2y)dx + (2x - 3x^2y + 2y)dy$

Вариант 20

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{l} (x^2 + y^2)dx + xydy$ вдоль кривой l, заданной уравнением $y = e^x$ от точки A $(0;1)$ до B $(1;e)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(1;1/2)} 3dy - \frac{ydx}{x^2}$; по кривой $y = \frac{x^2}{2}$

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до B(1;4).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (x + y)^2 dx + x^2dy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами A (2;0), B (2;2), C (0;2).

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(0;2)} (2e^{2x} + y + \sin y)dx + (e^{3y} + x + x\cos y)dy$.

Вариант 21

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{l} (xy - 1)dx + x^2ydy$ по кривой l: $4x + y^2 = 4$ от

точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

2. Вычислить $\int\limits_{(l)} (x^3 - y)dx + xdy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} - x^2\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой, соединяющей точку $A(1;0)$ и точку $B(1;1)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_c e^x \cdot \ln y dx + \left(\frac{e^x}{y} + x^2\right)dy$, где c – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x$; $y = x - x^2$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;0)}^{(\frac{\pi}{6};3)} (2cos2x + y^2)dx + (2xy + 5)dy$.

Вариант 22

1. Вычислить $\int_{1;1}^{(4;\frac{1}{4})} x^2 dy + \frac{dx}{y^2}$ по дуге кривой $y = \frac{1}{x}$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\,\vec{i} + (3x - 2y)\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии, заданной параметрически $\begin{cases} x = -2t + 1 \\ y = t^2 \end{cases}$ от точки $A(-1;1)$ до точки $B(1;0)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить: криволинейный интеграл $\oint\limits_C (\sin^2 x + y)dx + (\cos y + x)dy$, где C – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = 1 - x$; $y = x + 1$; $x = 1$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} (2x - 3xy^2 + 2y)dx + (2x - 3yx^2 + 2y)dy$.

Вариант 23

1. Вычислить $\int\limits_l (x^2 - 2xy)dx + (y^2 - 2xy)dy$, l – дуга параболы $y = x^2$ от точки $A\ (-1;1)$ до $B\ (1;1)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\,\vec{i} + (3x - 2y)\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии,

заданной параметрически $\begin{cases} x = -2t + 1 \\ y = t^2 \end{cases}$ от точки $A(-1;1)$ до точки $B(1;0)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} (xdy - ydx)$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y = x^2 - 1$; $y = \frac{1-y^2}{2}$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(3yx^2 + y^3 + 10x\right)dx + \left(x^3 + 3xy^2 - 3\right)dy$.

Вариант 24

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l y(x - y)dx + xdy$ по кривой l $y = 2x^2$ от точки O $(0;0)$ до точки A $(1;2)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(2;8)} \left(x^2 - y^2\right)dx + xydy$ по дуге кривой $y = x^3$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\vec{i} + e^{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = x^2 + 1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить: $\oint\limits_c 2xydx + (x + y)^2 dy$, с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x^2$, $x = y^2$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(2;0)}^{(0;3)} \frac{2x\left(1 - e^y\right)}{\left(1 + x^2\right)^2}dx + \left(\frac{e^y}{1 + x^2} + 1\right)dy$

Вариант 25

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l ydx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y + x)\vec{i} + (3x - y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги окружности $\begin{cases} x = 3\cos t \\ y = 3\sin t \end{cases}$ от точки $A(3;8)$ до точки $B(0;3)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} \left(x^2 - y\right)dx + xdy$ вдоль замкнутого контура, образованного линиями $x = y^2$ и $y = \frac{x}{2}$. Обход контура осуществляется против часовой

стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{\left(\frac{\pi}{4};4\right)}^{\left(\frac{\pi}{2};1\right)} 2y\sin 2xdx - \cos 2xdy$.

Вариант 26

1. Вычислить $\int_{1;1}^{\left(4;\frac{1}{4}\right)} x^2\,dy + \frac{dx}{y^2}$ по дуге кривой $y = \frac{1}{x}$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l \left(x^2 + y^2\right)dx + xydy$ вдоль кривой l, заданной уравнением $y = e^x$ от точки A $(0;1)$ до B $(1;e)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} + x^2\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \frac{1}{x}$ от точки A (0,5;2) до точки B (1;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} -x^2ydx + xy^2dy$, с – окружность: $x^2 + y^2 = 4$, обход которой совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1,2)}^{(3,4)} (4x^3y^3 - 3y^2 - 5)dx + (3x^4y^2 - 6xy - 4)dy$.

Вариант 27

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(1;1/2)} 3dy - \frac{ydx}{x^2}$; по кривой $y = \frac{x^2}{2}$

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{x}{y^2}\vec{i} + \frac{y}{x^2}\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \frac{1}{x}$ от точки A (0,5;2) до точки B (1;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – контур $\Delta ABCA$ с вершинами $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0,1)}^{(1,2)} (2x - 3xy^2 + 2y)dx + (2x - 3x^2y + 2y)dy$.

Вариант 28

1. Вычислить $\int\limits_C (x + y - 1)dx + (2x - y)dy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2 + 3$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l ydx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (x + y^2)\vec{i} + xy\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t^2 \\ y = t + 3 \end{cases}$ от точки $A(1;3)$ до точки $B(-1;4)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл

$\oint\limits_c e^x \cdot \arcsin y dx + \left(\frac{e^x}{\sqrt{1 - y^2}} + x \right) dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x$; $y = x^2 - 2x$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(3,1)}^{(5,2)} 2x \ln y dx + (\frac{x^2}{y} - \ln y) dy$.

Вариант 29

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx + 4dy$ по дуге кривой $y = \frac{x^2}{4}$ от точки A $(0;0)$ до точки B $(2;1)$.

2. Вычислить $\int\limits_{(l)} (x^3 - y)dx + xdy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x + y)\vec{i} - x^2 y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 3 - t^2 \\ y = 2t - 1 \end{cases}$ от точки A (3;–1) до точки B (2;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (x - y)^2 dx + 2xydy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами в точках $A(1;0)$, B $(2;1)$ и C $(0;1)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1,2)}^{(3,4)} (4x^3 y^3 - 3y^2 - 5)dx + (3x^4 y^2 - 6xy - 4)dy$.

Вариант 30

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(1;1/2)} 3dy - \frac{ydx}{x^2}$; по кривой $y = \frac{x^2}{2}$

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 + y^2)dx + xydy$ вдоль кривой l, заданной уравнением $y = e^x$ от точки A $(0;1)$ до B $(1;e)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\vec{i} + e^{x^2}\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии

$y = x^2 + 1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_c (2xy + 5y)dx + (2x^2 + 5x)dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = 1 - \sqrt{x}$; $y = x + 1$; $x = 1$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;0)}^{\left(1;\frac{\pi}{2}\right)} \left(e^{2x} + y^3 x + \cos x\right)dx + \left(\sin y + \frac{3}{2} y^2 x^2\right)dy$.

Вариант 31

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z \cos^3 x dx + y dy$, где z – кривая, $y = \sin x$ от точки A $(0;0)$ до точки B $\left(\pi/2;1\right)$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2 dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x - y)\vec{i} + (x - 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии, заданной параметрически $\begin{cases} x = 2t - 1 \\ y = t^2 + 1 \end{cases}$ от точки $A(-1;1)$ до точки $B(1;2)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_c e^x \cdot arctgydx + \left(\frac{e^x}{y^2 + 1} + x^2\right)dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x$; $y = 2x - x^2$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(0;1)} \left(x^4 + 4xy^3\right)dx + \left(6x^2 y^2 - 5y^4\right)dy$.

Вариант 32

1. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2 dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 3 - 2t \\ y = t^2 + t \end{cases}$ от точки A (3;0) до точки B (1;2).

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = yx^{-2}\vec{i} + \frac{y + 2x^2}{x}\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой AB от точки $A(0;-3)$ до точки $B(1;-1)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл,

$\oint\limits_c \left(ye^{xy} + 2x\cos y - 2y\right)dx + \left(e^{xy}x - x^2\sin y\right)$, где c – замкнутый контур, образованный линиями $x + y = 1$, $y = e^x$, $x = 1$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3yx^2 + 2y\right)dy$.

Вариант 33

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_e y^2dx + (x+1)dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = t^2 - 1 \\ y = 2t + 1 \end{cases}$ от точки A $(-1;1)$ до B $(0;3)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB} \left(2x^2 - xy\right)dx - \left(3xy + y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{x}{y^2}\vec{i} + x^2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $x = 2y^2 - 1$ от точки A (1;1) до точки B (3;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_c e^x \cdot \arcsin y dx + \left(\frac{e^x}{\sqrt{1-y^2}} + x\right)dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x$; $y = x^2 - 2x$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;1)}^{(2;3)} \ln y dx + \left(\frac{x}{y} + 2\right)dy$.

Вариант 34

1. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 2 - t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(2;0)$ до точки $B(1;3)$.

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l ydx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл, $\oint\limits_l (x+y)^2dx - (y-x)^2dy$, где l – замкнутый контур, образованный линиями $y = 2 - x^2$, $y = -x$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его

$$\int_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3x^2y + 2y\right)dy.$$

Вариант 35

1. Вычислить $\int_{(l)} \left(x^3 - y\right)dx + xdy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2$, расположенной над осью *Ox*. Движение совершается по ходу часовой стрелки

2. Вычислить $\int_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{y^2}{x^2}\vec{i} + xy\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = x^3 + 1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint_{(C)} xdx - 3(x + y)dy$, с – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами $A\ (1;0)$, $B\ (1;3)$, $C(-2;3)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(-1;0)}^{(1;1)} \left(15x^2 + 8xy^2 - 2y\right)dx + \left(8x^2y - 2x - 3y^2\right)dy$.

Вариант 36

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_{(0;0)}^{(2;8)} \left(x^2 - y^2\right)dx + xydy$ по дуге кривой $y = x^3$

3. Вычислить криволинейный интеграл $\int_{AB} \left(2x^2 - xy\right)dx - \left(3xy + y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = y\vec{i} + x\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль верхней дуги эллипса $\begin{cases} x = 4\cos t \\ y = 2\sin t \end{cases}$ от точки $A(4;0)$ до точки $B(-4;0)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить: $\oint_c 2\left(x^2 + y^2\right)dx + (x + y)^2 dy$, с – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами $A\ (1;1)$, $B\ (2;2)$, $C\ (1;3)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(2;1)}^{(4;3)} \left(x + \frac{2}{yx^2}\right)dx + \left(3y + \frac{1}{x^2y^2}\right)dy$

Вариант 37

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_{AB} \left(2x^2 - xy\right)dx - \left(3xy + y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (y + 2x)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 2x - x^2$ от точки A (1;1) до точки B (2;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} 2xdy - (x + y)dx$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y = 2x - x^2$; $y = x - 2$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(3yx^2 + y^3 + 10x\right)dx + \left(x^3 + 3xy^2 - 3\right)dy$.

Вариант 38

1. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l \left(x^2 + y^2\right)dx + xydy$ вдоль кривой l, заданной уравнением $y = e^x$ от точки A $(0;1)$ до B $(1;e)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (x + y)\vec{i} - x\vec{j}$ при перемещении материальной точки вдоль второй четверти эллипса $x = 3\cos t$, $y = 2\sin t$ от точки A (0;2) до точки B (–3;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} 2xdy - (x + y)dx$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y = 2x - x^2$; $y = x - 2$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(2;3)}^{(3;4)} \left(6xy^2 + 4x^3\right)dx + \left(6x^2y + 3y^2\right)dy$.

Вариант 39

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} 2xdx - (x + 2y)dy$ вдоль ломаной линии, соединяющей точки $A(-1;0)$, $B(0;2)$, $C(2;0)$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 1 - 2t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3 . Вычислить работу силы $\vec{F} = 2x\vec{i} + 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломаной линии ABC, соединяющей точки $A(1;1)$, $B(2;3)$ и $C(3;1)$.

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint_C (x^3y^3 + xy + x^5)dx + \left(\frac{3}{4}x^4y^2 + x^2 + y^5\right)dy$, где C – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = x^2$, $y = 2 - x$, $x = 0$. Контур обходится против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(2;0)}^{(0;3)} \frac{2x(1-e^y)}{(1+x^2)^2}dx + \left(\frac{e^y}{1+x^2} + 1\right)dy$

Вариант 40

1. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 2 - t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$ от точки $A(2;0)$ до точки $B(1;3)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx + 4dy$ по дуге кривой $y = \frac{x^2}{4}$ от точки $A(0;0)$ до точки $B(2;1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (y + 2x)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 2x - x^2$ от точки A (1;1) до точки B (2;0).

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (x-y)^2dx + 2xydy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами в точках $A(1;0)$, $B(2;1)$ и $C(0;1)$.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(2;1)} \left(\frac{x+2y}{3(y-x)^2} + x\right)dx + \left(\frac{y}{(y-x)^2} - y^2\right)dy.$

Вариант 41

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x - 2y)dx + (3x + y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (2x^2 - xy)dx - y^2dy$, l – дуга кривой $y = x^2 + x + 1$ от точки A (0;1) к точке B (1;3).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1).

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(C)} 2xdx + (xy^2 - x^2)dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = 2x - x^2$; $y = 0$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его

$$\int_{(1,2)}^{(3,4)}(4x^3y^3-3y^2-5)dx+(3x^4y^2-6xy-4)dy.$$

Вариант 42

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_e y^2dx+(x+1)dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x=t^2-1 \\ y=2t+1 \end{cases}$ от точки $A\ (-1;1)$ до $B\ (0;3)$.

2. Вычислить $\int_C (x+y-1)dx+(2x-y)dy$ по дуге параболы $y=2x-x^2+3$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=\sin x\,\vec{i}-2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y=\cos x$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(\frac{\pi}{2};0)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint_c (2xy-y)dx+x^2dy$, где c – замкнутый контур, образованный графиками функций $y=\frac{x^2}{4}-1$, $y=2-\frac{x^2}{2}$. Обход контура осуществляется против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(0,1)}^{(1,4)}(2e^xy+3x^2\sqrt{y}+y)dx+(2e^x+\frac{x^3}{2\sqrt{y}}+x)dy$.

Вариант 43

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_Z \sin 2xdx+ydy$, где z – кривая, $y=\sin x$ от точки $A\ (0;0)$ до точки $B\ (\pi/2;1)$

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l ydx+dy$, где l – дуга циклоиды: $x=t-\sin t$, $y=1-\cos t\ \ (0\le t\le\pi)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=(y-x)\vec{i}+(y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A (0;0,5) до точки B (1;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint_{(C)}(2x-1)dy-(x-2y)dx$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y=2x-x^2$; $y=0$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(0,1)}^{(1,4)}(2e^xy+3x^2\sqrt{y}+y)dx+(2e^x+\frac{x^3}{2\sqrt{y}}+x)dy$.

Вариант 44

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int_z (x-2y)dx+(3x+y)dy$, где z – кривая, заданная

параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

2. Вычислить $\int\limits_l 2xydx - x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями

$$\begin{cases} x = 2 - t \\ y = t^2 + 2t \end{cases}$$ от точки $A(2;0)$ до точки $B(1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\vec{i} + e^{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = x^2 + 1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (3x - y)dx + (3y + x)dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = 4 - x^2$, $x + y = 2$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} (2x - 3xy^2 + 2y)dx + (2x - 3yx^2 + 2y)dy$.

Вариант 45

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (xy - 1)dx + x^2ydy$ по кривой l: $4x + y^2 = 4$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$

2. Вычислить $\int\limits_C (x + y - 1)dx + (2x - y)dy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2 + 3$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1).

4. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(C)} (xdy - ydx)$ по замкнутому контуру, образованному графиками кривых, заданных уравнениями $y = x^2 - 1$; $y = \frac{1-y^2}{2}$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{\left(\frac{\pi}{4};4\right)}^{\left(\frac{\pi}{2};1\right)} 2y\sin 2xdx - \cos 2xdy$.

Вариант 46

1. Вычислить $\int\limits_C (x + y - 1)dx + (2x - y)dy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2 + 3$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

2.Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (x^2 + y^2)dx + xydy$ вдоль кривой l, заданной уравнением $y = e^x$ от точки A $(0;1)$ до B $(1;e)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y + x)\vec{i} + (3x - y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги

окружности $\begin{cases} x = 3\cos t \\ y = 3\sin t \end{cases}$ от точки $A(3;8)$ до точки $B(0;3)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл, $\oint\limits_l (x+y)^2 dx - (y-x)^2 dy$, где l – замкнутый контур, образованный линиями $y = 2 - x^2$, $y = -x$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(2;3)}^{(3;4)} (6xy^2 + 4x^3)dx + (6x^2 y + 3y^2)dy$.

Вариант 47

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB} (2x^2 - xy)dx - (3xy + y^2)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

2. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (2x^2 - xy)dx - y^2 dy$, l – дуга кривой $y = x^2 + x + 1$ от точки A (0;1) к точке B (1;3).

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x + y)\vec{i} - x^2 y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x = 3 - t^2 \\ y = 2t - 1 \end{cases}$ от точки A (3;–1) до точки B (2;1)

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_c e^x \cdot arctgy dx + \left(\dfrac{e^x}{y^2+1} + x^2\right)dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y = x$; $y = 2x - x^2$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(0;1)} (x^4 + 4xy^3)dx + (6x^2 y^2 - 5y^4)dy$.

Вариант 48

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l y dx + dy$, где l – дуга циклоиды: $x = t - \sin t$, $y = 1 - \cos t$ $(0 \le t \le \pi)$.

2. Вычислить $\int\limits_l (x^2 - 2xy)dx + (y^2 - 2xy)dy$, l – дуга параболы $y = x^2$ от точки A $(-1;1)$ до B $(1;1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\sqrt{y}\,\vec{i} + e^{x^2}\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = 2x^2 + 1$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(1;3)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_c (2xy - y)dx + x^2 dy$, где c – замкнутый контур, образованный графиками функций $y = \dfrac{x^2}{4} - 1$, $y = 2 - \dfrac{x^2}{2}$. Обход контура осуществляется против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1,0)}^{(3,4)} (\frac{1}{x^2}+\frac{3y^2}{x^4})dx-\frac{2y}{x^3}dy$.

Вариант 49

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx+4dy$ по дуге кривой $y=\frac{x^2}{4}$ от точки $A(0;0)$ до точки $B(2;1)$.

2. Вычислить $\int\limits_{l} 2xydx-x^2dy$, l – дуга кривой, заданной параметрически уравнениями $\begin{cases} x=1-2t \\ y=t^2+2t \end{cases}$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(-1;3)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=\sin x\,\vec{i}-2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y=\cos x$ от точки A (0;1) до точки B ($\frac{\pi}{2}$;0).

4. Применяя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(c)} -x^2ydx+xy^2dy$, где с – замкнутый контур, состоящий из графиков функций $y=1-x$; $y=x+1$; $x=1$. Обход контура совершается против часовой стрелки

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int_{(2;1)}^{(4;3)}\left(x+\frac{2}{yx^3}\right)dx+\left(3y+\frac{1}{x^2y^2}\right)dy$

Вариант 50

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(2;8)}\left(x^2-y^2\right)dx+xydy$ по дуге кривой $y=x^3$

4. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{AB}\left(2x^2-xy\right)dx-\left(3xy+y^2\right)dy$ по прямой, соединяющей точки $A(0;2)$ и $B(1;-1)$.

3. Вычислить работу силы $\vec{F}=(2y-x)\vec{i}+(2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки $A(0;3)$ до точки $B(1;5)$.

4. Используя формулу Грина, вычислить криволинейный интеграл $\oint\limits_{(C)} xy^2dx+(xy^2+x^2)dy$, где с – замкнутый контур, образованный графиками функций $y=4x-x^2$; $y=x$. Обход контура совершается против часовой стрелки.

5. Доказать, что интеграл не зависит от формы пути интегрирования и вычислить его $\int\limits_{(1;0)}^{(3;5)}\left(\frac{1}{x^2}+\frac{3y^2}{x^4}\right)dx-\frac{2y}{x^3}dy$

Контрольная работа № 7
Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка

Вариант 1

Решить уравнения:

1. $(x^2+4)dy + x\sqrt{1-y^2}dx = 0$

2. $y' = \frac{y^2}{x^2} + \frac{y}{x} - 4$

3. $y' + \frac{y}{x} = x^2 + 5, y(1) = 0$

4. $xy' - y = (x+1)y^2$

5. $4xe^y dx + (2x^2e^y + 2)dy = 0$

Вариант 2

Решить уравнения:

1. $e^x dy + x \cdot sin^2 y dx = 0$

2. $y' - \frac{3}{x} = 5x^7, \quad y(1) = 1$

3. $y' = \frac{7x-2y}{4x-y}$

4. $y' + \frac{y}{x} = \frac{x+1}{y}$

5. $(4y^3 + 5 - x)dy = (y - 3x^2 - 4)dx$

Вариант 3

Решить уравнения:

1. $2xydx + (x^2-3)(4y^4+2)dy = 0$

2. $\frac{y}{x} = x \cdot cos\, 3x$

3. $xy' = \frac{x^2-2y^2}{y-2x}$

4. $(x^3+y)dx - x \cdot dy = 0$

5. $y' - y = y^2e^x, \quad y(0) = 1$

Вариант 4

Решить уравнения:

1. $y' = \frac{y^2+4}{e^{3x}}$

2. $\vdash y = \sqrt{x+4}, \quad y(5) = 1$

3. $xy^2y' - y^3 = x^4$

4. $xy' = y + x \cdot 2^{\frac{y}{x}}$

5. $$(\frac{4}{x}-\frac{2}{yx^3})dx+(\frac{3}{y}-\frac{1}{y^2x^2})dy = 0$$

Вариант 5

Решить уравнения:

1. $2x^2yy'+y^2=2, \quad y(1)=0$
2. $x\cdot y'-y=x\cdot tg\frac{y}{x}$
3. $xy'+y=2lnx+5$
4. $(x+4)y'+y+y^2(x+4)=0$
5. $dx+(xy-y^3)dy=0$

Вариант 6

Решить уравнения:

1. $dy+(xy-xy^3)dx=0$
2. $y'=\frac{4x+y}{5x-y}$
3. $y\cdot sinx+y'\cdot cosx=1$
4. $y'-y=2xy^2, \qquad y(0)=\frac{1}{2}$
5. $(xy^2-y^3)dx+(1-xy^2)dy=0$

Вариант 7

Решить уравнения:

1. $\sqrt{1-y^2}dx+\sqrt{4-x^2}dy=0$
2. $y'=\frac{x^2+xy+y^2}{x^2+2xy}$
3. $(1+x)y'+y=3x^2+5, \qquad y(0)=2$
4. $y'-\frac{2y}{x}=2x\sqrt{y}, \qquad y(1)=1$
5. $(y^2-2x-2)dx+2ydy=0$

Вариант 8

Решить уравнения:

1. $ydx+ctgxdy=0$
2. $x\cdot y'=y+\sqrt{4x^2+y^2}$
3. $y'-\frac{2}{x+5}y=(x+5)^4$

4. $\sqrt{1-x^2}\cdot y' + y = y^2\cdot arcsinx, \qquad y(0) = -1$

5. $y^2dx + (xy-1)dy = 0$

Вариант 9

Решить уравнения:

1. $2xy' + y^2 - 1 = 0$

2. $y^2 - 2xy\cdot y' = 0 \qquad , \qquad y(0) = \sqrt{2}$

3. $y' + 2xy + x^3 = 0$

4. $y' = y^4\cdot cosx + y\cdot tgx, \qquad y(0) = 1$

5. $y^2dx + (xy-1)dy = 0$

Вариант 10

Решить уравнения:

1. $\sqrt{4+y^2}dx - ydy = x^2ydy$

2. $y' = 2y - x$

3. $(xy' - 1)\cdot lnx = 2y, \qquad y(1) = 0$

4. $y' + y = x\sqrt{y}, \qquad y(0) = 0$

5. $ydx - x(1+xy)dy = 0$

Вариант 11

Решить уравнения:

1. $y\cdot(6+e^{2x})dy - e^{2x}dx = 0$

2. $y' = \frac{y^2}{x^2} - \frac{y}{x} + 1$

3. $(2e^y - x)\cdot y' = 1$

4. $2xy\cdot y' - y^2 + x = 0$

5. $(sin^2y - y\cdot sin2x)dx + (x\cdot sin2y + cos^2x + 1)dy = 0$

Вариант 12

Решить уравнения:

1. $(2+x^2)\cdot ydy + x\sqrt{y^2+1}dx = 0$

2. $x\cdot y' = y\left(1 + ln\frac{y}{x}\right), \qquad y(1) = \frac{1}{\sqrt{e}}$

3. $e^{x^2}y' + 2xe^{x^2}y = 2x^2, \qquad y(0) = 1$

4. $y' + 2y = y^2\cdot e^x$

5. $\frac{y}{x}dx + (y^3 + lnx)dy = 0$

Вариант 13

Решить уравнения:

1. $x \cdot cos^2 y dx + (6x^2 + 1)dy = 0$
2. $x \cdot y' = y + 5x \cdot sin\frac{y}{x}$
3. $xy' = 3y + x^2$
4. $xy' + y = 2y^2 \cdot lnx, \quad y(1) = \frac{1}{2}$
5. $2e^y dx + (3 + cosy + 2xe^y)dy = 0$

Вариант 14

Решить уравнения:

1. $y' - \frac{2x-5}{x^2}y = 5$
2. $\sqrt{3+y^2}dx - ydy = x^2 ydy$
3. $xy'cos\frac{y}{x} = ycos\frac{y}{x} - x, \quad y(1) = \frac{\pi}{2}$
4. $(y + xlny)dx + \left(\frac{x^2}{2y} + x + 1\right)dy = 0$
5. $3y^2y' + y^3 = x + 1$

Вариант 15

Решить уравнения:

1. $\left(\sqrt{xy} - x\right)dy + ydx = 0, \quad y(1) = 1$
2. $y' - ytgx = \frac{1}{cos^3 x}$
3. $(e^x siny + x)dx + (e^x cosy + y)dy = 0$
4. $2x + 2xy^2 + \sqrt{2-x^2}y' = 0$
5. $y' = \frac{y}{x + y^2 \cdot cosy}$

Вариант 16

Решить уравнения:

1. $ylny + xy' = 0$
2. $y' + ytgx = cos^2 x, \quad y\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{2}$
3. $(3x^2y + sinx)dx = (cosy - x^3)dy$

4. $$xy' = \frac{3y^3 + 4yx^2}{2y^2 + 2x^2}$$

5. $$\frac{y}{x}dx + (y^3 - lnx)dy = 0$$

Вариант 17

Решить уравнения:

1. $y' + 3ytg3x = sin6x, \qquad y(\pi) = 1$

2. $\left(xe^x + \frac{y}{x^2}\right)dx - \frac{1}{x}dy = 0$

3. $y(4 + e^x)dy - e^x dx = 0$

4. $3(xy' + y) = y^2 lnx, \qquad y(1) = 3$

5. $(1 - x^2 y)dx + x^2(y - x)dy = 0$

Вариант 18

Решить уравнения:

1. $20xdx - 3ydy = 3x^2 ydy - 5xy^2 dx$

2. $xy' = \frac{x^2 + xy - 5y^2}{x - 6y}$

3. $xy' + y = (x + 1)e^x$

4. $3(xy' + y) = xy^2, \qquad y(1) = 3$

5. $\left(1 + \frac{1}{y}e^{\frac{x}{y}}\right)dx + \left(1 - \frac{x}{y^2}e^{\frac{x}{y}}\right)dy = 0$

Вариант 19

Решить уравнения:

1. $(5 + y^{2x})y^2 y' = e^{2x}$

2. $xy' + y = -xy^2$

3. $y + \sqrt{4x^2 + y^2} - xy' = 0$

4. $xy' + (x + 1)y = 3x^2 e^{-x}$, y(1) = 1

5. $(x^2 - 2xy) - (x^2 + 5y^4)dy = 0$

Вариант 20

Решить уравнения:

1. $(1 - x^2)dy + xy^2 dx = 0$

2. $\frac{y}{x} ln\frac{y}{x}$, y(1) =1

3. $3y^2 y' + y^3 = x + 2$

4. $\frac{dx}{y} - \frac{xdy}{y^2} = 0$

5. $x^2y' + 2xy = tg3x$

Вариант 21

Решить уравнения:

1. $y' + \frac{3y}{x} = \frac{2}{x^2}$, y(1) = 2

2. $xdy - ydx = x\sqrt{x^2 + x^2dx}$

3. $(3 + e^x)y' = (e^x + 1)(y + 4)$

4. $xy' + 3y = \frac{x+2}{y}$

5. $e^{-y}dx - (3y + xe^{-y})dy = 0$

Вариант 22

Решить уравнения:

1. $y' + \frac{2xy}{1+x^2} = 1 + x^2$, y(1) = 3

2. $(x^2 + y^2)dx - 3xydy = 0$

3. $(tgx + 2y)dx - (e^y - 2x)dy = 0$

4. $2x + 2xy^2 + \sqrt{2 - x^2} \cdot y' = 0$

5. $xy' - 4y = x^2\sqrt{y}$

Вариант 23

Решить уравнения:

1. $(x^2 - y^2)dy - 4xydx = 0$

2. $\sqrt{3 + y^2} + \sqrt{1 - x^2}\, y \cdot y' = 0$

3. $y' + 2y = y^2e^x$

4. $(x^4 + 6y)dx + (6x + \sin y)dy = 0$

5. $y' \sin x - y \cos x = 1, \quad y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$

Вариант 24

Решить уравнения:

1. $y' - y\, tgx = \sin x, \quad y(0) = 1$

2. $\frac{y^2}{x^2} + 2\frac{y}{x} - 6$

3. $(2\cos 2x + 4y\, dx + (4x - e^y)dy = 0$

4. $y' + 2xy = 2xy^3$

5. $\sin 2x \cdot tgydy + \cos 2x\, dx = 0$

Вариант 25

Решить уравнения:

1. $4xdx - 3ydy = 3x^2ydy - 2xy^2dx, y(0) = \sqrt{2}$

2. $y' - y = x^3 \cos 4x$

3. $(3y^2 + 3xy + x^2)dx = (x^2 + 2xy)dy$

4. $xy' + y = \dfrac{y^2}{\ln x}$

5. $\left(e^x + \dfrac{y}{x^2}\right)dx = \dfrac{1}{x}dy$

Вариант 26

Решить уравнения:

1. $ydx + ctgxdy = 0, y\left(\dfrac{\pi}{3}\right) = -1$

2. $y' - 3y = x^3 + 5$

3. $xy' = \dfrac{3y^3 + 15yx^2}{2y^2 + 6x^2}$

4. $(2ctg2x + 3y)dx = (8 - 3x)dy$

5. $y' + \dfrac{3y}{x} = x^3y^3$

Вариант 27

Решить уравнения:

1. $2^{x+y} + 3^{x-2y} \cdot y' = 0$

2. $y' + y = x^2y^2, \quad y(1) = 1$

3. $xy' - y = xctg\dfrac{2y}{x}$

4. $y' - 4y \cdot ctg4x = \dfrac{3\sin 4x}{\cos^2 3x}$

5. $ye^{x^2}dy + \left(y^2x \cdot e^{x^2} + \cos^2 x\right)dx = 0$

Вариант 28

Решить уравнения:

1. $y' = 2y + e^x - x, \qquad y(0) = \dfrac{1}{4}$

2. $y' - y = xtg\frac{4y}{x}$

3. $y' - 3x^2y = 2x^2y^4$

4. $e^{-y}(1 + y') = 1$

5. $\frac{3x^2 + y^2}{y^2}dx - \frac{2x^3 + 5y}{y^3}dy = 0$

Вариант 29

Решить уравнения:

1. $xy' + y = y^2, \qquad y(1) = 0{,}5$

2. $yctgx = y^4 \sin x$

3. $y^2 + x^2y' = xyy'$

4. $x^2y' + xy + 2 = 0$

5. $(e^{3x} - y^2)dx + ydy = 0$

Вариант 30

Решить уравнения:

1. $xy' = y(1 + \ln y - \ln x)$

2. $y' - \frac{2xy}{x^2 + 1} = x\sqrt{x^2 + 1}, \qquad y(0) = 1$

3. $xydx + (x + 3)dy = 0$

4. $y' + \frac{y}{x} = 2y^2$

5. $xe^{y^2}dx + \left(x^2ye^{y^2} + ctg^2 2y\right)dy = 0$

Вариант 31

Решить уравнения:

1. $y \ln y\, dx + xdy = 0, \qquad y(1) = 1$

2. $xy' - y = xe^{\frac{2x}{y}}$

3. $4(xy' + y) = xy^3$

4. $y' - y - xe^{3x} = 0$

5. $(x^4 \sin 2x - 3y^2)dx + 2xydy = 0$

Вариант 32

Решить уравнения:

1. $6xdx - 6ydy = 3x^2ydy - 2xy^2dx$

2. $y^2y' + 2y^3 = x + 1$

3. $2xydy - (x^2 + y^2)dx = 0, \qquad y(1) = 2$

4. $y' + 3y + tg3x = \dfrac{2\cos 3x}{\sin^2 2x}$

5. $(2x + 3x^2y)dx + (x^3 + 3y^2 + 1)dy = 0$

Вариант 33

Решить уравнения:

1. $(1 + y)(e^{2x}dx - 2^{2y}dy) - (5 + y^2)dy = 0$

2. $xy' + y = 2xe^{x^2}$

3. $xy' = \dfrac{3y^3 + 6yx^2}{2y^2 + 4x^2}$

4. $xy' + y = (x + 4)y^2$

5. $2x \cdot tgydx + (x^2 - 2\sin y)dy = 0, \qquad y(1) = 0$

Вариант 34

Решить уравнения:

1. $y' = \dfrac{y^2}{x^2} + 4\dfrac{y}{x} + 2, \qquad y(1) = -1$

2. $(x + y^2)y' = 1$

3. $tgx \cdot \sin^2 ydx + \cos^2 x \cdot ctgydy = 0$

4. $xy' + 2y = xy^3$

5. $\dfrac{y}{x}dx + (y^4 - \ln x)dy = 0$

Вариант 35

Решить уравнения:

1. $y' - \dfrac{y}{x} = -\dfrac{12}{x^3}, \qquad y(1) = 4$

2. $y' + x^3y^3 = x^3y^2$

3. $y' - 4xy = 3xy^2$

4. $y' = \dfrac{x - y + 1}{x + y + 3}$

5. $e^y dx + (tgy + xe^y)dy = 0$

Вариант 36

Решить уравнения:

1. $y' = \sqrt{4x + 2y - 1}$

2. $xy' - y = xe^{\frac{2x}{y}}$

3. $4xyy' = y^2 + x^2, \qquad y(1) = 2$

4. $y = (2y^4 + 2x)y'$

5. $(6x - 4xy - 2y^2)dx + (sin y - 4xy - 2x^2)dy = 0$

Вариант 37

Решить уравнения:

1. $(1 + x^2)y' + xy = 1$

2. $sin^2 2x \cdot tg 3x dx + 5ctg 3x dy = 0$

3. $(xy' - y)arctg(\frac{y}{x}) = x, \qquad y(1) = 0$

4. $y' cos^2 x + y = \frac{tg x}{y}$

5. $(x^3 - 2xy)dx - (x^2 + e^y)dy = 0$

Вариант 38

Решить уравнения:

1. $\sqrt{y^2 + 5}\, dx = xydy = 0$

2. $(sin^2 y + xctgy)y' = 1$

3. $y(2x - y)dx + (x - y)^2 dy = 0, \qquad y(1) = 2$

4. $y' = y^4 cos\, x + ytgx$

5. $\frac{xdx + ydy}{\sqrt{x^2 + y^2}} = dx$

Вариант 39

Решить уравнения:

1. $y' - xy^2 = 3x^2y^2$

2. $\left(2\sqrt{xy} - y\right)dx + xdy = 0$

3. $y = x(2e^{2x} - y')$

4. $xy' - 2x^2\sqrt{y} = 4y$

5. $(y^2 - 2x - 4)dx + 2ydy = 0$

Вариант 40

Решить уравнения:

1. $\left(\sqrt{4 + x} + 8\right)ydy - 3y^2 dx = 0$

2. $xy' - y = (x + y)\, ln\frac{x + y}{x}, \qquad y(1) = 2$

3. $(\cos y + x\,tg\,y)y' = 1$

4. $xyy' = y^2 + x$

5. $y^2dx + (xy + 5)dy = 0$

Вариант 41

Решить уравнения:

1. $y'tgx = y + 2$

2. $x(y' - 2y) = e^{2x}$

3. $y' + xy = (1 + x)e^{-x}y^2, \qquad y(0) = 1$

4. $xy' = 2\sqrt{8x^2 + y^2} + y$

5. $(5x^4 - 3y^2 + \cos x)dx - (6xy + \sin y)dy = 0$

Вариант 42

Решить уравнения:

1. $y' = \cos^2 y(e^{2x} + 5)$

2. $y + x(y' - x\sin^2 2x)$

3. $(1 + x^2)y' + y = y^2 arctgx, \qquad y(0) = 1$

4. $(x + y)y' + y = 0$

5. $\left(\frac{\sin 2x}{y} + 3x\right)dx + \left(2y - \frac{\sin^2 x}{y^2}\right)dy = 0$

Вариант 43

Решить уравнения:

1. $y' - xy^2 = 3x^2y^2$

2. $\left(2\sqrt{xy} - y\right)dx + xdy = 0$

3. $y = x(2e^{2x} - y')$

4. $xy' - 2x^2\sqrt{y} = 4y$

5. $(y^2 - 2x - 4)dx + 2ydy = 0$

Вариант 44

Решить уравнения:

1. $\left(\sqrt{4 + x} + 8\right)ydy - 3y^2dx = 0$

2. $xy' - y = (x + y)\ln\frac{x + y}{x}, \qquad y(1) = 2$

3. $(\cos y + x\,tg\,y)y' = 1$

4. $xyy' = y^2 + x$

5. $y^2dx + (xy + 5)dy = 0$

Вариант 45

Решить уравнения:

1. $y' + \frac{y}{x} = 3x, \qquad y(1) = 1$

2. $xy' = \frac{3y^3 + 12yx^2}{2y^2 + 6x^2}$

3. $(5xy^2 - x^3)dx - (y - 5x^2y)dy = 0$

4. $y' + xy = (x - 1)e^x y^2, \qquad y(0) = 1$

5. $y(x + 2)dx + (y - 4)xdy = 0$

Вариант 46

Решить уравнения:

1. $(x^2 + 2xy)dx + xydy = 0$

2. $y' cos^2 x = \frac{y}{ln\, y}$

3. $y' - \frac{2x}{x^2 + 1} = x\sqrt{x^2 + 5}, \qquad y(2) = 0$

4. $x^3\, cos\, 2x - y)dx + xdy = 0$

5. $(2xy + 3)dy - y^2 dx = 0$

Вариант 47

Решить уравнения:

1. $(2x - y + 3)dx + (x + y - 1)dy = 0$

2. $xy' + y = x^3 y^4$

3. $x(y^2 - 8)dx + ydy = 0, \qquad y(3) = 2$

4. $y' + \frac{xy}{1 - x^2} = arcsin^2 x + 5x$

5. $(y^2 + ln\, x)dx - xdy = 0$

Вариант 48

Решить уравнения:

1. $y' = tg2x \cdot tg2y$

2. $y' = 4 + \frac{y}{x} + \frac{y^2}{x^2}, \qquad y(1) = 2$

3. $y' + \frac{2y}{x} = x^2 + 1$

4. $ydx - (x + y^2 + tgy)dy = 0$

5. $$y' - \frac{2xy}{4+x^2} = \frac{4\sqrt{y}}{\sqrt{4+x^2}}$$

Вариант 49

Решить уравнения:

1. $y' = 2^{x-y}, \qquad y(-3) = -5$
2. $(3y^5 + 2x)y' = y$
3. $xy' = 4(y - \sqrt{xy})$
4. $y' - 4ytg2x + y^2 \sin 2x = 0$
5. $\left(\frac{y}{x^2+y^2} - arctgx\right)dx + \left(e^y - 5 - \frac{x}{x^2+y^2}\right)dy = 0$

Вариант 50

Решить уравнения:

1. $y\ln^4 y + y'\sqrt{x+1} = 0$
2. $xy' = 4xe^{\frac{y}{x}} + y, \qquad y(1) = 0$
3. $y' - \frac{y}{x+2} = \frac{2y^2}{x+2}$
4. $y' + 3y = e^{\frac{x}{2}} \cdot \sqrt{y}$
5. $(\sin^2 x + 2xy)dx + (x^2 + 4 + tgy) = 0$

Контрольная работа № 8
Обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка.
Системы дифференциальных уравнений

Вариант 1

Решить уравнения и систему:

1. $y'' + \frac{y'}{x+1} = x(x+1)$
2. $y'' = y',$
   $y(0) = 1, \qquad y'(0) = 1$
3. $y'' + 3y' + 2y = 2\cos x$
4. $y'' + 4y = 2tgx$
5. $\begin{cases} y' = y - z + \cos 2x \\ z' = z - 4y \end{cases}$

Вариант 2

Решить уравнения и систему:

1. $xy'' + 2y' = 0$
2. $y''y^3 + 1 = 0,$
   $y(1) = -1, \qquad y'(1) = -1$
3. $y'' - 2y' + y = 6xe^x$
4. $y'' + 4y = 4\cos 2x$
5. $\begin{cases} y' = 3y + 2z + x^2 \\ z' = y + 2z - x \end{cases}$

Вариант 3

Решить уравнения и систему:

1. $xy'' + y' = \frac{5}{\sqrt{x}}$
2. $y'' = 4sin^3 2y\, cos\, 2y,$

   $y(1) = \frac{\pi}{4}, \qquad y'(1) = 1$
3. $y'' + 49y = 14 sin\, 7x + 7\, cos\, 7x$
4. $y'' - 9y' = 8x^3$
5. $\begin{cases} x' = x - 3y \\ y' = 3x + y \end{cases}$

Вариант 4

Решить уравнения и систему:

1. $y'' tg 5x = 5y'$
2. $2y(y')^3 + y'' = 0,$

   $y(0) = 0, \qquad y'(0) = -3$
3. $y'' + 2y' + 2y = e^{-x} cos\, x$
4. $y'' - 25y = 50e^{5x}$
5. $\begin{cases} y' = 2y - 5z \\ z' = y - 2z \end{cases}$

Вариант 5

Решить уравнения и систему:

1. $2yy'' = 1 + (y')^2,$

   $y(2) = 2, y'(2) = 1$
2. $x \cdot y'' + y' = x^2$
3. $y'' - 4y' + 4y = \frac{e^{2x}}{\sqrt{1 - x^2}}$
4. $y'' - 5y' = 3 sin 2x$
5. $\begin{cases} y' = y - z \\ z' = y + z \end{cases}$

Вариант 6

Решить уравнения и систему:

1. $y^3 \cdot y'' = y^4 - 16$

   $y(0) = 2\sqrt{2}, y'(0) = \sqrt{2}$
2. $y'' - y' \cdot ctg x = (y')^2$
3. $y'' - 6y' + 10y = 2e^{3x} \cdot sin 2x$
4. $y'' + 4y' + 4y = \frac{ln x}{e^{2x}}$
5. $\begin{cases} y' = 2y + z \\ z' = 2y + 3z \end{cases}$

Вариант 7

Решить уравнения и систему:

1. $(y')^2 + 2yy'' = 0,$

   $y\left(\frac{2}{3}\right) = 1, y'\left(\frac{2}{3}\right) = 1$
2. $x \cdot y'' + y' = x + 1$
3. $y'' + 8y' + 17y = 3e^{-x} cos x$
4. $y'' + 6y' + 9y = \frac{\sqrt{2x + 1}}{e^{3x}}$
5. $\begin{cases} y' = 2y + z \\ z' = 2y + 3z \end{cases}$

Вариант 8

Решить уравнения и систему:

1. $y^3 \cdot y'' = 4 \cdot (y^4 - 1),$

   $y(0) = \sqrt{2}, y'(0) = \sqrt{2}$
2. $x \cdot y'' + y' = x \cdot (y')^2$
3. $y'' + 2y' + y = (2x - 5)e^{-x}$
4. $y'' + 4y = \frac{sin 2x}{cos^2 2x}$
5. $\begin{cases} y' = 2y - z \\ z' = 4y + 6z \end{cases}$

Вариант 9

Решить уравнения и систему:

1. $(1+x^2)\cdot y''+2xy'=4x$,

   $y(0)=2, y'(0)=1$
2. $y''\cdot ctgy=2(y')^2$
3. $y''+4y'+4y=2x-1$
4. $y''+3y'=xe^{-3x}$
5. $\begin{cases} y'=3y+2z \\ z'=y+2z \end{cases}$

Вариант 10

Решить уравнения и систему:

1. $x^4\cdot y''+x^3y'=10$,

   $y(1)=5, y'(1)=1$
2. $y''\cdot y^3=-4y'$
3. $y''+6y'+9y=\dfrac{e^{-3x}}{x}$
4. $y''-4y=e^{2x}\cdot sin2x$
5. $\begin{cases} y'=2y-4z \\ z'=y-3z \end{cases}$

Вариант 11

Решить уравнения и систему:

1. $(1+x^2)\cdot y''+2xy'=x^3+x$,

   $y(1)=1, y'(1)=1$
2. $y''\cdot(2y+3)-2(y')^2=0$
3. $y''+4y=2tgx$
4. $y''-3y'+2y=e^{2x}\cdot(3-4x)$
5. $\begin{cases} y'=5y-3z \\ z'=y+z \end{cases}$

Вариант 12

Решить уравнения и систему:

1. $x\cdot y''-y'=\dfrac{1}{2\sqrt{x}}$,

   $y(1)=\dfrac{1}{3}, y'(1)=1$
2. $2yy''+(y')^2=0$
3. $y''-3y'+2y=\dfrac{1}{3+e^{-x}}$
4. $y''-2y'-8y=-8cos2x$
5. $\begin{cases} y'=y-3z \\ z'=2y+z \end{cases}$

Вариант 13

Решить уравнения и систему:

1. $y''+\dfrac{2x}{x^2+1}y'=2x$,

   $y(1)=1, y'(1)=\dfrac{3}{4}$
2. $y''=2yy'$
3. $y''-6y'+9y=e^{3x}lnx$
4. $y''+2y'+y=(x+3)e^{-x}$
5. $\begin{cases} y'=2y+3z \\ z'=3y+2z \end{cases}$

Вариант 14

Решить уравнения и систему:

1. $(4+cos\,2x)y''+y'2\sin 2x=0$
2. $y''=(y')^2-y$,

   $y(1)=-\dfrac{1}{4}, y'(1)=\dfrac{1}{2}$
3. $y''+y=\dfrac{4\sin x}{cos^2x}$
4. $y''+y'-2y=6x^2$
5. $\begin{cases} y'=y-z \\ z'=-4y+z \end{cases}$

Вариант 15

Решить уравнения и систему:

1. $y''tg2x = y' + 1$
2. $yy'' = (y')^2 + y^2 \ln y$
3. $y'' + 4y = 3x^2 - 2x + 1$
4. $y'' + 100y = \sin 10x$
5. $\begin{cases} y' = 3y + 2z \\ z' = 3y + 4z \end{cases}$

Вариант 16

Решить уравнения и систему:

1. $ctgxy'' + y' = -\dfrac{1}{\cos^2 x}$
2. $y'' + (y')^2 = yy'$,
   $y(0) = 0, \quad y'(0) = -1$
3. $y'' - 8y' + 16y = (2 - x)e^x$
4. $y'' - 2y' + 2y = \sin x + \cos x$
5. $\begin{cases} y' = 2y - z \\ z' = 5y - 2z \end{cases}$

Вариант 17

Решить уравнения и систему:

1. $yy'' = 2(y')^2 + y'$
2. $(5 + \sin 3x)y'' = 6y' \cos 3x$
3. $y'' - y' = 2x^2 + 3x + 1$
4. $y'' - 4y = e^{2x} \cos x$
5. $\begin{cases} y' = y - 2z \\ z' = 7y - 8z \end{cases}$

Вариант 18

Решить уравнения и систему:

1. $x^2 y'' = (y')^2$
2. $(y')^2 + 2yy'' = 0$
3. $y'' + 4y = xe^{2x}$
4. $y'' - 6y' + 9y = e^{3x} \sin x$
5. $\begin{cases} y' = 5y + 3z \\ z' = y + 3z \end{cases}$

Вариант 19

Решить уравнения и систему:

1. $tgxy'' - y' + \dfrac{1}{\sin x} = 0$
2. $y''y^3 + 4 = 0$,
   $y(0) = -1, y'(0) = -2$
3. $2y'' - 5y' + 2y = x^2 e^{2x}$
4. $y'' - 2y' + 5y = 21 \cos 2x - \sin 2x$
5. $\begin{cases} y' = 3y - 2z \\ z' = 2y - z \end{cases}$

Вариант 20

Решить уравнения и систему:

1. $2yy'' = (y')^2$
2. $y''x \ln x = y'$
3. $y'' - 6y' + 8y = \dfrac{4e^{2x}}{1 + e^{-2x}}$
   $y(0) = 0, y'(0) = 0$
4. $y'' - y' - 6y = 2 \cos 3x$
5. $\begin{cases} y' = 2y - z \\ z' = 5y - 4z \end{cases}$

Вариант 21

Решить уравнения и систему:

1. $x^3y'' - x^2y' = 1$
2. $y''tgy = 2(y')^2$
3. $y'' - 7y' + 12y = 4e^{3x}$
4. $y'' - 4y' + 8y = e^x(\sin x - 2\cos x)$
5. $\begin{cases} y' = 4y - 2z \\ z' = y + 2z \end{cases}$

Вариант 22

Решить уравнения и систему:

1. $y''(x^2 + 1) = 2xy'$,
   $y(0) = 1,\ y'(0) = 3$
2. $(y')^2 + 3yy'' = 0$
3. $y'' - y' = (x^2 + x + 1)e^x$
4. $y'' + 5y' = 26\cos x$
5. $\begin{cases} x' = -2x + 4y \\ y' = 3y - x \end{cases}$

Вариант 23

Решить уравнения и систему:

1. $x^4y'' = x^3y' = 4$
2. $y''y^3 + 49 = 0$,
   $y(3) = -7,\ y'(3) = -1$
3. $y'' + 10y' + 25y = \dfrac{\sqrt{6x - 2}}{e^{5x}}$,
4. $y'' - 2y' + y = x^2 + 3 - x + x\cos x$
5. $\begin{cases} y' = 3y - z \\ z' = 13x - 3y \end{cases}$

Вариант 24

Решить уравнения и систему:

1. $y''(e^x + 1) + y' = 0$
2. $y'' = 2yy'$
3. $y'' - 2y' + y = \dfrac{e^x}{x^2}$,
   $y(1) = 0, \qquad y'(1) = -e$
4. $y'' - 3y' + 2y = 2\sin x$
5. $\begin{cases} y' = 2y + z + xe^{4x} \\ z' = 2y + 3z \end{cases}$

Вариант 25

Решить уравнения и систему:

1. $x^5y'' - x^4y' = x + 2$
2. $2y'y'' = y$,
   $y(0) = \sqrt{2}, \qquad y'(0) = 1$
3. $y'' + y' - 2y = \dfrac{5}{4e^x - 2}$
4. $y'' + 16y' = 3x\sin 4x + \cos 4x$
5. $\begin{cases} x' = 3x - y \\ y' = 4x - y \end{cases}$

Вариант 26

Решить уравнения и систему:

1. $y^3y'' = 1$
2. $2xy'y'' = (y')^2 - 1$,
   $y(1) = -\dfrac{2}{9}, \qquad y'(1) = 2$
3. $y'' + 6y' + 13y = e^{-3x}\cos x$
4. $y'' - 4y' + 4y = e^{3x}$,
   $y(0) = 0, \qquad y'(0) = 1$
5. $\begin{cases} x' = x - 2y \\ y' = x - y \end{cases}$

Вариант 27

Решить уравнения и систему:

1. $(1+\cos x)y''+2y'\sin x=0$
2. $yy''=(y')^2-y',$

   $y(1)=2, \qquad y'(1)=0$
3. $y''+4y=ctg2x$
4. $y''+6y'+6=e^x(\sin x+\cos x)$
5. $\begin{cases} x'=2x-5y+3 \\ y'=5x-6y+1 \end{cases}$

Вариант 28

Решить уравнения и систему:

1. $(x-5)y''+y'=0$
2. $y''+(y')^2=2e^{-y}$
3. $y''-6y'+9y=6xe^{3x},$

   $y(0)=3, \qquad y'(0)=7$
4. $y''+4y=2\cos 2x$
5. $\begin{cases} x'=-x-5y \\ y'=-7x-3y \end{cases}$

Вариант 29

Решить уравнения и систему:

1. $y''+y'tgx=\sin 2x$
2. $y''+\dfrac{2}{1-y}(y')^2=0$
3. $y''-y'=\dfrac{4e^{-x}}{2+e^{-x}}$
4. $y''-4y'+4y=-e^{-2x}\sin 2x$
5. $\begin{cases} y'=5y-z \\ z'=5y+2z \end{cases}$

Вариант 30

Решить уравнения и систему:

1. $xy''+x^2\cos x-y'=0,$

   $y(\pi)=\pi, \qquad y'(\pi)=0$
2. $y''+2y(y')^3=0$
3. $y''-4y'=(x^2+2)e^x$
4. $y''+y=4\cos x$
5. $\begin{cases} y'=y+z \\ z'=-2y+3z \end{cases}$

Вариант 31

Решить уравнения и систему:

1. $y''=e^{2y},$

   $y(0)=0, \qquad y'(0)=-1$
2. $xy''-y'=x^2e^{2x}$
3. $y''+4y=\dfrac{2}{\cos 2x}$
4. $y''+2y'+5y=-7\sin 2x$
5. $\begin{cases} y'=4y-z \\ z'=5y+2z \end{cases}$

Вариант 32

Решить уравнения и систему:

1. $x^3y''+x^2y'=\sqrt{x}$
2. $2y(y')^3+y''=0,$

   $y(0)=0, \qquad y'(0)=-3$
3. $y''-y'=e^{2x}\cos e^x$
4. $y''-2y'=x^2-1$
5. $\begin{cases} y'=2y-z \\ z'=5z-y-5e^x\sin x \end{cases}$

Вариант 33

Решить уравнения и систему:

1. $(x^2+4)y''+2xy'=0$
2. $2(y')^2=y''(y-1),$
   $y(1)=2, \qquad y'(1)=-1$
3. $y''-5y'+6y=\dfrac{1}{1+e^{2x}}$
4. $y''-2y'-8y=-8\cos 2x$
5. $\begin{cases} y'=y-4z-2e^x \\ z'=y-3z+x \end{cases}$

Вариант 34

Решить уравнения и систему:

1. $xy''-y'=x^2\sin 2x$
2. $(y')^2+3(y+4)y''=0$
3. $y''-6y'+8y=\dfrac{4e^{-2x}}{2+e^{2x}},$
   $y(0)=0, \qquad y'(0)=0$
4. $y''-4y'+3y=10\sin x$
5. $\begin{cases} y'=e^{3x}-z \\ z'=2e^{3x}-y \end{cases}$

Вариант 35

Решить уравнения и систему:

1. $x^2y''+xy'=3x\cos 3x$
2. $(y')^2+3yy''=0$
3. $y''+y'=\dfrac{1}{\sin x},$
   $y\left(\dfrac{\pi}{2}\right)=1, \qquad y'\left(\dfrac{\pi}{2}\right)=0$
4. $y''-12y'+36y=32\cos 2x+24\sin 2x,$
   $y(0)=2, \qquad y'(0)=4$
5. $\begin{cases} y'=-2y-4z+1+4x \\ z'=-y+z+\dfrac{3}{2}x^2 \end{cases}$

Вариант 36

Решить уравнения и систему:

1. $y''=\dfrac{y'}{x}\left(1+\ln\dfrac{y'}{x}\right),$
   $y(1)=\dfrac{1}{2}, \qquad y'(1)=1$
2. $yy''=(y')^2-(y')^3$
3. $y''-3y'+2y=\dfrac{2e^{3x}}{e^{2x}+1}$
4. $y''-4y'=(x-1)e^{4x}$
5. $\begin{cases} y'=2y-z+e^{4x}\sin x \\ z'=4y+6z \end{cases}$

Вариант 37

Решить уравнения и систему:

1. $xy''-3y'=2x+1$
2. $y''\cos y+(y')^2\sin y=y',$
   $y(-1)=\dfrac{\pi}{6}, \qquad y'(-1)=2$
3. $y''+y=ctgx$
4. $y''+y'-2y=3xe^{-2x}$
5. $\begin{cases} y'=y-z-3\cos x \\ z'=y+z \end{cases}$

Вариант 38

Решить уравнения и систему:

1. $y''=2x+\cos^3 x$
2. $y''+8\cos^3 y\sin y=0,$
   $y(1)=0, \qquad y'(1)=2$
3. $y''+y'-2y=\dfrac{1}{2e^x+3}$
4. $y''-4y'=xe^{4x}+x^2+1$
5. $\begin{cases} y'=4y-3z \\ z'=2y-z \end{cases}$

Вариант 39

Решить уравнения и систему:

1. $2yy'' = y^2 + (y')^2$
2. $xy'' + 2y' = x^2 + 5$
3. $y'' - 6y' + 9y = \dfrac{e^{3x}}{\sqrt{4 - x^2}}$
4. $y'' - 7y' + 6y = xe^{-x} - 5e^{-6x}$
5. $\begin{cases} y' = 2z - y + 1 \\ z' = 3z - 2y \end{cases}$

Вариант 40

Решить уравнения и систему:

1. $xy'' - y' = 5$
2. $yy'' = y'(y - y')$
3. $y'' + 4y' + 8y = 0$
4. $y'' + y = 4xe^x,$

   $y(0) = -2, \qquad y'(0) = 0$
5. $\begin{cases} y' = 2y - 3z \\ z' = y - 2z + 2\sin x \end{cases}$

Вариант 41

Решить уравнения и систему:

1. $(x + 1) = (x + 1)y'' + y'$
2. $yy'' - (y')^2 = 1$
3. $y'' - 2y' + 2y = x^2$
4. $y'' - 4y' + 4y = e^{2x}\sin 5x$
5. $\begin{cases} y' = 5z - y \\ z' = 2z + 2y \end{cases}$

Вариант 42

Решить уравнения и систему:

1. $2xy'' = y'$
2. $y''y^3 + 4 = 0,$

   $y(0) = -1, \qquad y'(0) = -2$
3. $y'' - 4y' = 3x^2 - 1$
4. $y'' - y' = \dfrac{2}{4 + e^{-x}}$
5. $\begin{cases} y' = 2y + z + \cos x \\ z' = 2y + 3z + 2\sin x \end{cases}$

Вариант 43

Решить уравнения и систему:

1. $xy'' + y = 5 \cdot \sqrt[3]{x^2}$
2. $y'' + \dfrac{1}{2y^2} = 0,$

   $y(0) = 1, \qquad y'(0) = 1$
3. $y'' + 4y' + 4y = 0,$

   $y(0) = 1, \qquad y'(0) = 3$
4. $y'' - 5y' + 6y = (x - 2)e^{-x} + x^2$
5. $\begin{cases} y' = 2z + y \\ z' = y \end{cases}$

Вариант 44

Решить уравнения и систему:

1. $xy'' + y' = 1$
2. $y'' = y'e^y,$

   $y(0) = 0, \qquad y'(0) = 1$
3. $y'' - 4y' = 8 - 16x$
4. $y'' - 2y' + y = \cos 2x$
5. $\begin{cases} y' = 4y - 3z \\ z' = 3y + 4z \end{cases}$

Вариант 45

Решить уравнения и систему:

1. $y'' = sin^2 2x$
2. $y''y^3 + 64 = 0,$

   $y(0) = 4, \quad y'(0) = 2$
3. $y'' + 2y' + 10y = 0$
4. $y'' - 2y' + y = sin\,x + e^x + e^{-x}$
5. $\begin{cases} y' = y + 3z \\ z' = -y + 5z \end{cases}$

Вариант 46

Решить уравнения и систему:

1. $4xy'' - y' = 0$
2. $y'' = 5y'e^{5y},$

   $y(0) = 0, \quad y'(0) = 1$
3. $y'' - y' - 6y = 2e^x$
4. $y'' + 4y' + 3y = 10\,sin\,x$
5. $\begin{cases} y' = 7y + 32 \\ z' = 6y + 4z \end{cases}$

Вариант 47

Решить уравнения и систему:

1. $x^2y'' = (y')^2$
2. $yy'' = (y')^2 + y^2y'$
3. $y'' + 5y' = \dfrac{25e^{5x}}{4 + e^{5x}}$
4. $y'' + 5y' + 6y = (x - 2)e^{-3x} + sin\,x$
5. $\begin{cases} z' = 2z - 5y \\ y' = z - 2y \end{cases}$

Вариант 48

Решить уравнения и систему:

1. $y''tg3x = 3y'$
2. $y'' = 2y^3,$

   $y(-1) = 1, \quad y'(-1) = 1$
3. $y'' - 16y = 4e^{4x}$
4. $y'' + 25y = \dfrac{10}{cos\,5x}$
5. $\begin{cases} y' = y - z + sin\,x \\ z' = 5y - z \end{cases}$

Вариант 49

Решить уравнения и систему:

1. $y'' = 2(y' - 1)ctgx$
2. $2yy'' + (y')^2 + y^2$
3. $y'' + 5y = cos\,2x - sin\,2x$
4. $y'' - 4y' + 13y = (2x - 1)e^{2x}$
5. $\begin{cases} y' = 2y - 4z \\ z' = 5z - y \end{cases}$

Вариант 50

Решить уравнения и систему:

1. $y'' = 4(y' + 5)ctg2x$
2. $yy'' = (y')^3$
3. $y'' + y' - 2y = cos\,x - 3\,sin\,x$

   $y(0) = 1, \quad y'(0) = 2$
4. $y'' - 4y' = 32 - 384x^2$
5. $\begin{cases} y' = z + 2y \\ z' = 3y + 4z \end{cases}$

Контрольная работа № 9
Числовые и функциональные ряды

Вариант 1

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n+4}{8n^3+1}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2+n}{4+9n}\right)^n$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n\, ln^4 n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}\sqrt{n}}{n^2+1}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+2)^{2n}}{4^n \cdot (n^2+1)}$

Вариант 2

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{2n+4}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{\frac{3n^2+4}{6n^2+n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{n+4}}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{7n+1}{5^n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-2)^n}{4^n(3n+8)}$

Вариант 3

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n+11}{9n-1}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2+3}{6^n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{5^{n-1}}{(n-1)!}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{n}{n^2+4}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x+3)^n}{\sqrt{4n-1}}$

Вариант 4

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5n^2+1}{2+n}$ 2) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n\, ln^2 n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{sin\, 5n}{3^n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot \sqrt{n}}{n+4}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+4)^n}{n!}$

Вариант 5

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\sqrt{ln\, n}}{n}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \sqrt[3]{\frac{8n^2+1}{4n^2+n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n!}{(2n+1)!}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n^3+3}{n^4}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n \sqrt{n}}{5n+1}$

Вариант 6

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4n^2+1}{n^2\sqrt{n}+6n+1}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n+5}{7n-1}\right)^n$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3^{n-1}}{n!}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt[3]{n^2+1}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1} \cdot \left(\frac{x}{5}\right)^n$

Вариант 7

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{n+1}{7n}\right)^n$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2arctg\, n}{n^2+1}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n(n+2)}{\sqrt{n^3}}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\cdot\frac{n}{3n-2}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot x^{2n+1}}{9^n(2\sqrt{n}+1)}$

Вариант 8

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt{n+4}}{6^n}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4}{(3n+1)ln^7(3n+1)}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{(n+1)!}{(2n)!}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n n}{3n^2+2n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot(x-5)^n}{5^n\sqrt{n^2+7}}$

Вариант 9

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2+4}{5n^4+8n}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{3n^3+4}{n^3+5n}\right)^n$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n n}{4n^2+2n+3}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n n}{(2n)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-4)^n\sqrt{n}}{3n+1}$

Вариант 10

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n}{\sqrt{n}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^3+5}{8n^2+9n+3}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (3n+1)}{n^2+n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n n}{5^n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n 2^n}{n+1}$

Вариант 11

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+2}{\sqrt{n^2+1}}$ 2) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{5n+2}{n\sqrt{n}+7n-1}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n\ln^2 n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{2n+3}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{3^n(7n+2)}$

Вариант 12

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^{n-1}}{(n+1)!}$ 2) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{n+2}{\sqrt{n^4+8n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n\ln^4 n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{n-1}{\sqrt{n^3}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (x+2)^n}{4^n \cdot \sqrt[3]{n^2+3}}$

Вариант 13

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} 3^{-n} \cdot (n+1)!$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2+5n}{4n+5n^2+1}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+2}\cdot\frac{n+2}{(n^3+1)^2}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n}\cdot\frac{n+3}{3^{n+2}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot x^{2n}\cdot n}{9^n\cdot(3n^2+1)}$

Вариант 14

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n+1}{\sqrt{n^2+4}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{2n+1}{6n+2}\right)^{3n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n}\cdot\frac{\sqrt{n+1}}{3n-2}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n}\cdot\frac{n+4}{n!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+2)^n}{3^n(2n^2+3)}$

Вариант 15

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n\sqrt{n}}{3n^2+8}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{arctg\,n}{n^2+1}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n}\cdot\frac{n^2}{n^4+5}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n}\frac{2}{(n+3)ln^3(n+3)}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-3)^n}{5^n(2n+5)}$

Вариант 16

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^n}{n!}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{\frac{4n+1}{3n^2+1}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot \frac{1}{\sqrt{4n+5}}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot \frac{n^2+2}{(2n)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=2}^{\infty}\frac{(x-2)^n}{n\,ln\,n}$

Вариант 17

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2+sin^2 n}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{e^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot \frac{n+1}{\sqrt{n^3}}$ 4) $\sum_{n=2}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n\,ln^4\,n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+4)^n}{3^n(n^2+2)}$

Вариант 18

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2+4}{3^n}$ 2) 3) $\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{\frac{4n+1}{8n-2}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=2}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n\sqrt[3]{ln\,n}}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n \cdot e^n}{(n+3)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n \cdot (x-3)^n\sqrt{n}}{3^n(3n+8)}$

Вариант 19

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n\sqrt{n}}{n^3+5}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{2n+3}{n+1}\right)^{n^2}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot \frac{6^n}{(n+2)!}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n n \cdot sin\frac{1}{n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^{2n}}{4^n\sqrt[3]{n+1}}$

Вариант 20

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\sqrt{\frac{n}{n^4+5}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2n-1}{(\sqrt{2})^n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot sin\frac{\pi}{2n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{5^n}{(n+2)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=2}^{\infty}(n-1)\cdot 3^{n-1}\cdot x^{n-1}$

Вариант 21

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{n^2+2n}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{n}{3n-1}\right)^{2n-1}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot \frac{n+1}{n+(n+2)^3}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \cdot (3+\frac{1}{10^n})^2$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n(2x-1)^n}{4^n\sqrt{n^2+1}}$

Вариант 22

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} ln(1+\frac{1}{n})$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{n+1}{2n+1}\right)^n$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot\left(\frac{n}{2n+1}\right)^n$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{\sqrt{n}}{3n+4}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot(x+2)^{n-1}}{4^n\cdot\sqrt{2n+5}}$

Вариант 23

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2n^2+7}{3n^2}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{6n+1}{9n+3}\right)^{3n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n(-1)^n}{n+1}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{(n+2)ln^2(n+2)}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^n}{(n+1)^2}$

Вариант 24

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}ln(1+\frac{1}{n^2})$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}tg\frac{1}{\sqrt[3]{n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot\frac{2n+3}{\sqrt{n^3}}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot tg\frac{1}{n\sqrt{n}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=2}^{\infty}(n-1)\cdot 5^{n-1}\cdot(x+1)^{n-1}$

Вариант 25

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^3+n\sqrt[4]{n}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(n+3)\sqrt{ln(n+3)}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{n^2+4}{n(n+3)}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot\frac{6^n}{(n-1)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}(n\cdot x)^n$$

Вариант 26

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=2}^{\infty}\frac{n+2}{3^n(n-1)!}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{5n-1}{7n+2}\right)^{\frac{n}{2}}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\left(1+\frac{n}{5^n}\right)$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n(n+2)(n+3)}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n(2x-1)^n}{4^n\sqrt{n^2+1}}$$

Вариант 27

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{6n+3}{2n^2\sqrt{n}+4}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=2}^{\infty}(-1)^n\cos\frac{\pi}{n}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{\sqrt{n^2+3n}}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n\cdot(x+2)^{2n}}{4^n(5n+1)}$$

Вариант 28

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5n+1}{\sqrt{5^n}}$$

2) $$\sum_{n=2}^{\infty}\frac{ln^2\sqrt{n}}{n}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{n!}{2^{n-1}}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\cdot\frac{\sqrt{2n+1}}{n^3+1}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{9^n \cdot \sqrt{n+4}}$$

Вариант 29

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{2n+1}}{2^{3n}+4}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty} 5^{-n} \cdot \left(1+\frac{2}{n}\right)^{n^2}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{n\sqrt{n+2}+1}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{2^{n-1}}{(2n+3)!}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(x+3)^n}{n \cdot ln^2 n}$$

Вариант 30

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n!)^2}{(2n)!}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+3}{3n^5+1}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{(-1)^{n-1}}{(n+2)e^{2n}}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \left(\frac{2n}{2n+2}\right)^n$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+6)^n}{2^n \cdot \sqrt[3]{n+1}}$$

Вариант 31

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3+2n-5}{n(n^2+1)^2}$$

2) $$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n\ ln^2\sqrt{n}}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{3^{n-1}}{(n+4)!}$$

4) $$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{n} \cdot e^{\sqrt{n}}}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{e^n \cdot n!}$$

Вариант 32

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n\sqrt{n}}{2n^4+8}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3\cdot 5\cdot \ldots \cdot (2n+1)}{1\cdot 4\cdot \ldots \cdot (3n-2)}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n}{5^n}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{n}{\sqrt{n^2+4}}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x+2)^n n}{4^n (6n^2+1)}$$

Вариант 33

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \sqrt[3]{\frac{3n+1}{2n+4}}$$

2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n-1)!}{2\cdot 4\cdot 6\cdot \ldots \cdot (2n)}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos 3n}{2^n}$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{n}{n^2+2}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^{2n}}{\sqrt{n^2+4}}$$

Вариант 34

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+2}{(n+1)^3+3n}$$

2) $$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\ln^2(3n)}{n}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \left(1+\frac{n}{5^n}\right)$$

4) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (n+4)}{(2n)!}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{x^{n+1}}{(n+1)\cdot 4^n}$$

Вариант 35

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{n+1}}{(n+3)!}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+8)ln^4(n+8)}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}(n+4)}{n^2+2n+3}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (3n+1)}{10^n}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{9^n \cdot \sqrt{n+5}}$

Вариант 36

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n+8}{2^n \cdot n}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n+4}{5n+1}\right)^{2n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{n^2+1}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{n^2}{3^{n+1}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{3n}}{3^n(n+5)}$

Вариант 37

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{n+4}{3^n(n-1)!}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+3}{\sqrt[3]{n^3+2n-1}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot ln\, n}{n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{n+5}{3^{n+2}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n}{5^n \cdot \sqrt{3n+4}}$

Вариант 38

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n(n^2+1)}{n!}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2+6n}{\sqrt[3]{n^6+4n^2+1}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\frac{(n+1)^2}{n^2+1}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot\frac{3^{2n}}{(n+1)!}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot(x+4)^{2n}}{9^n\cdot(6n+1)}$

Вариант 39

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2n+4}{\sqrt{4n^2+5}}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^4+7}{3n^6+2n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n-1}\cdot\sqrt[3]{n}}{n+2}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot\frac{2n+1}{2^{n+4}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(4x+1)^n\sqrt{n}}{n^2+1}$

Вариант 40

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt{(n+4)^3}}{(5n+1)(n+2)}$ 2) $\sum_{n=1}^{\infty}n\,arsin\frac{1}{n}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot sin^2\frac{1}{n}$ 4) $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot\frac{n^2+1}{\sqrt{9n^4+8}}$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+9)^n}{5^n\sqrt[3]{2n^3+1}}$

Вариант 41

Исследовать ряды на сходимость

1) $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2}{\sqrt{n(n+4)}}$ 2) $\sum_{n=2}^{\infty}\frac{1}{n\sqrt{ln^3 n}}$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n\cdot 5^n}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot\left(1+\frac{1}{n}\right)^n$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-1)^n\cdot\sqrt{n}}{2^n(n+5)}$$

Вариант 42

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{6^n}{3^n(2n+1)}$$ 2) $$\sum_{n=2}^{\infty}\frac{1}{n\sqrt[3]{ln^3 n}}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\frac{8n+3}{\sqrt{n^3+1}}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot sin\frac{2}{n^2}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}n!\,(x+6)^n$$

Вариант 43

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n\cdot n!}{n^n}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(n+4)ln^3(n+4)}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1}\cdot\left(1+\frac{n+2}{9^n}\right)$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot\sqrt{n+1}}{5^n}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^{2n+1}}{(3n+1)^2}$$

Вариант 44

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{5^n}{(n!)^2}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n(n+4)}{(n+1)^3}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot(2n+1)}{n^2+n+5}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot 3^n}{(n+1)!}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+3)^n n}{2^n \cdot (3n+4)}$$

Вариант 45

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{2n}}{(2n-1)!}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n\sqrt{n+2}}{n^2+3}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot n^2+1}{6^n}$$ 4) $$\sum_{n=2}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{5}{n\, ln\, n}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n \cdot x^{2n}}{2n+4}$$

Вариант 46

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{2-cos\, n}{\sqrt{n^2+2n}}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n \cdot n!}{(3n)!}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (n+2)}{n(n+1)(n+3)}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \left(1-cos\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n \cdot x^n}{\sqrt{(3n+1)5^n}}$$

Вариант 47

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{4^n+2}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \ldots \cdot (2n-1)}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{sin(n\sqrt{n})}{n\sqrt{n}}$$ 4) $$\sum_{n=3}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n\, ln(2n)}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (x+2)^n}{(n+3)\, ln(n+3)}$$

Вариант 48

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n \cdot n!}{n^n}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n(n+4)}}{3n^2+1}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \, sin\frac{1}{\sqrt[3]{n}} \cdot tg\frac{1}{\sqrt[3]{n}}$$ 4) $$\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{5^n}{(n+1)^n}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (x+1)^n \cdot \sqrt{n}}{3^n(5n+1)}$$

Вариант 49

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \left(1+\frac{1}{n}\right)^{n^2} \cdot \frac{1}{2^n}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} n \cdot sin\frac{1}{\sqrt[3]{n^4}}$$ 3)

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt[3]{3n}\, cos\left(\frac{\pi}{3n}\right)}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{(1+n^3)^2}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-6)^{2n-1}}{4^n \cdot \sqrt{n^2+5}}$$

Вариант 50

Исследовать ряды на сходимость

1) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n\, ln^2(3n+1)}$$ 2) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n-1}{(\sqrt{2})^n}$$

Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость

3) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos 3n}{2^n}$$ 4) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{n(n+1)}}$$

Найти область сходимости степенного ряда

5) $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^{2n}}{16^n(2n+4)}$$

Контрольная работа № 10: Теория вероятностей

Вариант 1

1. В урне 5 белых, 3 красных и 2 синих шара. Случайным образом выбираются 4 шара. Какова вероятность, что среди них 2 белых, 1 красный и 1 синий?
2. Стрелок попадает в цель с вероятностью 0,9 и стреляет до тех пор, пока не будут поражены все 5 целей. Какова вероятность, что стрелок сделал 8 выстрелов?
3. Студент выучил 8 вопросов из 16. Преподаватель задаёт ему вопрос, и если студент отвечает, то задаёт ему еще один вопрос, в случае правильного ответа и в этот раз, студент получает зачет. Если на первый вопрос студент не отвечает, преподаватель задаёт студенту еще три вопроса, для получения зачёта надо ответить на все. Какова вероятность, что студент сдаёт зачет?
4. Имеется две колоды карт: 36 и 52 листа. Из каждой колоды вынимают по карте. Какова вероятность, что среди них только один туз? А если из колоды вынимают не карту, а две?
5. На линиях метро курсируют 25% вагонов старого образца. Найти вероятность того, что среди 500 вагонов, находящихся в ремонте, больше 130 старого образца?

Вариант 2

1. Из 18 студентов группы 15 присутствуют на лекции. Преподаватель случайным образом проверяет посещаемость и называет фамилии 5 человек. Какова вероятность, что из этих 5 ровно двое будут отсутствовать?
2. Лионель Месси реализовывает пенальти в 77% случаев. Какова вероятность, что в следующих 4 попытках он ровно три раза забьет гол?
3. На сборку поступают однотипные детали из 2-х цехов. Вероятности изготовления бракованного изделия первым и вторым и третьим цехами соответственно равны 0,03, 0,01 и 0,02. Все поступившие детали складируют вместе. Из первого цеха поступает 70% изделий, из второго – 20%, а из третьего 10%. Взятое наудачу изделие бракованное, какова вероятность, что оно изготовлено первым цехом?
4. В первой урне 5 белых и 1 черный шар, во второй урне 4 белых и 2 черных шара, в третьей урне 3 белых и 3 черных шара. Случайным образом из каждой урны тянут по шару, какова вероятность, что среди них ровно 2 белых?
5. Среди всех творожков, изготавливаемых на молокозаводе, 30% с клубникой. Найти вероятность того, что среди 530 наугад отобранных творожков не менее 320 и не более 420 с клубникой.

Вариант 3

1. Стрелок попадает в цель с вероятностью 0,8 и стреляет до тех пор, пока не будут поражены все 5 целей. Какова вероятность, что стрелок сделал 9 выстрелов?
2. Студент выучил 7 вопросов из 14. Преподаватель задаёт ему вопрос, и если студент отвечает, то задаёт ему еще один вопрос, в случае правильного ответа и в этот раз, студент получает зачет. Если на первый вопрос студент не отвечает, преподаватель задаёт студенту еще три вопроса, для получения зачёта надо ответить на все. Какова вероятность, что студент сдаёт зачет?
3. Альбина отмечала 8 марта с подругами. По этому случаю девушки достали бокалы из чешского хрусталя, красные, жёлтые, зелёные, по три штуки каждого цвета. В течение вечера

5 бокалов разбились. Какова вероятность, что разбились 2 красных, 2 жёлтых и 1 зелёный бокал?

4. Имеется две колоды карт: 36 и 52 листа. Из каждой колоды вынимают по карте. Какова вероятность, что среди них только один туз? Хотя бы один туз? А если из колоды вынимают не карту, а две?

5. Из каждых 20 тетрадей, продаваемых в магазине, 16 «в клетку». Найти вероятность того, что из 300 проданных тетрадей от 150 до 200 будет «в клетку».

Вариант 4

1. В коробке с ёлочными шарами 8 зеленых шара и 6 красных. Случайным образом 4 шара разбились, какова вероятность, что из них 1 красный и 3 зелёный?

2. В первой урне 5 шаров: 2 белых и 3 чёрных, во второй урне 8 шаров: 2 белых и 6 чёрных. Случайным образом из первой урны во вторую перекладывают три шара. А затем из второй урны вынимают шар. Какова вероятность, что он белый?

3. Баскетболист попадает в корзину с вероятностью 0,8. Какова вероятность, что из следующих 7 бросков 3 броска будут результативными?

4. На охраняемом объекте установлено три сигнализатора. Нарушитель будет замечен ими с вероятностями 0,8, 0,7 и 0,6. Какова вероятность, что нарушитель будет замечен хотя бы одним сигнализатором?

5. Сколько различных «слов» можно получить, если переставлять буквы в слове «БЕЗОБРАЗИЕ» («словом» называется любая последовательность букв, не обязательно осмысленная)?

Вариант 5

1. Какова вероятность того, что при троекратном бросании игральной кости шестёрка выпадет

a. хотя бы один раз;

b. Только один раз?

2. Два охотника одновременно стреляют в цель. Вероятность попадания для первого 0,7, а для второго 0,4. После первого залпа зафиксировано одно попадание. Какова вероятность, что промахнулся второй охотник?

3. В урне 7 шаров, из которых 2 белые. 6 раз тянут шар, всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что белый шар появится 3 раза?

4. В группе 15 человек, из которых пятеро не сделали домашнее задание. Преподаватель случайным образом просматривает тетради у семи студентов. Какова вероятность, что среди них окажутся трое не сделавших д/з?

5. Вероятность рождения мальчика равна 0,52. Найти вероятность того, что среди 1000 новорожденных будет мальчиков больше, чем девочек.

Вариант 6

1. Из колоды карт (36 штук) случайно выбираются 5. Какова вероятность, что среди них найдётся хотя бы один туз?

2. В первой урне 8 шаров: 5 красных и 3 белых. Во второй урне 6 шаров: 2 красных и 4 белых. Из каждой урны вынули по шару, а оставшиеся ссыпали вместе и случайным образом вынули два шара. Какова вероятность, что они оба красные?

3. Из шести граней кубика 2 окрашены. Кубик подбрасывают 7 раз. Какова вероятность, что дважды появится окрашенная грань?

4. Фирма участвует в трёх проектах, вероятность успеха в которых оценивается экспертами как 70%, 40%, 30%. Какова вероятность, что хотя бы один из проектов будет успешен?

5. Вероятность рождения девочки равна 0,49. Найти вероятность того, что среди 1500 новорожденных будет девочек больше, чем мальчиков.

Вариант 7

1. В трёх урнах по 12 шариков, причем в первой урне 6 жёлтых, во второй 4 жёлтых, в третьей 3 жёлтых. Из каждой урны тянут шар. Какова вероятность, что из вытянутых только один жёлтый?
2. В пенале 10 ручек, из которых 4 не пишут, случайным образом отбирается 3. Какова вероятность, что ровно одна из них не пишет?
3. У стрелка 4 патрона, которые она выстреливает в первую мишень с вероятностью попасть при каждом выстреле 0,9. После этого ему выдаются дополнительные патроны по количеству попаданий в первую мишень (т.е. если попал 4 раза, то 4 патрона). По второй мишени он попадает с вероятностью 0,2. Какова вероятность, что вторая мишень будет поражён хотя бы один раз?
4. В группе 10 человек. Преподаватель вызывает к доске на 5 задач, выбирая вызываемого абсолютно случайно. Какова вероятность, что староста будет вызван трижды?
5. Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Вариант 8

1. В подгруппе 3 человека, первый знает 12 вопросов из 20, второй – 10 вопросов, третий – 15 вопросов. Преподаватель ставит оценку всем членам группы, основываясь на ответе одного случайно выбранного. Для получения положительной оценки надо ответить на заданный вопрос. Какова вероятность, что группа получит положительную оценку?
2. В урне 20 шаров: 8 белых и 12 черных. Случайным образом вынимают 5. Какова вероятность, что среди них ровно 2 белых?
3. В урне20 шаров: 8 белых и 12 чёрных. Пять раз вынимают шар, причем всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что дважды вынут белый шар?
4. Два стрелка стреляют по мишени по два раза каждый. Какова вероятность, что будет совершено хотя бы одно попадание, если первый попадает в 70% случаев, а второй в 60%?
5. Монета брошена 100 раз. Найти вероятность того, что «герб» выпадет ровно 50 раз.

Вариант 9

1. Стрелок попадает в цель с вероятностью 0,9 и стреляет до тех пор, пока не будут поражены все 5 целей. Какова вероятность, что стрелок сделал 8 выстрелов?
2. Студент выучил 9 вопросов из 18. Преподаватель задаёт ему вопрос, и если студент отвечает, то задаёт ему еще один вопрос, в случае правильного ответа и в этот раз, студент получает зачет. Если на первый вопрос студент не отвечает, преподаватель задаёт студенту еще три вопроса, для получения зачёта надо ответить на все. Какова вероятность, что студент сдаёт зачет?
3. В стопке тетрадей 8 в линейку и 16 в клетку. Случайным образом выбрано 5 тетрадей. Какова вероятность, что 2 из них в линейку?
4. Стреляя правой рукой, стрелок попадает в цель с вероятностью 0,9, стреляя левой рукой, с вероятностью 0,4. Какова вероятность, что выстрелив правой и левой руками он попадёт в цель хотя бы один раз?
5. Найти вероятность того, что событие наступит ровно 70 раз в серии 243 независимых испытаний, если вероятность появления этого события в одном испытании равна 0,25.

Вариант 10

1. Вероятности попадания в цель для трех стрелков равны соответственно 0,8, 0,6 и 0,3. Каждый стреляет по одному разу. Каковы вероятности событий «хотя бы один попал» и «хотя бы один не попал»?

2. В пирамиде три винтовки: две обычных и снайперская. Из обычной винтовки стрелок попадает с вероятностью 0,6, а из снайперской с вероятностью 0,9. Случайным образом выбирается винтовка и стрелок делает выстрел. Если он попадает, то стреляет из этой винтовки второй раз, а если промахивается, то винтовка меняется случайно на одну из оставшихся и стрелок делает ещё один выстрел. Какова вероятность, что этот второй выстрел успешен?

3. В урне 12 шаров: 6 белых и 6 черных. Случайным образом их делят на две одинаковых части. Какова вероятность, что в каждой части по 3 белых шара?

4. Футболист пробивает пенальти в 70% случаев. Какова вероятность, что в следующих 6 назначенных пенальти он забьет ровно 4 раза?

5. Баскетболист бросает мяч в корзину. Вероятность попадания мяча при каждом броске равна 0,7. Найдите вероятность того, что из 100 бросков баскетболист попадет ровно 75 раз.

Вариант 11

1. У Маши в кармане 7 леденцов, 2 клубничных и 4 апельсиновых, 1 вишнёвый. Случайным образом Мария отдает 3 леденца Васе. Какова вероятность, что отданные леденцы разные?

2. Студент знает 70% вопросов из стандартных билетов и 50% вопросов из билетов повышенной сложности. Стандартных комплектов 5 штук, усложненных 2 штуки. Перед экзаменом преподаватель берёт комплект билетов наугад. Студент ответил, какова вероятность, что комплект был усложненный?

3. Испытание состоит в том, что из колоды карт (36 листов) вынимают карту. Перед каждым испытанием карту кладут обратно и тщательно тасуют. Испытания проводят до тех пор, пока туз не появится 4 раза. Какова вероятность, что будет произведено 12 испытаний?

4. Фирма участвует в трёх проектах, вероятность успеха в которых оценивается экспертами как 70%, 40%, 30%. Какова вероятность, что хотя бы один из проектов будет успешен?

5. У завода, изготавливающего компьютеры, брак составляет 5% от общего объема продукции. Определить, какова вероятность того, что в партии, состоящей из 400 компьютеров, ровно 3 бракованных

Вариант 12

1. В течение 15 минут к остановке подходит автобус с вероятностью 0,6 и троллейбус с вероятностью 0,7. Оба они устраивают пассажира. Какова вероятность, что он уедет с остановки в течение 15 минут?

2. В ящике 15 изделий, из которых три требуют доработки. Случайным образом вынимают 5 изделий. Какова вероятность, что ровно два из них требуют доработки?

3. В урне 5 белых и 3 синих шара, 6 раз случайным образом вынимают шар, причём всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что 4 раза вынут синий шар?

4. В первой урне 5 белых и 3 синих шара, во второй урне 2 белых и 6 синих шара. Из случайной урны тянут два шара без возвращения. Какова вероятность, что они оба белые? Оба этих шара оказались белыми, какова вероятность, что выбрана была первая урна?

5. Вероятность возникновения аварийной ситуации во время авиарейса равна 0,005. Найти вероятность того, что 400 авиарейсов будут совершены без аварийных ситуаций.

Вариант 13

1. Три соседа по общежитию, Саша, Паша и Андрей, в течение недели каждый день бросают жребий, кому мыть посуду. Какова вероятность, что Саша будет мыть посуду ровно 4 раза?

2. В пробирке у Саши раствор хлорида бария. А на столе 10 пробирок с растворами других веществ, причем 4 из этих веществ дают осадки в реакциях с хлоридом бария. Саша приливает хлорид бария в три случайные пробирки. Какова вероятность, что в 2-х их них образуется осадок?

3. Пара игральных костей брошена 2 раза. Какова вероятность событий «хотя бы один раз выпадет дубль 6-6», «хотя бы один раз не выпадет дубль 6-6»?

4. Стрелок первый раз попадает в мишень с вероятностью 0,8. Если, стреляя первый раз, он не промахивается, то второй раз он попадает с вероятностью 0,9, а если промахивается, то второй раз попадает с вероятностью 0,6. Какова вероятность, что после двух выстрелов будет только одно попадание? После двух выстрелов зафиксировано одно попадание, какова вероятность, что промах был при первом выстреле?

5. Вероятность заразиться при контакте с больным гриппом равна 0,3. Сто человек общались с больным гриппом. Найти вероятность того, что из них заболеют менее 6 человек.

Вариант 14

1. В ящике Сашиного шкафа 6 одинаковых черных носков, 2 одинаковых белых и 4 одинаковых серых. В полной темноте Саша пытается одеться и случайным образом вытаскивает два носка. Какова вероятность, что они составляют пару?

2. $P(A) = 0.88,\ P(B) = 0.55$ – вероятности событий. Найдите наименьшую возможную вероятность события AB.

3. Игральную кость бросают 7 раз. Какова вероятность, что шестёрка выпадет ровно 4 раза?

4. В пирамиде 9 винтовок: 4 обычных и 5 снайперских. Стрелок попадает в цель из обычной винтовки с вероятностью 0,6, а из снайперской с вероятностью 0,9. Какова вероятность, что стрелок попадёт в цель из наудачу взятой винтовки?

5. При приеме патентованного лекарства улучшение не наступает у 0,1% пациентов. Лекарство принимали 500 человек. Найти вероятность того, что улучшение наступило у более чем 497 человек.

Вариант 15

1. Студент знает 70% вопросов из первого раздела курса 40% вопросов из второго раздела курса и 80% вопросов из третьего раздела. В билете 3 вопроса, по одному вопросу из каждого раздела курса. Какова вероятность, что из случайного билета он знает хотя бы один вопрос?

2. В ящике 15 деталей, из них 2 бракованных. Случайным образом вынимают 4. Какова вероятность, что среди них ровно одна бракованная?

3. В пирамиде 15 винтовок, из них 5 с оптическим прицелом и 10 обычные. Из обычной винтовки стрелок попадает с вероятностью 0,6, а из винтовки с оптическим прицелом с вероятностью 0,9. Случайным образом стрелок выбирает винтовку и стреляет из неё два раза. Какова вероятность, что он хотя бы один раз попал?

4. Игральная кость брошена 7 раз. Какова вероятность, что шестёрка выпала ровно два раза?

5. В трамвайном парке 70% трамваев нового образца. Какова вероятность того, что среди 210 вышедших на линию трамваев больше 100 нового образца?

Вариант 16

1. В копилке 20 монет одинакового достоинства. 13 из них производства Московского монетного двора, а 7 Санкт-Петербургского. Случайным образом Серёжа вытащил из копилки 5 монет. Какова вероятность, что из них ровно 3 изготовлены в Москве?

2. В пирамиде 15 винтовок, из них 5 с оптическим прицелом и 10 обычные.

Из обычной винтовки стрелок попадает с вероятностью 0,6, а из винтовки с оптическим прицелом с вероятностью 0,9. Случайным образом стрелок выбирает винтовку и стреляет из неё два раза подряд. Известно, что оба раза стрелок попал. Какова вероятность, что эта винтовка была с оптическим прицелом?

3. В урне 15 шаров, из них 5 белые. Испытание состоит в том, что из урны вынимают шар. Перед каждым испытанием шар кладут обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что в 10 испытаниях ровно 7 раз появился белый шар?

4. Фирма участвует в трёх проектах, вероятность успеха в которых оценивается экспертами как 70%, 40%, 30%. Какова вероятность, что только один из проектов будет успешен?

5. В трамвайном парке 70% трамваев нового образца. Какова вероятность того, что среди 210 вышедших на линию трамваев больше 100 нового образца?

Вариант 17

1. Стрелки попадают по мишени с вероятностями 0,5; 0,7; 0,8 и 0,9 и стреляют каждый по одному разу. Какова вероятность, что произойдёт хотя бы один промах?

2. В первой урне 3 белых и 2 черный шара, во второй урне 9 белых и 1 черный шар. Случайным образом выбирается урна. А затем из неё два раза вынимают шар, после первого раза возвращая шар обратно и перемешивая. Известно, что дважды появился белый шар. Какова вероятность, что была выбрана первая урна?

3. В группе 16 человек, из них четверо отлично поют. Случайным образом группу делят на две части. Какова вероятность, что каждой части по два «певца»?

4. Всхожесть семян некоторого сорта составляет 80. Какова вероятность, что из 7 посаженных семян ровно 3 взойдут?

5. Из каждых 10 книг, выпускаемых одним издательством, 4 – в твердом переплете. Найти вероятность того, что из 500 книг этого издательства, оказавшихся на прилавке магазина, от 180 до 210 книг будет в твердом переплете.

Вариант 18

1. В урне 20 пронумерованных (от 1 до 20) шаров. Случайным образом без возвращения вынимают 4 шара. Какова вероятность, что номера двух вынутых шаров делится на три?

2. В тесте на каждую задачу предлагается четыре ответа, из которых только один верный. В билете пять задач. Студент, не желая их решать, выбирает ответы случайным образом. Какова вероятность сдать тест, если для получения положительной оценки надо решить не менее трех задач?

3. Первый стрелок попадает по мишени с вероятностью 0,7, второй с вероятностью p. Найдите p, если известно, что вероятность ровно одного попадания в мишень при одновременном выстреле составляет 0,62.

4. Имеются две монеты: одна обычная, а другая фальшивая с двумя гербами. Случайно выбранную монету подбрасывают 3 раза. Какова вероятность, что трижды выпадет герб?

5. Вероятность того, что при автоматической штамповке изделий отдельное изделие окажется бракованным, постоянна и равна 0,05. Какова вероятность того, что в партии из 1000 изделий встретится не более 40 бракованных?

Вариант 19

1. Два стрелка стреляют по мишени, вероятность попадания для первого 0,8, а для второго 0,9. Какова вероятность, что будет произведено ровно одно попадание?

2. В урне 5 белых, 6 черных и 9 красных шаров. Случайным образом вынимают 6 шаров. Какова вероятность, что среди выбранных 2 белых, 2 черных и 2 красных?

3. Из 6 карточных колод по 36 карт в каждой вынимают по карте. Какова вероятность, что ровно 2 раза будет вынут туз.

4. В тире имеется пять ружей, вероятности попадания из которых равны соответственно 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 и 0,9. Определить вероятность попадания при одном выстреле, если стрелок берет одно из ружей наудачу

5. Найти вероятность того, что среди 1460 человек ровно трое родились 29 февраля.

Вариант 20

1. В корзине 20 шаров, из них 12 белые. Случайным образом вынимают 6 шаров, какова вероятность, что ровно 4 из них белые?

2. В подгруппе 4 человека, первый знает 12 вопросов из 20, второй – 10 вопросов, третий – 15 вопросов, четвертый 11 вопросов. Преподаватель ставит оценку всем членам группы, основываясь на ответе одного случайно выбранного. Для получения положительной оценки надо ответить на заданный вопрос. Какова вероятность, что группа получит положительную оценку?

3. В корзине 10 шаров: 8 белых и 2 чёрных. Пять раз вынимают шар, причем всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что дважды вынут белый шар?

4. Два стрелка стреляют по мишени по два раза каждый. Какова вероятность, что будет совершено хотя бы одно попадание, если первый попадает в 70% случаев, а второй в 90% случаев?

5. Вероятность попадания в цель из скорострельного орудия при отдельном выстреле равна 0,75. Найти вероятность того, что при 300 выстрелах число попаданий будет не менее 210, но не более 230.

Вариант 21

1. В трёх урнах по 15 шаров, причем в первой урне 6 жёлтых, во второй 12 жёлтых, в третьей 3 жёлтых. Из каждой урны тянут шар. Какова вероятность, что из вытянутых только один жёлтый?

2. В пенале 12 ручек, из которых 4 не пишут, случайным образом отбирается 6. Какова вероятность, что ровно 2 из них не пишут?

3. У стрелка 2 патрона, которые он выстреливает в первую мишень с вероятностью попасть при каждом выстреле 0,8. После этого ему выдаются дополнительные патроны по количеству попаданий в первую мишень (т.е. если попал 2 раза, то 2 патрона). По второй мишени он попадает с вероятностью 0,2. Какова вероятность, что вторая мишень будет поражена хотя бы один раз?

4. Три грани кубика окрашены. Какова вероятность, что при подбрасывании его 8 раз, ровно 5 раз выпадет окрашенная грань?

5. Какова вероятность того, что из 2540 ламп, освещающих улицу, к концу года будет гореть от 1600 до 1640 ламп? (Считать, что каждая лампа будет гореть в течение года с вероятностью 0,64)

Вариант 22

1. Стрелок дважды стреляет по удаляющейся цели. При первом выстреле вероятность попадания 0,9, а при втором 0,7. Какова вероятность, что стрелок хотя бы один раз попадёт?

2. Двое играют в подкидного дурака. Какова вероятность, что при первой раздаче (12 карт из 36) на руках окажутся ровно 5 козырных карт? Учтите, что одна из 36 карт открыта и определяет козырную масть.

3. В урне 8 шаров: 5 красных и 3 белых. Из урны вынимают шар. Если он оказывается красным, то его кладут обратно, если белым, то откладывают в сторону. После этого достают ещё один шар. Ответьте на два вопроса

а. Какова вероятность, что он белый?

b. Известно, что вынутый второй раз шар белый. Какова вероятность, что первый раз тоже был вынут белый шар?

4. Из шести граней кубика 2 окрашены. Кубик подбрасывают 7 раз. Какова вероятность, что дважды появится окрашенная грань?

5. Вероятность попадания в цель при каждом выстреле равна 0,001.Найти вероятность того, что при 5000 выстрелах в цель попало не менее двух выстрелов.

Вариант 23

1. В электрическую цепь подключены последовательно три элемента, которые выходят из строя с вероятностями 0,1; 0,2 и 0,3. Какова вероятность, что хотя бы один из элементов выйдет из строя?

2. Два охотника одновременно стреляют в цель. Вероятность попадания для первого 0,8, а для второго 0,3. После первого залпа зафиксировано одно попадание. Какова вероятность, что промахнулся второй охотник?

3. В урне 8 шаров, из которых 2 белые. 6 раз тянут шар, всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что белый шар появится 3 раза?

4. В группе 16 человек, из которых пятеро не сделали домашнее задание. Преподаватель случайным образом просматривает тетради у семи студентов. Какова вероятность, что среди них окажутся трое не сделавших д/з?

5. Всхожесть семян данного сорта растений составляет 70%. Найти вероятность того, что из 700 посаженных семян прорастет не менее 500.

Вариант 24

1. Стрелок попадает в первую мишень с вероятностью 0,8, а во вторую мишень с вероятностью 0,4 и делает по два выстрела по каждой мишени. Какова вероятность, что он попадет ровно два раза?

2. Из карточной колоды 36 карт отобраны только карты красных мастей. А затем из этих карт без возвращения вытянули 6 карт. Какова вероятность, что среди них 2 туза?

3. В первой комнате было 2 черных кошки и 4 полосатых, во второй комнате 5 черных кошек и 3 полосатых. Из первой комнаты во вторую перешла кошка. А затем из второй вышли 3 кошки. Какова вероятность, что только одна из них черная?

4. Стрелок попадает по мишени с вероятностью 0,7. Какова вероятность, что в 8 выстрелах он попадет ровно 5 раз?

5. Сколько раз надо подбросить симметричную монету, чтобы с вероятностью 0,9 относительная частота появления «герба» (орла) отличалась от вероятности появления герба (0,5) не более чем на 0,01?

Вариант 25

1. В коробке с ёлочными шарами 7 зеленых шаров и 8 красных. Случайным образом 4 шара разбились, какова вероятность, что из них 3 красных и 1 зелёный?

2. Если в июле утром солнечно, Наташа берёт зонт с вероятностью 0,1, а если пасмурно, то с вероятностью 0,8. В Наташином городе в июле 60% дней солнечные. Наташа взяла зонт, какова вероятность, что утром было пасмурно?

3. Испытание состоит в том, что из колоды карт (36 листов) вынимают карту. Перед каждым испытанием карту кладут обратно и тщательно тасуют. Испытания проводят до тех пор, пока туз не появится 2 раза. Какова вероятность, что будет произведено 6 испытаний?

4. Сигнализаторы работают независимо друг от друга и срабатывают с вероятностью 0,5, 0,6 и 0,7. Какова вероятность, что при аварии хотя бы один сигнализатор сработает?

5. Контрольную работу по теории вероятностей успешно выполняют в среднем 70% студентов. Какова вероятность того, что из 200 студентов работу успешно выполнят не менее 100 человек?

Вариант 26

1. Вероятности попадания в цель для двух стрелков равны соответственно 0,9 и 0,6. Каждый стреляет по одному разу. Каковы вероятности событий «хотя бы один попал» и «хотя бы один не попал»?
2. Если Анна просыпается вовремя, она опаздывает в институт с вероятностью 0,1, если встаёт на пять минут позже, то опаздывает с вероятностью 0,4, а если откладывает пробуждение 10 минут, то опаздывает с вероятностью 0,8. Известно, что в 10% случаев Анна встает вовремя, в 70% случаев на пять минут позже и в 20% случаев на 10 минут позже. Какова вероятность, что в случайный день она опоздает?
3. На тарелке 10 пирожков: 3 с картошкой и 7 с капустой. Какова вероятность, что из 6 случайно взятых пирожков хотя бы два с капустой?
4. Криштиану Роналду реализовывает пенальти в 85% случаев Какова вероятность, что в следующих 5 назначенных пенальти он забьет ровно 4 раза?
5. Контрольную работу по теории вероятностей успешно выполняют в среднем 70% студентов. Какова вероятность того, что из 200 студентов работу успешно выполнят не менее 100 человек?

Вариант 27

1. В урне 5 белых, 3 красных и 2 синих шара. Случайным образом выбираются 4 шара. Какова вероятность, что среди них 2 белых, 1 красный и 1 синий?
2. Стрелок попадает в цель с вероятностью 0,9 и стреляет до тех пор, пока не будут поражены все 5 целей. Какова вероятность, что стрелок сделал 8 выстрелов?
3. Студент выучил 8 вопросов из 16. Преподаватель задаёт ему вопрос, и если студент отвечает, то задаёт ему еще один вопрос, в случае правильного ответа и в этот раз, студент получает зачет. Если на первый вопрос студент не отвечает, преподаватель задаёт студенту еще три вопроса, для получения зачёта надо ответить на все. Какова вероятность, что студент сдаёт зачет?
4. Имеется две колоды карт: 36 и 52 листа. Из каждой колоды вынимают по карте. Какова вероятность, что среди них только один туз? А если из колоды вынимают не карту, а две?
5. Вероятность попадания в мишень при одном выстреле равна 0,6. Найти наименьшее число выстрелов, которое надо произвести по мишени, чтобы с вероятностью 0,95 число попаданий было не менее 70?

Вариант 28

1. В урне 15 шаров: 5 белых и 10 черных. Случайным образом вынимают 7. Какова вероятность, что среди них не меньше двух шаров белые?
2. Лионель Месси реализовывает пенальти в 77% случаев. Какова вероятность, что в следующих 5 попытках он забьет хотя бы два гола?
3. Мастер изготавливает 80% всех изделий, из которых 5% нуждаются в доработке. Ученик изготавливает оставшиеся 20% изделий, причем каждое четвертое необходимо дорабатывать. Все изделия были сложены в одну коробку. Случайно взятое из коробки изделие нуждается в доработке. Какова вероятность, что это изделие изготовлено мастером
4. В первой урне 9 белых и 1 черный шар, во второй урне 8 белых и 2 черных шара, в третьей урне 3 белых и 3 черных шара. Случайным образом из каждой урны тянут по шару, какова вероятность, что среди них ровно 2 белых?
5. Симметричную монету бросают 400 раз. Определить вероятность того, что «герб» (орел) появится ровно 200 раз.

Вариант 29

1. В первой урне 18 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 60 шаров, из них 16 фиолетовые. Из каждой урны вынули по одному шару. Какова вероятность, что среди этих шаров хотя бы один шар фиолетовый?
2. В урне 15 шаров, из них 10 фиолетовые. Случайным образом вынимают 4 шара, какова вероятность, что среди них ровно 2 шара фиолетовые?
3. В урне 15 шаров, из них 10 фиолетовые. Случайным образом 4 раза тянут шар, причем каждый раз возвращают вынутый обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что 2 раза вынули фиолетовый шар?
4. В первой урне 18 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 40 шаров, из них 16 фиолетовые. Из каждой урны вынули по одному шару, а оставшиеся ссыпали в третью урну. Затем из третьей урны вынули два шара. Какова вероятность, что они оба фиолетовые?
5. Вероятность того, что клиент не выплатит банку кредит, равна 0,3. Найти вероятность того, что из 100 клиентов банка кредит выплатят более 95 человек.

Вариант 30

1. В течение 15 минут к остановке подходит автобус с вероятностью 0,9 и троллейбус с вероятностью 0,7 и трамвай с вероятностью 0,6. Все они устраивают пассажира. Какова вероятность, что он уедет с остановки в течение 15 минут?
2. В ящике 16 изделий, из которых 4 требуют доработки. Случайным образом вынимают 5 изделий. Какова вероятность, что ровно два из них требуют доработки?
3. В урне 9 белых и 3 синих шара, 6 раз случайным образом вынимают шар, причём всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что 4 раза вынут синий шар?
4. В первой урне 5 белых и 3 синих шара, во второй урне 2 белых и 6 синих шара. Из случайной урны тянут два шара без возвращения. Какова вероятность, что они оба белые? Оба этих шара оказались белыми, какова вероятность, что выбрана была первая урна?
5. В автопарке имеется 300 автомобилей. Вероятность поломки каждого из них в течение месяца равна 0,05. С какой вероятностью в течение месяца у 10 автомобилей произойдут поломки?

Вариант 31

1. Садовод высадил 12 тюльпанов: 7 красных и 5 желтых. Какова вероятность, что из первых пяти распустившихся ровно 3 красных?
2. Монету бросают до тех пор, пока герб не появится три раза. Какова вероятность, что будет сделано ровно 7 бросков?
3. Производится измерение двумя методами. Вероятность допустить ошибку для первого метода 10%, а для второго 5%. Какова вероятность, что хотя бы один раз будет получен ошибочный результат?
4. Два футболиста бьют пенальти. Первый реализовывает пенальти с вероятностью 0,7. Если первый футболист забивает гол, то второй забивает гол с вероятностью 0,6, а если первый не забивает гол, то второй забивает с вероятностью 0,8. Какова вероятность, что второй футболист реализует пенальти?
5. Вероятность малому предприятию стать банкротом в течение года равна 0,2. Найти вероятность того, что из 200 малых предприятий за год обанкротятся 35.

Вариант 32

1. В ящике Сашиного шкафа 8 одинаковых черных носков, 2 одинаковых белых и 4 одинаковых серых. Случайным образом Саша вытаскивает из ящика 3 носка. Какова вероятность, что среди них нет пары?
2. $P(A)=0,9$, $P(B)=0,8$ – вероятности событий A и B. Найдите наименьшую возможную вероятность события AB.

3. Игральную кость бросают 6 раз. Какова вероятность, что шестёрка выпадет ровно 4 раза?
4. Из колоды 36 карт вынимаются подряд две карты. Причём, если первый раз вынимают туза, то его кладут обратно и тасуют колоду, а если первый раз вынимают другую карту, то эту карту откладывают в сторону. Ответьте на два вопроса: Какова вероятность, что второй раз вынут туза? Если второй раз вынут туза, какова вероятность, что и первый раз был вынут туз?
5. Телефонная станция обслуживает 5000 абонентов. Для каждого абонента вероятность того, что он позвонит в течение часа, равна 0,0004. Найти вероятность того, что в течение часа на станцию позвонят не более трех абонентов.

Вариант 33

1. Стрелки попадают по мишени с вероятностями 0,4; 0,7 и 0,8 и стреляют каждый по одному разу. Какова вероятность, что мишень будет поражена ровно два раза?
2. Студент может ответить на 6 вопросов из 12. Преподаватель задаёт ему первый вопрос. Если студент на него отвечает, то для получения зачёта ему остаётся ответить на еще один вопрос, если на первый он не отвечает, то необходимо ответить на 2 следующих вопроса. Какова вероятность, что студент сдаст?
3. Из 10 теннисных мячиков 6 желтые. Какова вероятность, что среди случайно выбранных для игры 4 мячиков 2 жёлтые?
4. В магазин вошли 5 человек. Вероятность совершить покупку для каждого из них составляет 0,1. Какова вероятность, что покупки сделают ровно 3 человека?
5. Монета брошена 1000 раз. Найти вероятность того, что «герб» (орел) выпадет ровно 500 раз.

Вариант 34

1. Сергей испёк 20 пирожков, причем в три из них он положил жгучий перец. Какова вероятность, что после того, как будут съедены первые пять пирожков, останется ровно один с перцем.
2. Игральную кость бросают до тех пор, пока два раза не появится шестёрка. Какова вероятность, что будет сделано ровно пять бросков?
3. Первый стрелок попадает по мишени с вероятностью 0,7, второй с вероятностью 0,6. Какова вероятность, что только один из них попал?
4. Имеются три монеты: две обычные, а другая фальшивая с двумя гербами. Случайно выбранную монету подбрасывают 5 раз. Какова вероятность, что пять раз выпадет герб?
5. Из каждых 25 тетрадей, продаваемых в магазине, 15 «в линейку». Найти вероятность того, что из 500 проданных тетрадей от 250 до 300 будет «в линейку».

Вариант 35

1. Из 20 студентов группы 16 присутствуют на лекции. Преподаватель случайным образом проверяет посещаемость и называет фамилии пяти человек. Какова вероятность, что из этих пяти ровно двое будут отсутствовать?
2. Всхожесть семян составляет 80%. Какова вероятность, что из 10 семян ровно 6 взойдут?
3. Первый цех изготавливает в три раза больше деталей, чем второй. Известно, что в среднем 95% изделий первого цеха и 98% изделий второго цеха доброкачественные. Случайное изделие оказалось доброкачественным. Какова вероятность, что оно изготовлено первым цехом?
4. Максим играет в компьютерную игру. На высоком уровне сложности Максим выигрывает у компьютера с вероятностью 0,6, а на низком с вероятностью 0,9. Какова

вероятность, что из двух партий на высоком и низком уровнях Максим выиграет только один раз?

5. Вероятность появления события в каждом из 2000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Вариант 36

1. Стрелки попадают по мишени с вероятностями 0,5; 0,7 и 0,8 и стреляют каждый по одному разу. Какова вероятность, что мишень будет поражена ровно два раза?
2. Студент может ответить на 7 вопросов из 10. Преподаватель задаёт ему первый вопрос. Если студент на него отвечает, то для получения зачёта ему остаётся ответить на еще один вопрос, если на первый он не отвечает, то необходимо ответить на три следующих вопроса. Какова вероятность, что студент сдаст?
3. Из 10 теннисных мячиков 6 новые. Какова вероятность, что среди случайно выбранных для игры 5 мячиков, 2 новые?
4. В магазин вошли 10 человек. Вероятность совершить покупку для каждого из них составляет 0,3. Какова вероятность, что 4 покупателей совершат покупку?
5. Вероятность появления события в каждом из 3000 независимых испытаний равна 0,75. Найти вероятность того, что событие появится не менее 1480 раз.

Вариант 37

1. В первой урне 15 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 40 шаров, из них 16 фиолетовые. Из каждой урны вынули по одному шару. Какова вероятность, что среди этих шаров только один шар фиолетовый?
2. В урне 15 шаров, из них 6 фиолетовые. Случайным образом вынимают 4 шара, какова вероятность, что среди них ровно 2 шара фиолетовые?
3. В урне 15 шаров, из них 6 фиолетовые. Случайным образом 4 раза тянут шар, причем каждый раз возвращают вынутый обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что 2 раза вынули фиолетовый шар?
4. В первой урне 15 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 40 шаров, из них 16 фиолетовые. Из каждой урны вынули по одному шару, а оставшиеся ссыпали в третью урну. Затем из третьей урны вынули шар, он оказался фиолетовым, какова вероятность, что из первой и второй урны вынули по фиолетовым шару?
5. Баскетболист бросает мяч в корзину. Вероятность попадания мяча при каждом броске равна 0,7. Найдите вероятность того, что из 100 бросков баскетболист попадет ровно 75 раз

Вариант№ 38

1. Студент знает 70% вопросов из первого раздела курса и 40% вопросов из второго раздела курса. В билете 2 вопроса, по одному вопросу из каждого раздела курса. Какова вероятность, что из случайного билета он знает только один вопрос?
2. В курсе 25 вопросов, из которых студент знает 10. Преподаватель задает ему 5 вопросов, какова вероятность, что студент знает 3 вопроса из заданных?
3. В первой комнате было 3 черных кошки и 2 полосатых, во второй комнате 5 черных кошек и 3 полосатых. Из первой комнаты во вторую перешли 2 кошки. А затем из второй вышла кошка. Какова вероятность, что эта кошка полосатая?
4. Пара игральных костей брошена 4 раза. Какова вероятность, что дубль 6-6 появился 2 раза?
5. У завода, изготавливающего компьютеры, брак составляет 5% от общего объема продукции. Определить, какова вероятность того, что в партии, состоящей из 400 компьютеров, ровно 3 бракованных.

Вариант 39

1. Стрелок попадает в первую мишень с вероятностью 0,8, а во вторую мишень с вероятностью 0,4 и делает по два выстрела по каждой мишени. Какова вероятность, что он попадет хотя бы один раз?
2. Из карточной колоды 36 карт отобраны только карты красных мастей. А затем из этих карт без возвращения вытянули 4 карты. Какова вероятность, что среди них ровно один туз?
3. В первой комнате было 4 черных кошки и 5 полосатых, во второй комнате 5 черных кошек и 3 полосатых. Из первой комнаты во вторую перешла кошка. А затем из второй вышли 2 кошки. Какова вероятность, что эта кошки обе черные?
4. Пара игральных костей брошена 6 раз. Какова вероятность, что дубль 4-4 появился 3 раза?
5. Вероятность возникновения аварийной ситуации во время авиарейса равна 0,005. Найти вероятность того, что 400 авиарейсов будут совершены без аварийных ситуаций

Вариант 40

1. В подгруппе 4 человека, первый знает 12 вопросов из 20, второй – 10 вопросов, третий – 15 вопросов, четвертый 11 вопросов. Преподаватель ставит оценку всем членам группы, основываясь на ответе одного случайно выбранного. Для получения положительной оценки надо ответить на заданный вопрос. Группа получила положительную оценку, какова вероятность, что отвечал первый студент?
2. Фирма проводит рекламную акцию с применением скретч-карточек, на каждой карточке 15 клеток с числами: 3 раза написано 15, 5 раз -- 10 и 7 раз -- 5. Клиент может открыть только три клетки. При появлении трёх одинаковых он получает приз: 15, 10 и 5 литров бензина соответственно числам на карточке. Какова вероятность выигрыша для каждого приза? Какова вероятность любого выигрыша?
3. В корзине 10 шаров: 6 белых и 4 чёрных. Пять раз вынимают шар, причем всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что дважды вынут белый шар?
4. Два стрелка стреляют по мишени по два раза каждый. Какова вероятность, что будет совершено хотя бы одно попадание, если первый попадает в 70% случаев, а второй в 80%?
5. Вероятность заразиться при контакте с больным гриппом равна 0,2. Сто человек общались с больным гриппом. Найти вероятность того, что из них заболеют менее 8 человек.

Вариант 41

1. Вероятности попадания в цель для двух стрелков равны соответственно 0,8 и 0,6. Каждый стреляет по одному разу. Каковы вероятности событий «хотя бы один попал» и «хотя бы один не попал»?
2. Маруся загадала: если из колоды карт (52 штуки) она вытащит без возвращения подряд две червовые, то Серёжа в нее влюбится. А если первая вытянутая карта окажется не червовой, то для того, «чтобы Серёжа влюбился», Марусе необходимо будет достать следом 4 червовых подряд. Какова вероятность, что Маруся нагадает Серёжину любовь?
3. В благотворительной лотерее из 50 билетов 30 выигрышных. Какова вероятность, что из трёх купленных билетов ровно один выигрышный?
4. Футболист пробивает пенальти в 70% случаев. Какова вероятность, что в следующих 5 назначенных пенальти он забьет ровно 4 раза?
5. При приеме патентованного лекарства улучшение не наступает у 0,1% пациентов. Лекарство принимали 500 человек. Найти вероятность того, что улучшение наступило у более чем 497 человек.

Вариант 42

1. Стрелок попадает в первую мишень с вероятностью 0,8, а во вторую мишень с вероятностью 0,4 и делает по два выстрела по каждой мишени. Какова вероятность, что он попадет хотя бы один раз?
2. Из карточной колоды 36 карт отобраны только карты красных мастей. А затем из этих карт без возвращения вытянули 5 карт. Какова вероятность, что среди них ровно 2 туза?
3. В первой комнате было 4 черных кошки и 5 полосатых, во второй комнате 5 черных кошек и 3 полосатых. Из первой комнаты во вторую перешла кошка. А затем из второй вышли 2 кошки. Какова вероятность, что эта кошки обе черные?
4. Пара игральных костей брошена 5 раз. Какова вероятность, что дубль 2-2 появился 4 раза?
5. В трамвайном парке 80% трамваев нового образца. Какова вероятность того, что среди 250 вышедших на линию трамваев больше 100 нового образца?

Вариант 43

1. Какова вероятность того, что при троекратном бросании игральной кости шестёрка выпадет
a. хотя бы один раз;
b. Только один раз?
2. Два охотника одновременно стреляют в цель. Вероятность попадания для первого 0,3, а для второго 0,1. После первого залпа зафиксировано одно попадание. Какова вероятность, что промахнулся второй охотник?
3. В урне 8 шаров, из которых 2 белые. 6 раз тянут шар, всякий раз кладут его обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что белый шар появится 3 раза?
4. В группе 15 человек, из которых пятеро не сделали домашнее задание. Преподаватель случайным образом просматривает тетради у семи студентов. Какова вероятность, что среди них окажутся трое не сделавших д/з?
5. Завод отправил 5000 доброкачественных и тщательно упакованных изделий. Вероятность того, что одно изделие повредится в пути 0,0002. Найти вероятность того, что на базу поступят 3 поврежденных изделия.

Вариант 44

1. Из колоды карт (36 штук) случайно выбираются 4. Какова вероятность, что среди них найдётся хотя бы один туз?
2. В первой урне 10 шаров: 6 красных и 4 белых. Во второй урне 6 шаров: 2 красных и 4 белых. Из каждой урны вынули по шару, а оставшиеся ссыпали вместе и случайным образом вынули два шара. Какова вероятность, что они оба красные?
3. В некотором городе 70% жителей отказываются отвечать на социологические опросы. Какова вероятность, что из семи случайных прохожих ровно двое согласятся отвечать на опрос?
4. Фирма участвует в трёх проектах, вероятность успеха в которых оценивается экспертами как 70%, 60%, 30%. Какова вероятность, что хотя бы один из проектов не будет успешен?
5. Из каждых 10 книг, выпускаемых одним издательством, 4 – в твердом переплете. Найти вероятность того, что из 500 книг этого издательства, оказавшихся на прилавке магазина, от 180 до 210 книг будет в твердом переплете.

Вариант 45

1. В трёх урнах по 60 шариков, причем в первой урне 6 жёлтых, во второй 15 жёлтых, в третьей 3 жёлтых. Из каждой урны тянут шар. Какова вероятность, что из вытянутых только один жёлтый?

2. У Павла 10 овец, среди них 7 белых и 3 черные. Три случайные овцы отбились от стада. Какова вероятность, что среди них ровно одна черная?

3. У Павла 10 овец, среди них 7 белых и 3 черные. У Петра 12 овец: 10 белых и 2 черные. Случайным образом от Павла к Петру перебежала овца, а на следующий день от Петра к Павлу тоже перебежала овца. Какова вероятность, что после второго побега состав овец по цвету восстановился?

4. Стрелок попадает в мишень с вероятностью 0,25. Какова вероятность, что после 7 выстрелов будет 2 попадания?

5. Вероятность того, что при автоматической штамповке изделий отдельное изделие окажется бракованным, постоянна и равна 0,05. Какова вероятность того, что в партии из 1000 изделий встретится не более 40 бракованных?

Вариант 46

1. Из 20 студентов группы 15 присутствуют на лекции. Преподаватель случайным образом проверяет посещаемость и называет фамилии 6 человек. Какова вероятность, что из этих 6 ровно двое будут отсутствовать?

2. Вероятность заболеть ветрянкой при однократном контакте с больным составляет 80%. В группе детского сада 10 не болевших ранее детей. Найдите вероятность того, что только 4 ребенка заболеют.

3. На сборку поступают однотипные детали из 2-х цехов. Вероятности изготовления бракованного изделия первым и вторым и третьим цехами соответственно равны 0,03, 0,01 и 0,02. Все поступившие детали складируют вместе. Из первого цеха поступает 50% изделий, из второго – 30%, а из третьего 20%. Взятое наудачу изделие бракованное, какова вероятность, что оно изготовлено первым цехом?

4. В подгруппе три человека. Первый знает 15% вопросов, второй 30%, третий 90% вопросов. Преподаватель каждому из них задает по одному вопросу (вопросы могут совпадать) и не допускает подгруппу до лабораторной работы, если хотя бы один не отвечает. Какова вероятность, что группа не будет допущена до лабораторной работы?

5. В офисе 7 мониторов. Для каждого монитора вероятность того, что в данный момент он включен, равна 0,75. Найти вероятность того, что в данный момент включены четыре монитора.

Вариант 47

1. В коробке с ёлочными шарами 5 зеленых шара и 6 красных. Случайным образом три шара разбились, какова вероятность, что из них 2 красных и 1 зелёный?

2. Если в июле утром солнечно, Наташа берёт зонт с вероятностью 0,1, а если пасмурно, то с вероятностью 0,8. В Наташином городе в июле 70% дней солнечные. С какой вероятностью в случайный день Наташа возьмёт зонт?

3. Испытание состоит в том, что из колоды карт (36 листов) вынимают карту. Перед каждым испытанием карту кладут обратно и тщательно тасуют. Испытания проводят до тех пор, пока туз не появится 2 раза. Какова вероятность, что будет произведено 10 испытаний?

4. Стрелок попадает в первую мишень с вероятностью 0,8, а во вторую мишень с вероятностью 0,4 Какова вероятность, что при аварии хотя бы один сигнализатор сработает?

5. Вероятность попадания в цель из скорострельного орудия при отдельном выстреле равна 0,8. Найти вероятность того, что при 350 выстрелах число попаданий будет не менее 250, но не более 300.

Вариант 48

1. Маша купила по билету двух благотворительных лотерей. Вероятность выиграть по билету первой лотереи 0,01, по билету второй лотереи 0,05. Какова вероятность, что Маша выиграет хотя бы по одному билету?

2. У игральной кости 4 грани окрашены. Кость подбрасывают 7 раз. Какова вероятность, что окрашенная грань появится ровно 4 раза?

3. В пенале 15 шариковых ручек: 5 красных, 10 синих. Случайным образом из пяти ручек потекла паста. Какова вероятность, что потекли 4 красные ручки?

4. В первой урне 9 белых и 1 черный шар. Во второй урне 1 белый и 4 черных шаров. Случайным образом выбирают урну и вынимают из неё шар. Какова вероятность, что он белый?

5. Какова вероятность того, что из 2540 ламп, освещающих улицу, к концу года будет гореть от 1600 до 1640 ламп? (Считать, что каждая лампа будет гореть в течение года с вероятностью 0,64).

Вариант 49

1. В первой урне 18 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 40 шаров, из них 16 фиолетовые. Из каждой урны вынули по одному шару. Какова вероятность, что среди этих шаров хотя бы один шар фиолетовый?

2. В урне 18 шаров, из них 6 фиолетовые. Случайным образом вынимают 4 шара, какова вероятность, что среди них ровно 2 шара фиолетовые?

3. В урне 18 шаров, из них 6 фиолетовые. Случайным образом 4 раза тянут шар, причем каждый раз возвращают вынутый обратно и тщательно перемешивают. Какова вероятность, что 2 раза вынули фиолетовый шар?

4. В первой урне 15 шаров, из них 6 фиолетовые, во второй урне 8 шаров, из них 2 фиолетовые. Из первой урны во вторую переложили шар, а затем из второй урны достали шар, и он оказался фиолетовым. Какова вероятность, что первый переложенный шар был фиолетовым?

5. Вероятность попадания в цель при каждом выстреле равна 0,001.Найти вероятность того, что при 5000 выстрелах в цель попало не менее двух выстрелов.

Вариант 50

1. Среди 20 билетов 5 содержат задачу «на формулу Бернулли». Какова вероятность, что три первых студента возьмут два билета с задачами «на формулу Бернулли», при условии, что билеты обратно не кладут?

2. Среди 20 билетов 5 содержат задачи «на формулу Бернулли». Какова вероятность, что три студента возьмут два билета с задачами «на формулу Бернулли», при условии, что билеты кладут обратно и тщательно перемешивают?

3. Первый стрелок попадает по мишени с вероятностью 0,7, второй с вероятностью p. Найдите p, если известно, что вероятность ровно одного попадания в мишень при одновременном выстреле составляет 0,38.

4. Имеются две монеты: одна обычная, а другая фальшивая с двумя гербами. Случайно выбранную монету подбрасывают 5 раз. В результате подбрасывания пять раз выпал герб. Какова вероятность, что выбранная монета была фальшивой.

5. Всхожесть семян данного сорта растений составляет 80%. Найти вероятность того, что из 700 посаженных семян прорастет не менее 600.

Варианты контрольной работы № 11. Случайные величины и их законы распределения

Вариант 1

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	20	30	40	50
P	0,3	0,1	0,2	*p*	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(10 < \zeta \leq 40)$.

2. Биатлонист производит 5 выстрелов с вероятностью попадания при одном выстреле равной 0,8. Случайная величина ζ – число попаданий. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ C(x+3), & 0 \leq x \leq 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-4 < \zeta \leq 5)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [−1; 9]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-4 < \zeta \leq 5)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta) = 4$ и дисперсию $D(\zeta) = 16$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(1 \leq \zeta \leq 8)$.

Вариант 2

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-8	-7	-5	-3	-1
P	0,15	*p*	0,35	0,2	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-7 < \zeta \leq -1)$.

2. Игральная кость брошена четыре раза. Случайная величина ζ – число выпадений шести очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x+3), & 1 \leq x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(3 < \zeta \leq 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0; 6]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(5 \leq \zeta \leq 10)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta) = 2$ и дисперсию $D(\zeta) = 9$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-2 \leq \zeta \leq 6)$.

Вариант 3

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-3	-1	2	5	8
P	0,1	0,2	0,3	*p*	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) *P(*0 <ζ≤ 5).

2. В коробке 10 маркеров, из которых два маркера уже не пишут. Наудачу берут три маркера. Случайная величина ζ – число пишущих маркеров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<2\\ C(x-1), & 2\le x\le 6\\ 0, & x>6\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) *P(*0 < ζ ≤ 5).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2; 7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*-4 < ζ ≤ 5).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*=2 и дисперсию *D(ζ)* = 100. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-5 ≤ ζ ≤ 16).

Вариант 4

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-14	-13	-11	11	13
P	0,2	*p*	0,25	0,15	0,25

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) *P(*-14 < ζ ≤ 11*)*.

2. Студент знает 6 из 10 вопросов зачета. В билете три вопроса. Случайная величина ζ – количество вопросов из билета, которые студент знает. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-3\\ C(x+4), & -3\le x\le 3\\ 0, & x>3\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [−1; 9]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 < \zeta \le 7)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 1$ и дисперсию $D(\zeta) = 9$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-5 \le \zeta \le 7)$.

Вариант 5

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	4	8	10	20	30
P	0,25	0,2	p	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(5 \le \zeta \le 15)$.

2. Вероятность появления червяка в яблоке равна 0,2. Случайная величина ζ – число червивых яблок среди пяти купленных. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$

Найти:

а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(0 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [3;8]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(2 \le \zeta \le 10)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 5$ и дисперсию $D(\zeta) = 25$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 15)$.

Вариант 6

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-30	-20	0	20	40
P	0,2	0,15	p	0,25	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(-30 \le \zeta < 10)$.

2. Две монеты одновременно подбрасываются 4 раза. Случайная величина ζ – число одновременного выпадения двух гербов Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<0\\ C(x+6), & 0\le x\le 3\\ 0, & x>3\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) $P(1<\zeta\le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1; 7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-4\le\zeta\le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 4 и дисперсию *D(ζ)* = 256. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-20\le\zeta\le 8)$.

Вариант 7

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-2	0	2	4	5
P	*p*	0,4	0,1	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) $P(0\le\zeta\le 3)$.

2. В ящике 8 белых и 2 черных шара. Наудачу берут 3 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<1\\ C(x+2), & 1\le x\le 3\\ 0, & x>3\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) $P(2\le\zeta\le 12)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;5]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-1\le\zeta\le 3)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 0 и дисперсию *D(ζ)* = 4. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-3\le\zeta\le 3)$.

Вариант 8

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-40	-30	-10	10	30
P	0,2	*p*	0,3	0,25	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) $P(-30<\zeta\le 10)$.

2. В ящике 7 белых и 3 черных шара. Наудачу берут 3 шара. Случайная ζ – число белых шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<2\\ C(x-1), & 2\le x\le 8\\ 0, & x>8\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(3\le\zeta\le 9)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [−2; 10]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-4<\zeta\le 5)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 3 и дисперсию *D(ζ)* = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0\le\zeta\le 9)$.

Вариант 9

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	6	8	10	12	14
P	0,15	*p*	0,3	0,2	0,

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(7<\zeta<14)$.

2 На первой книжной полке стоят 1 книга по математике и 3 книги по физике, на второй – 2 по математике и 2 по физике, на третьей – 3 по математике и 1 по физике. С каждой полки студент берет по одной книге. Случайная величина ζ – число книг по математике, взятых студентом. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<3\\ C(x+1), & 3\le x\le 6\\ 0, & x>6\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(0\le\zeta\le 5)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [−3; 7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0<\zeta\le 9)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 0 и дисперсию *D(ζ)* = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-5\le\zeta\le 6)$.

Вариант 10

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-20	-10	-5	0	10
P	0,2	0,1	*p*	0,25	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(-10 \le \zeta \le 6)$.

2. Из 10 монет, среди которых три фальшивых, наугад вынимают пять. Случайная величина ζ - количество фальшивых монет среди выбранных. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -4 \\ C(x+4), & -4 \le x \le 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(5 \le \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [3; 8]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta) = 6$ и дисперсию $D(\zeta) = 25$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-3 \le \zeta \le 9)$.

Вариант 11

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	1	3	5	7	9
P	0,1	0,4	p	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(1 < \zeta < 5)$.

2.В первом ящике 80% белых шаров и 20% черных. Во втором – 20% белых и 80% черных шаров. Из каждого ящика взяли по одному шару. Случайная величина ζ – число белых шаров среди двух взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 3 \\ 0, & x > 3 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(0 < \zeta \le 6)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;6]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(4 \le \zeta \le 8)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 4$ и дисперсию $D(\zeta) = 25$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 4)$.

Вариант 12

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	5	6	8	10	12
P	0,2	*p*	0,3	0,25	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(6 \le \zeta < 10)$.

2. Игральную кость бросают три раза. Случайная величина ζ – число выпавших «трех» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -4 \\ C(x+5), & -4 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-5 < \zeta \le 0)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [4;10]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-2 \le \zeta \le 7)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 5 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 13

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	3	6	8	10	12
P	0,2	*p*	0,3	0,25	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(6 \le \zeta < 10)$.

2. Игральную кость бросают три раза. Случайная величина ζ – число выпавших «трех» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -4 \\ C(x+5), & -4 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-5 < \zeta \le 0)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [4;10]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-2 \le \zeta \le 7)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)=5$ и дисперсию $D(\zeta)=9$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 14

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	1	3	4	7	8
P	0,1	p	0,25	0,3	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(3 \le \zeta < 7)$.

2. Стрелок, имея 4 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Случайная величина ζ – число израсходованных патронов. Вероятность попадания при одном выстреле у стрелка – 0,6. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<1\\ C(x+2), & 1\le x\le 4\\ 0, & x>4\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;5]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(3 \le \zeta \le 7)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)=2$ и дисперсию $D(\zeta)=9$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

Вариант 15

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	0	10	20	30	40
P	0,1	0,2	0,3	p	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(10 \le \zeta < 30)$.

2. В пенале 5 красных и 2 черных ручки. Наудачу берут 3 ручки. Случайная величина ζ – число черных ручек среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-1\\ C(x+1), & -1\le x\le 4\\ 0, & x>4\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(-3 < \zeta \le 1)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [6;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 8)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 5$ и дисперсию $D(\zeta) = 121$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 18)$.

Вариант 16

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-20	-10	0	10	20
P	0,1	*P*	0,3	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(-20 < \zeta \le 10)$.

2. Игральную кость бросают два раза. Случайная величина ζ – число выпадений пяти очков. Построить ее вероятностный ряд. Найти $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -2 \\ C(x+5), & -2 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(1 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-2;8]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 6)$.

12. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 3$ и дисперсию $D(\zeta) = 16$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(2 \le \zeta \le 8)$.

Вариант 17

1 Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	6	8	9	12	13
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(8 \le \zeta < 13)$.

2. Стрелок, у которого 4 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,8. Случайная величина ζ – количество израсходованных патронов. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -4 \\ C(x+5), & -4 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(-8 < \zeta \le 1)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [4;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(5 \le \zeta \le 14)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 5$ и дисперсию $D(\zeta) = 25$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 7)$.

Вариант 18

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-9	-7	3	7	9
P	p	0,3	0,15	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(-8 \le \zeta \le 7)$.

2. .В кармане 5 двухрублевых и 3 пятирублевые монеты. Наудачу вынимают 4 монеты. Случайная величина ζ – сумма денег в рублях, которую составляют извлеченные монеты. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ Cx, & 3 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;6]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 3)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 4$ и дисперсию $D(\zeta) = 25$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 19

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	2	3	5	7	9
P	0,2	0,15	0,3	0,25	p

Найти:

а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(3 \le \zeta < 7)$.

2. Игральная кость брошена три раза. Случайная величина ζ – число выпадений шести очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-1\\ C(x+3), & -1\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*4 < ζ ≤ 10).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;9]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*0 ≤ ζ ≤ 6).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 3 и дисперсию *D(ζ)* = 49. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-2 ≤ ζ ≤ 10).

Вариант 20

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-5	5	25	45	65
P	0,2	0,15	0,3	*p*	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) *P(*-4 < ζ ≤ 5*)*.

2. Тест состоит из 4 вопросов, на каждый из которых приведено 3 варианта ответов, причем ровно один – верный. Студент не знает ни одного вопроса и выбирает ответы наудачу. Случайная величина ζ – число вопросов теста, на которые студент ответит правильно. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-4\\ C(x+5), & -4\le x\le 2\\ 0, & x>2\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*-6 < ζ ≤ 1).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [−1; 9]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*-4 < ζ ≤ 6).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 4 и дисперсию *D(ζ)* = 121. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-2 ≤ ζ ≤ 9).

Вариант 21

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-11	-1	9	19	29
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-11 \le \zeta \le 10)$.

2. Из букв слова СТАТИСТИКА случайным образом выбирают 4 буквы. Случайная величина ζ – количество согласных среди выбранных букв. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x+2), & 1 \le x \le 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(0 < \zeta \le 4)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;8]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 5)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)$= 3 и дисперсию $D(\zeta)$ = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

Вариант 22

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	30	40	70	80
P	p	0,1	0,3	0,1	0,3

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(30 < \zeta \le 70)$.

2. Стрелок, имея 4 патрона, стреляет до первого попадания. Вероятность попадания при одном выстреле у стрелка – 0,8. Случайная величина ζ – число израсходованных патронов. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x+2), & 1 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(2 < \zeta \le 15)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(3 \le \zeta \le 12)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)$= 6 и дисперсию $D(\zeta)$ = 16. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(2 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 23

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-1	0	1	2	3
P	0,1	0,2	p	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(-1 \le \zeta < 2)$.

2. Игральная кость брошена 4 раза. Случайная величина ζ – число выпавших «шести» очков. Построить вероятностный ряд для. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -3 \\ C(x+5), & -3 \le x \le 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(0 < \zeta \le 8)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;6]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-1 \le \zeta \le 4)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 8$ и дисперсию $D(\zeta) = 36$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(1 \le \zeta \le 16)$.

Вариант 24

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-40	-30	-10	10	30
P	0,2	p	0,15	0,15	0,35

Найти:
а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(-30 < \zeta \le 10)$.

2. В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 2 \\ C(x-1), & 2 \le x \le 8 \\ 0, & x > 8 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [3;9]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-1 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 1$ и дисперсию $D(\zeta) = 16$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \le \zeta \le 9)$.

Вариант 25

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-2	-1	0	1	2
P	0,15	0,1	*p*	0,2	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-2 < \zeta \le 1)$.

2. В первом ящике 70% белых шаров и 30% черных. Во втором ящике 10% белых и 90% черных шаров. Из каждого ящика взяли по одному шару. Случайная величина ζ – число белых шаров из двух взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-3 < \zeta \le 2)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 9)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 2 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 8)$.

Вариант 26

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	30	50	70	90
P	0,1	0,4	*p*	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(30 < \zeta \le 70)$.

2. Игральную кость подбрасывают три раза. Случайная величина ζ – число выпадений «шести» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ C(x+1), & 0 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4 < \zeta \le 4)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-1;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 10)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 5 и дисперсию *D(ζ)* = 4. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0 \le \zeta \le 7)$.

Вариант 27

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-10	10	20	50	60
P	0,1	0,2	0,25	p	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(-10 \le \zeta < 50)$.

2. Игральную кость подбрасывают три раза. Случайная величина ζ – число выпадений «шести» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 2 \\ C(x-1), & 2 \le x \le 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(2 \le \zeta \le 15)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 7$ и дисперсию $D(\zeta) = 16$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(3 \le \zeta \le 11)$.

Вариант 28

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	15	20	25	30
P	p	0,25	0,25	0,2	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(10 < \zeta \le 25)$.

2. Экзаменатор задает студенту вопросы до тех пор, пока не получит верный ответ, но не более пяти вопросов. Вероятность того, что студент верно ответит на 1-й вопрос, равна 0,8, на 2-й – 0,6, на 3-й – 0,4, на 4-й – 0,2. Случайная величина ζ – число вопросов, заданных студенту. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x-1), & 1 \le x \le 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-3;2]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 2 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(1 \le \zeta \le 11)$.

Вариант 29

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	20	30	50	70	90
P	0,2	0,25	*p*	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(30 \le \zeta \le 75)$.

2. Экзаменатор задает студенту вопросы до тех пор, пока не получит верный ответ, но не более пяти вопросов. Вероятность того, что студент верно ответит на 1-й вопрос, равна 0,8, на 2-й – 0,6, на 3-й – 0,4, на 4-й – 0,2. Случайная величина ζ – число вопросов, заданных студенту. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$

Найти: а) параметр C;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(0 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [3;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(2 \le \zeta \le 10)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 5 и дисперсию *D(ζ)* = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0 \le \zeta \le 15)$.

Вариант 30

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-20	0	20	40	60
P	0,1	*p*	0,2	0,1	0,3

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-20 \le \zeta < 40)$.

2. В ящике 7 белых и 3 черных шара. Наудачу берут 4 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<1\\ C(x+2), & 1\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases}$$

Найти:

а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) *P(*2 < ζ ≤ 10).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-2;6]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*-4 ≤ ζ ≤ 4).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 4 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-1 ≤ ζ ≤ 9).

Вариант 31

1. Дискретная случайная величина ξ задана законом распределения:

ζ	-1	0	1	2	3
P	0,1	P	0,3	0,2	0,3

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения F(x) и построить ее график;

в) математическое ожидание M[ξ];

г) дисперсию D[ξ] и среднеквадратичное отклонение σ[ξ];

д) P (0 < ξ ≤ 2).

2. Вероятности того, что студент сдаст экзамен в сессию по математическому анализу и органической химии, соответственно равны 0,7 и 0,8. Составить закон распределения случайной величины ξ – числа экзаменов, которые студент сдаст в сессию.

3. Непрерывная случайная величина ξ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей f(x):

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<2\\ c\cdot(x+1), & 2\le x\le 4\\ 0, & x>4\end{cases}$$

Найти:

а) параметр С;

б) функцию распределения F(x) и построить ее график.

в) математическое ожидание M[ξ] и дисперсию D[ξ].

г) P (3 ≤ ξ ≤ 7).

4. Непрерывная случайная величина ξ распределена равномерно на[5; 9]. Написать f(x) и F(x). Найти M[ξ] и D[ξ]. Вычислить P(−4 ≤ ξ ≤ 8).

5. Случайная величина ξ распределена нормально с математическим ожиданием M[ξ] = 32 и дисперсией D[ξ] = 16. Написать функцию плотности распределения вероятностей f(x) и вычислить P(28 < ξ < 38).

Вариант 32

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	0	10	20	30	40
P	0,1	0,2	0,3	*p*	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(10 \le \zeta < 30)$.

2. В пенале 5 красных и 2 черных ручки. Наудачу берут 3 ручки. Случайная величина ζ – число черных ручек среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+1), & -1 \le x \le 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$

Найти:
а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(-3 < \zeta \le 1)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [6;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 8)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 5$ и дисперсию $D(\zeta) = 121$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 18)$.

Вариант 33

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	1	3	4	7	8
P	0,1	p	0,25	0,3	0,15

Найти:
а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(3 \le \zeta < 7)$.

2. Стрелок, имея 4 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Случайная величина ζ – число израсходованных патронов. Вероятность попадания при одном выстреле у стрелка – 0,6. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x+2), & 1 \le x \le 4 \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;5]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(3 \le \zeta \le 7)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 2$ и дисперсию $D(\zeta) = 9$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

Вариант 34

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-10	0	10	20	30
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(0 \le \zeta < 20)$.

2. Игральная кость брошена 3 раза. Случайная величина ζ – число выпавших шести очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -3 \\ C(x+5), & -3 \le x \le 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-3 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 1 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

Вариант 35

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-10	0	10	20	30
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(0 \le \zeta < 20)$.

2. Игральная кость брошена 2 раза. Случайная величина ζ – число выпавших шести очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -3 \\ C(x+5), & -3 \le x \le 7 \\ 0, & x > 7 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-3 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 0 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

Вариант 36

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	1	2	5	7	9
P	0,2	0,15	0,3	0,25	*p*

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(3 \le \zeta < 7)$.

2. Игральная кость брошена три раза. Случайная величина ζ – число выпадений шести очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;9]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*=2 и дисперсию *D(ζ)* = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-2 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 37

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-40	-30	-10	10	30
P	0,2	*p*	0,15	0,15	0,35

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-30 < \zeta \le 10)$.

2. В ящике 6 белых шаров и 4 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 2 \\ C(x-1), & 2 \le x \le 8 \\ 0, & x > 8 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [3;9]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-1 \le \zeta \le 6)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 1$ и дисперсию $D(\zeta) = 16$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-2 \le \zeta \le 9)$.

Вариант 38

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-2	0	2	4	5
P	p	0,4	0,1	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(0 \le \zeta \le 3)$.

2. В ящике 8 белых и 2 черных шара. Наудачу берут 3 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x+2), & 1 \le x \le 3 \\ 0, & x > 3 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;

г) $P(2 \le \zeta \le 12)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;5]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-1 \le \zeta \le 3)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)= 0$ и дисперсию $D(\zeta) = 4$. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-3 \le \zeta \le 3)$.

Вариант 39

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-11	-1	9	19	29
P	0,1	0,2	p	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность p;

б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;

г) дисперсию $D(\zeta)$;

д) $P(-11 \le \zeta \le 10)$.

2. Из букв слова СТАТИСТИКА случайным образом выбирают 4 буквы. Случайная величина ζ – количество согласных среди выбранных букв. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<1\\ C(x+2), & 1\le x\le 6\\ 0, & x>6\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*0 < ζ ≤ 4).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*0 ≤ ζ ≤ 5).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 3 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*0 ≤ ζ ≤ 6).

Вариант 40

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-1	1	5	7	9
P	0,1	0,4	*p*	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) *P(*1 < ζ < 5*)*.

2. В первом ящике 80% белых шаров и 20% черных. Во втором – 20% белых и 80% черных шаров. Из каждого ящика взяли по одному шару. Случайная величина ζ – число белых шаров среди двух взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-1\\ C(x+3), & -1\le x\le 3\\ 0, & x>3\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*0 < ζ ≤ 6).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;6]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*4 ≤ ζ ≤ 8).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 4 и дисперсию *D(ζ)* = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-1 ≤ ζ ≤ 4).

Вариант 41

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	5	7	8	12	13
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(8 \le \zeta < 13)$.

2. Стрелок, у которого 4 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,8. Случайная величина ζ – количество израсходованных патронов. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -4 \\ C(x+5), & -4 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $\boldsymbol{P(-8 < \zeta \le 1)}$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [4;10]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(5 \le \zeta \le 14)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)$= 4 и дисперсию $D(\zeta)$ = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 7)$.

Вариант 42

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-8	-7	4	7	9
P	p	0,3	0,15	0,3	0,1

Найти:
а) неизвестную вероятность p;
б) функцию распределения $F(x)$и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$;
г) дисперсию $D(\zeta)$;
д) $P(-8 \le \zeta \le 7)$.

2. .В кармане 5 двухрублевых и 3 пятирублевые монеты. Наудачу вынимают 4 монеты. Случайная величина ζ – сумма денег в рублях, которую составляют извлеченные монеты. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее $M(\zeta)$ и $D(\zeta)$.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ Cx, & 3 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения $F(x)$ и построить ее график;
в) математическое ожидание $M(\zeta)$и дисперсию $D(\zeta)$;
г) $P(4 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;6]. Написать $f(x)$ и $F(x)$. Найти $M(\zeta)$и $D(\zeta)$. Вычислить $P(-4 \le \zeta \le 3)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием $M(\zeta)$= 3 и дисперсию $D(\zeta)$ = 25. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей $f(x)$ и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 10)$.

Вариант 43

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-2	-1	0	1	2
P	0,15	0,1	*p*	0,2	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-2 < \zeta \le 1)$.

2. В первом ящике 70% белых шаров и 30% черных. Во втором ящике 10% белых и 90% черных шаров. Из каждого ящика взяли по одному шару. Случайная величина ζ – число белых шаров из двух взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -1 \\ C(x+3), & -1 \le x \le 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(-3 < \zeta \le 2)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1;7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0 \le \zeta \le 9)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 2 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(-1 \le \zeta \le 8)$.

Вариант 44

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	15	20	25	30
P	*p*	0,25	0,25	0,2	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(10 < \zeta \le 25)$.

2. Экзаменатор задает студенту вопросы до тех пор, пока не получит верный ответ, но не более пяти вопросов. Вероятность того, что студент верно ответит на 1-й вопрос, равна 0,8, на 2-й – 0,6, на 3-й – 0,4, на 4-й – 0,2. Случайная величина ζ – число вопросов, заданных студенту. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ C(x-1), & 1 \le x \le 6 \\ 0, & x > 6 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(3 < \zeta \le 10)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-3;2]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*$0 \le \zeta \le 6$).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 2 и дисперсию *D(ζ)* = 9. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*$1 \le \zeta \le 11$).

Вариант 45

1.Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-2	-1	0	1	2
P	0,1	*P*	0,3	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) *P(*$-2 < \zeta \le 1$).

2. Игральную кость бросают два раза. Случайная величина ζ – число выпадений пяти очков. Построить ее вероятностный ряд. Найти *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < -2 \\ C(x+5), & -2 \le x \le 2 \\ 0, & x > 2 \end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) *P(*$1 < \zeta \le 10$).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-2;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*$-4 \le \zeta \le 6$).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 3 и дисперсию *D(ζ)* = 16. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*$2 \le \zeta \le 8$).

Вариант 46

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	30	40	70	80
P	*p*	0,1	0,3	0,1	0,3

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) *P(*$30 < \zeta \le 70$*)*.

2. Стрелок, имея 4 патрона, стреляет до первого попадания. Вероятность попадания при одном выстреле у стрелка – 0,8. Случайная величина ζ – число израсходованных патронов. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<1\\ C(x+2), & 1\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*2 < ζ ≤ 15).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [2;10]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*3 ≤ ζ ≤ 12).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 6 и дисперсию *D(ζ)* = 16. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*2 ≤ ζ ≤ 10).

Вариант 47

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-10	10	20	50	60
P	0,1	0,2	0,25	*p*	0,15

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) *P(*−10 ≤ ζ < 50*)*.

2. Игральную кость подбрасывают три раза. Случайная величина ζ – число выпадений «шести» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<2\\ C(x-1), & 2\le x\le 7\\ 0, & x>7\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;
б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;
г) *P(*3 < ζ ≤ 10).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;10]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*2 ≤ ζ ≤ 15).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 7 и дисперсию *D(ζ)* = 16. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*3 ≤ ζ ≤ 11).

Вариант 48

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	10	30	50	70	90
P	0,1	0,4	*p*	0,2	0,2

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;
б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;
в) математическое ожидание *M(ζ)*;
г) дисперсию *D(ζ)*;
д) *P(*30 < ζ ≤ 70*)*.

2. Игральную кость подбрасывают три раза. Случайная величина ζ – число выпадений «шести» очков. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<0\\ C(x+1), & 0\le x\le 5\\ 0, & x>5\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(4<\zeta\le 4)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [-1;8]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(0\le\zeta\le 10)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 5 и дисперсию *D(ζ)* = 4. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(0\le\zeta\le 7)$.

Вариант 49

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-1	0	1	2	3
P	0,1	0,2	*p*	0,3	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) $P(-1\le\zeta<2)$.

2. Игральная кость брошена 4 раза. Случайная величина ζ – число выпавших «шести» очков. Построить вероятностный ряд для. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<-3\\ C(x+5), & -3\le x\le 6\\ 0, & x>6\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) $P(0<\zeta\le 8)$.

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [0;6]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить $P(-1\le\zeta\le 4)$.

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 8 и дисперсию *D(ζ)* = 36. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить $P(1\le\zeta\le 16)$.

Вариант 50

1. Дискретная случайная величина ζ задана рядом распределения:

ζ	-4	-3	-1	1	3
P	0,2	0,15	*p*	0,25	0,1

Найти:

а) неизвестную вероятность *p*;

б) функцию распределения *F(x)*и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*;

г) дисперсию *D(ζ)*;

д) *P(-3 < ζ≤ 3).*

2. В ящике 7 белых шаров и 3 черных. Наудачу берут 2 шара. Случайная величина ζ – число черных шаров среди взятых. Построить вероятностный ряд для ζ. Найти ее *M(ζ)* и *D(ζ)*.

3. Непрерывная случайная величина ζ задана с помощью функции плотности распределения вероятностей:

$$f(x)=\begin{cases}0, & x<2\\ C(x+1), & 2\le x\le 6\\ 0, & x>6\end{cases}$$

Найти: а) параметр С;

б) функцию распределения *F(x)* и построить ее график;

в) математическое ожидание *M(ζ)*и дисперсию *D(ζ)*;

г) *P(*-4 < ζ ≤ 5).

4. Случайная величина ζ распределена равномерно на [1; 7]. Написать *f(x)* и *F(x)*. Найти *M(ζ)*и *D(ζ)*. Вычислить *P(*0 ≤ ζ ≤ 4).

5. Случайная величина ζ распределена нормально с математическим ожиданием *M(ζ)*= 0 и дисперсию *D(ζ)* = 4. Написать ее функцию плотности распределения вероятностей *f(x)* и вычислить *P(*-2 ≤ ζ ≤ 4).

Варианты контрольной работы № 12. Математическая статистика

Вариант 1

1.По заданной выборке

21	23	12	16	24	24	21	21	27	24
21	24	18	27	21	15	15	18	23	27
17	27	11	16	16	37	22	27	17	15

1) составить вариационный ряд;

2) вычислить относительные частоты;

3) построить полигон относительных частот;

4) составить эмпирическую функцию распределения;

5) построить график эмпирической функции распределения;

6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\overline{x}_в$, $D_в$, $\sigma=\sqrt{D_в}$, S^2, $S=\sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

10	11	15	19	13	14	12	13

1) составить вариационный ряд;

2) построить доверительные интервалы при $\gamma=0{,}95$ для

а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma=S$;

б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;

в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x=9$ и $n_y=13$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X)=46$ и $D_b(Y)=24$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X)=D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X)\neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x=30$ и $n_y=45$, найдены выборочные средние

$\bar{x}$=46 и $\bar{y}$=43. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 3$, $D(Y) = 10$. При уровне значимости 0,05 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 2

1. По заданной выборке

8	5	9	13	9	9	13	9	13
13	13	5	12	9	10	15	14	10
10	12	8	10	11	10	5		

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

4,0	4,1	4,5	4,9	4,3	4,4	4,2	4,3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3.По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 18$ и $n_y = 12$, найдены исправленные дисперсии $S_x^2 = 11$ и $S_y^2 = 45$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4.Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 80$ и найдена выборочная средняя $\bar{x}$=52. Генеральная дисперсия известна: $D(X) = 35$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 50. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 50$ при $H_1: M(X) \neq 50$.

Вариант 3

1. По заданной выборке

6	3	8	12	8	8	12	8	10
10	10	4	11	8	9	14	13	9
10	12	8	10	11	10	4		

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,3	2,2	2,5	2,0	2,4	2,4	2,5	2,3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;

б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\overline{X} = 101,5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0,95$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma =$ 18 единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости - $0,01$ проверьте, значимо ли повышение производительности.

Вариант 4

1. По результатам измерений получены следующие данные:

8	10	6	7	6	8	7	7	10	8
6	10	3	7	5	8	6	7	12	7
9	5	9	7	8	4	5	6	6	7

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\overline{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,3	2,2	2,5	2,0	2,4	2,4	2,5	2,3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0,95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, объёмы которых $n_1 = 13$ и $n_2 = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_1 = 11$ и $D_2 = 48$. При уровне значимости 0,05 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) > D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 35$ и найдена выборочная средняя $\bar{x}$=15. Генеральная дисперсия известна: $D(X) = 9$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 12. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 12$ при $H_1: M(X) \neq 12$.

Вариант 5

1. По заданной выборке

8	16	10	18	8	15	6	19	7	5
14	13	14	12	14	12	12	14	9	20
2	9	8	14	13	9	11	10	10	2

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;

6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

31 31 33 33 38 26 34 33 36

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 20$ и $D_b(Y) = 35$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 15$ и $n_y = 15$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20 и исправленные средние квадратические отклонения: $S_x = 7$, $S_y = 6$. С помощью критерия Фишера была проверена гипотеза о равенстве дисперсий. Считая дисперсии равными проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 6

1. По заданной выборке

21	23	12	16	24	24	21	21	27	24
21	24	18	27	21	15	15	18	23	27
17	28	11	16	16	37	22	28	17	15

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	14	13	14	15	14	17	17	19

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 17$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 14$ и $D_b(Y) = 20$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=116 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно

105. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 7

1. По заданной выборке:

45	57	59	46	42	57	56	55	61	41
59	63	75	53	55	62	72	35	35	62
46	61	47	57	34	64	50	64	44	42

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

45	40	30	31	45	32	47	40	30

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 12$ и $n_y = 15$, найдены исправленные дисперсии $S_x^2 = 62$ и $S_y^2 = 20$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=115 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 108. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 8

1. По заданной выборке:

5	-7	18	-6	8	-9	8	-2	13	0
-3	-7	23	2	-10	-2	4	8	14	0
0	12	4	-1	18	-2	4	-1	31	10

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	-1	3	4	3	5	4	-2	-1	3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3.По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, объёмы которых $n_1 = 15$ и $n_2 = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_{b1} = 14$ и D_{b2} При уровне значимости 0,05 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) > D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 35$ и найдена выборочная средняя $\bar{x}$=14. Генеральная дисперсия известна: $D(X) = 9$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 12. При уровне значимости 0,01 проверьте гипотезу $H_1: M(X) = 12$ при $H_0: M(X) \neq 12$.

Вариант 9

1. По заданной выборке:

8	5	13	16	-2	6	8	3	7	21
8	6	8	14	8	3	9	10	7	7
2	13	12	11	14	9	5	5	12	8

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	4	6	8	10	10	4	8

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 14$ и $S_y^2 = 55$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 30$ и $n_y = 40$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=42 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 10

1. По заданной выборке:

-6,6	-2,6	-3,2	-0,4	1,2	7,3	-7,8	4,0	-7,8	2,8
7,8	-4,3	0,1	1,3	3,4	1,2	-2,4	-3,8	0,8	0,4

-2,4 5,5 5,3 -2,6 3,8

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 12$ и $n_y = 15$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 62$ и $S_y^2 = 20$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=115 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 108. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 11

1. По заданной выборке

7,4	6,2	9,0	6,6	5,2	4,5	5,3	6,8	7,3	3,9
5,7	5,7	6,4	2,7	5,4	4,0	5,8	4,4	8,2	8,7
7,2	7,4	6,0	6,4	8,6	3,1	8,3	7,8	6,3	6,2

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,2	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,7	1,7	1,9

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 11$ и $n_y = 12$, найдены выборочные

дисперсии $D_b(X) = 56$ и $D_b(Y) = 30$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 35$ и $n_y = 42$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=46 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$

Вариант 12

1. По заданной выборке:

24	18	21	17	12	18	18	18	18	1
19	16	4	8	10	16	12	12	11	26
14	15	8	19	12	14	21	18	10	10

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

56	50	58	39	44	43	57	58

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. Засеяны были также ещё 14 делянок, которые казались ботанику отличающимися от первых 16. На них получены следующие результаты:

56	50	58	39	44	43	57	62	58	42	44	50	53	49

Если дисперсии будут отличаться статистически незначимо, исследователь объединит обе группы для дальнейшего исследования.
Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий с уровнем значимости 0,05. ($F_{кр}(0{,}05; 14; 15) = 2{,}45$).

4. Исследователь объединил обе группы в одну и рассчитал общие среднюю урожайность и исправленную дисперсию, они составили 51 и 46 соответственно. Считая полученную дисперсию истинной, сравните полученную в 30 опытах урожайность, с урожайностью 45 ц/га.

Вариант 13

1. По заданной выборке:

-5	5	-1	6	-3	3	-7	-2	1	0
-1	2	-2	-1	-6	10	-1	-3	-7	-5
5	-1	-9	0	-7					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;

5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\overline{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,1	2,0	2,2	1,9	2,1	2,1	2,0	2,2	2,0

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. На участке Б также было исследовано содержание ртути в почве. Получено 9 проб:

2,3	2,4	2,5	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2

С уровнем значимости 0,02 проведите двустороннюю проверку равенства дисперсий.

4. ПДК ртути в почве 2,1 мг/кг. Проверьте, значимо ли повышение концентрации ртутив почве для участка Б от ПДК. Проведите проверку с уровнем значимости 0,01.

Вариант 14

1. По заданной выборке:

21,0	21,8	24,8	20,7	19,5	12,3	25,9	12,6	19,1	21,7
18,5	24,6	23,4	20,7	20,9	15,6	16,8	16,8	19,1	21,7
21,0	15,4	18,5	23,0	21,0					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\overline{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

5	8	5	9	8	6	7	6	5	6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. Оценки 10 клиентов второго магазина представлены ниже:

8	5	7	9	9	10	7	5	8	10

Проведите с уровнем значимости 0,1 двустороннюю проверку гипотезы о равенстве дисперсий оценок покупателей.

4. Пользуясь данными предыдущих задач, определите с уровнем значимости 0,05, можно ли считать удовлетворённости магазинами 1 и 2 одинаковыми.

Вариант 15

1. По заданной выборке

19	13	17	11	20	18	13	20	17	18
18	11	19	13	13	16	13	17	20	18
15	15	6	18	20					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3	7	9	4	6	4	7	6	7	5

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Проводится исследование различных добавок, направленных на повышение прочности материала. Было исследовано 35 образцов, изготовленных с добавкой, средняя прочность оказалась равной 55 МПа. Для 35 образцов без добавки средняя прочность оказалась равной 36 МПа. Дисперсии для двух групп составили соответственно 30 и 39. Считая совокупности нормальными, проверьте значимо ли повышение прочности с $\alpha - 0{,}05$.
4. Группе из 11 человек обучалась по новой методике. Для каждого обучающегося были сделаны измерения некоторого навыка до и после обучения. Для каждой пары значений вычислена разность, показывающая, насколько навык изменился для данного человека. Найдены также среднее значение разности, оно составило 2,3 при дисперсии равной 1. Исследователь предполагает, что в результате обучения признак должен повышаться, т. Е. среднее значение признака должно значимо отличаться от нуля. С уровнем значимости 0,01 проведите одностороннюю проверку гипотезы $H_0: M(X) = 0$ при $H_1: M(X) > 0$.

Вариант 16

1. По заданной выборке

5,74	4,70	4,67	5,07	5,45	4,59	4,40	4,54	5,07	5,05
5,53	5,16	5,16	5,43	4,46	5,39	4,70	3,94	5,70	5,52

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Из двух нормальных совокупностей произведены выборки объёмами $n_1 = 16$ и $n_2 = 13$. Выборочные дисперсии составляют соответственно 70 и 150. Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий, если $\alpha = 0{,}01$.

4. Сравниваются две серии анализов по определению моностирола. В первой серии получены данные (%):

0,49	0,45	0,45	0,47

Во второй серии:

0,52	0,55	0,52	0,50

Считая совокупности нормальными, с $\alpha = 0{,}01$ проверьте, есть ли значимые различия в средних (предварительно убедившись в равенстве дисперсий).

Вариант 17

1. По заданной выборке:

24	28	33	35	35	24	20	38	29	28
24	22	27	20	27	24	26	36	31	29
21	47	28	22	30					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

0,9	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	1,2	1,3	1,4

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. В качестве характеристики точности принята дисперсия. Изготовлено 10 деталей по принятой технологии, следующих размеров:

4,9	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0

Проведите двухстороннюю проверку гипотезы о равенстве дисперсий с уровнем значимости 0,1.($F_{кр}(0{,}05; 19; 9)) = 2{,}42$).

4. Для деталей, изготовленных по новой технологии проведите двустороннюю проверку гипотезы о равенстве среднего размера детали 5мм.

Вариант 18

1.По заданной выборке:

29	33	32	47	35	38	21	37	49	44
38	42	38	51	33	41	45	30	47	49

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;

5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

2,4	2,5	2,5	2,7	2.6	2.5	2,7	2.5	2.7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 9$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 38$ и $D_b(Y) = 16$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 16$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=14 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 5{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 17. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 17$ при $H_1: M(X) < 105$.

Вариант 19

1.По заданной выборке:

4,8	5,0	5,2	4,8	4,9	5,1	5,1	5,2	5,1	4,9
4,8	5,0	5,2	4,9	5,0	4,9	5,0	5,2	5,0	5,0

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

4	5	5	7	6	5	8	5	7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. Сравниваются точности двух методов измерений. Проведите эту проверку с уровнем значимости 0,01, если данные измерений таковы:

x_i	5,0	5,2	5,3	5,5
m_i	1	5	5	1

y_i	5,1	5,2	5,3	5,4
m_i	1	4	6	5

4. Сравниваются две методики, целью которых служит повышение уровня некоторого навыка. Для первой методики отобрано 30 испытуемых, которые показали повышение навыка 85 единиц при дисперсии 29. По второй методике занимались 50 испытуемых, показавших повышение навыка 80 единиц при дисперсии 35. Можно ли с уровнем значимости 0,01 утверждать, что первая методика более эффективна?

Вариант 20

1.По заданной выборке:

-5	-9	11	-5	-2	4	0	-9	-5	16
9	4	4	-3	-6	-1	1	4	-6	10
-6	-2	9	1	0	-5	3	8	-4	-6

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,6	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Из двух нормальных совокупностей произведены выборки объёмами $n_1 = 16$ и $n_2 = 13$. Выборочные дисперсии составляют соответственно 64 и 130. Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий при уровене значимости $\alpha - 0{,}01$.

4. Контролируется уровень загрязнения почвы некоторым химическим веществом. ПДК составляет 24 мг/кг. С $\alpha = 0{,}01$ проверьте гипотезу $H_0: M[X] = 24$ при конкурирующей $H_1: M[X] < 24$, если данные проб (мг/кг) таковы:

21	30	23	23	22	26	23	24	20

Вариант 21

1.По заданной выборке:

10	9	0	10	10	10	16	6	13	6
12	7	8	9	13	13	9	8	10	12

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

4	5	5	7	6	5	8	5	7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 21$ и $S_y^2 = 35$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 30$ и $n_y = 40$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$

Вариант 22

1.По заданной выборке:

36,8	37,8	38,1	38,2	40,0	40,3	37,3	41,3	37,8	40,5
36,8	38,0	38,1	36,5	37,3	38,6	37,3	39,3	41,8	37,7
38,1	38,1	37,1	38,4	36,3					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 120$ и $D_b(Y) = 150$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. По двум независимым выборкам X и Y, объёмы которых $n_x = 16$ и $n_y = 16$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20 и исправленные средние квадратические отклонения: $S_x = 3$, $S_y = 6$. С помощью критерия Фишера была проверена гипотеза о равенстве дисперсий. Считая дисперсии равными проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) \neq M(Y)$.

Вариант 23

1.По заданной выборке:

39	44	41	43	38	42	37	25	42
25	44	29	42	41	42	47	32	26
28	35	33	50	18	43	38	38	21

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;

5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Проводится тестирование в двух различных группах. Анализ результатов показывает схожие значения некоторого показателя, однако дисперсии отличаются. Можно ли считать дисперсии статистически не различимыми, чтобы отнести представителей групп к одной совокупности и применять к ним общие закономерности? Решите этот вопрос для уровня значимости 0,05, если известно, что $S_X^2 = 19$, $S_Y^2 = 40$, $n_x = 8$, $n_y = 12$.

4. Исследуются влияние нового препарата, который должен повышать некоторый признак. Испытуемые разбиты на две группы. Среди получающих препарат ($n_1 = 55$) среднее повышение признака составило 25 при $D_1 = 15$, в группе получающих плацебо ($n_2 = 49$) среднее повышение признака 15 при $D_2 = 4$. Считая обе выборки нормальными, проверьте с $\alpha = 0{,}05$, можно ли считать препарат эффективным?

Вариант 24

1.По заданной выборке:

39	51	40	36	32	35	25	56	41
32	23	28	23	33	33	39	36	37
29	47	33	38					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Одна группа школьников (n_1=12) третьих классов взята из обычной школы, а другая (n_2=11) - из школы со специальной математической подготовкой. В обеих группах известны результаты тестирования по изученным темам, найдены исправленные дисперсии $S_x^2 = 11$ и $S_y^2 = 3$. Используя двухсторонний критерий проверьте с уровнем значимости 0,02 утверждение о том, что по дисперсии результатов школьники при обеих системах подготовки не отличаются.

4. Сравниваются два метода измерений. Первым методом было произведено $n_x = 30$ измерений, вторым методом и $n_y = 40$ измерений, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 мм и $\bar{y}$=20 мм и дисперсии, составившие 2 $мм^2$ и 3 $мм^2$ Предполагается, что результаты измерений распределены нормально. Приняв найденные значения дисперсий за истинные, проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 25

1.По заданной выборке:

6	16	20	21	18	15	20	18	14	15
18	17	15	17	14	19	19	10	17	20
15	10	12	16	16					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

	31	23	43	28	26	24	23	26

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Инвестиция 1 рассчитана на $n_x = 12$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $S_x^2 = 20$ инвестиция 2 рассчитана $n_y = 10$ лет, дисперсия ежегодных прибылей $S_y^2 = 30$ и, Оценкой риска инвестиций служит дисперсия. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Среднее содержание активного вещества таблетки лекарственного препарата должно составлять 0,5 мг. Проверка 100 таблеток показала, что выборочное среднее содержания активного вещества составляет 0,48 мг. Многократными исследованиями установлено, что содержание активного вещества распределено нормально со средним квадратическим отклонением 0,1 мг. При α=0,01 проверьте, случайно ли полученное отклонение.

Вариант 26

1.По заданной выборке:

-5	-9	11	-5	-2	4	0	-9	-5	16
9	4	4	-3	-6	-1	1	4	-6	10
-6	-2	9	1	0	-5	3	8	-4	-6

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,6	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. Требуется сравнить математические ожидания двух совокупностей, дисперсии которых неизвестны, для чего требуется предварительно проверить равенство дисперсий. Объёмы совокупностей $n_x = 13$ и $n_y = 15$, исправленные дисперсии $S_x^2 = 62$ и $S_y^2 = 20$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Сравниваются две методики, целью которых служит повышение уровня некоторого навыка. Для первой методики отобрано 36 испытуемых, которые показали повышение навыка 85 единиц при дисперсии 29. По второй методике занимались 50 испытуемых, показавших повышение навыка 80 единиц при дисперсии 39. Можно ли с уровнем значимости 0,01 утверждать, что первая методика более эффективна?

Вариант 27

1.По заданной выборке:

39	44	41	43	38	42	37	25	42
25	44	29	42	41	42	47	32	26
28	35	33	50	18	43	38	38	21

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Компания проводит оценку уровней удовлетворенности заказчиков различными магазинами. Сравнивается вариативность мнений. Опрошены 10 клиентов первого магазина и 13 клиентов второго магазина. Найдены выборочные дисперсии оценок магазинов: $D_b(X) = 10{,}5$и $D_b(Y) = 4$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 5$ г фасует продукт в пачки со средним весом 900 г. В случайной выборке из 10 пачек средний вес оказался равным $\bar{x}$=890 г. С уровнем значимости 0,05 проверьте, требует ли автомат регулировки?

Вариант 28

1.По заданной выборке:

-5	-9	11	-5	-2	4	0	-9	-5	16
9	4	4	-3	-6	-1	1	4	-6	10
-6	-2	9	1	0	-5	3	8	-4	-6

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,6	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Сравниваются точности двух методов измерений. Проведите эту проверку с уровнем значимости 0,01, если данные измерений таковы:

x_i	14,1	14,2	14,3	14,4
m_i	1	5	4	1

y_i	14,1	14,2	14,3	14,5
m_i	2	5	3	2

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma = 20$ единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 36 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 205 единиц/час. С $\alpha = 0{,}01$ проверьте, значимо ли повышение производительности. ($H_0: M(x) = 200; H_1; M(x) > 200$). Дисперсию считать известной и равной σ^2

Вариант 29

1.По заданной выборке:

39	51	40	36	32	35	25	56	41
32	23	28	23	33	33	39	36	37
29	47	33	38					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Одна группа школьников (n_1=12) третьих классов взята из обычной школы, а другая (n_2=14) - из школы со специальной математической подготовкой. В обеих группах известны результаты тестирования по изученным темам, найдены исправленные дисперсии $S_x^2 = 12$ и $S_y^2 = 10$. Используя двухсторонний критерий проверьте с уровнем значимости 0,02 утверждение о том, что по дисперсии результатов школьники при обеих системах подготовки не отличаются.
4. Сравниваются два метода измерений. Первым методом было произведено $n_x = 36$ измерений, вторым методом и $n_y = 40$ измерений, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 мм и $\bar{y}$=28 мм и дисперсии, составившие 4 мм^2 и 8 мм^2 Предполагается, что результаты измерений распределены нормально. Приняв найденные значения дисперсий за истинные, проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 30

1. По заданной выборке

21	23	12	16	24	24	21	21	27	24
21	24	18	27	21	15	15	18	23	27
17	28	11	16	16	37	22	28	17	15

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	14	13	14	15	14	17	17	19

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 17$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 14$ и $D_b(Y) = 20$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=116 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 105. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 31

1. По заданной выборке:

45	57	59	46	42	57	56	55	61	41
59	63	75	53	55	62	72	35	35	62
46	61	47	57	34	64	50	64	44	42

1) составить вариационный ряд;

2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

45	40	30	31	45	32	47	40	30

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 12$ и $n_y = 15$, найдены исправленные дисперсии $S_x^2 = 62$ и $S_y^2 = 20$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=115 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 108. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 32

1. По заданной выборке:

5	-7	18	-6	8	-9	8	-2	13	0
-3	-7	23	2	-10	-2	4	8	14	0
0	12	4	-1	18	-2	4	-1	31	10

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	-1	3	4	3	5	4	-2	-1	3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
в) среднеквадратичного отклонения.

3.По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, объёмы которых $n_1 = 15$ и $n_2 = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_{b1} = 14$ и D_{b2} При уровне значимости 0,05 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) > D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 35$ и найдена выборочная средняя $\bar{x}$=14. Генеральная дисперсия известна: $D(X) = 9$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 12. При уровне значимости 0,01 проверьте гипотезу $H_1: M(X) = 12$ при $H_0: M(X) \neq 12$.

Вариант 33

1. По заданной выборке:

8	5	13	16	-2	6	8	3	7	21
8	6	8	14	8	3	9	10	7	7
2	13	12	11	14	9	5	5	12	8

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2	4	6	8	10	10	4	8

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 14$ и $S_y^2 = 55$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 30$ и $n_y = 40$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=42 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 34

1. По заданной выборке:

-6,6	-2,6	-3,2	-0,4	1,2	7,3	-7,8	4,0	-7,8	2,8
7,8	-4,3	0,1	1,3	3,4	1,2	-2,4	-3,8	0,8	0,4
-2,4	5,5	5,3	-2,6	3,8					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 12$ и $n_y = 15$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 62$ и $S_y^2 = 20$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 9$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=115 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 3{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 108. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 105$ при $H_1: M(X) > 105$.

Вариант 35

1. По заданной выборке

7,4	6,2	9,0	6,6	5,2	4,5	5,3	6,8	7,3	3,9
5,7	5,7	6,4	2,7	5,4	4,0	5,8	4,4	8,2	8,7
7,2	7,4	6,0	6,4	8,6	3,1	8,3	7,8	6,3	6,2

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

1,2	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,7	1,7	1,9

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 11$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 56$ и $D_b(Y) = 30$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 35$ и $n_y = 42$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=46 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$

Вариант 36

1. По заданной выборке:

24	18	21	17	12	18	18	18	18	1

19	16	4	8	10	16	12	12	11	26
14	15	8	19	12	14	21	18	10	10

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

56	50	58	39	44	43	57	58

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения

3. Засеяны были также ещё 14 делянок, которые казались ботанику отличающимися от первых 16. На них получены следующие результаты:

56	50	58	39	44	43	57	62	58	42	44	50	53	49

Если дисперсии будут отличаться статистически незначимо, исследователь объединит обе группы для дальнейшего исследования.
Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий с уровнем значимости 0,05. ($F_{кр}(0{,}05; 14; 15) = 2{,}45$).

4. Исследователь объединил обе группы в одну и рассчитал общие среднюю урожайность и исправленную дисперсию, они составили 51 и 46 соответственно. Считая полученную дисперсию истинной, сравните полученную в 30 опытах урожайность, с урожайностью 45 ц/га.

Вариант 37

1. По заданной выборке:

-5	5	-1	6	-3	3	-7	-2	1	0
-1	2	-2	-1	-6	10	-1	-3	-7	-5
5	-1	-9	0	-7					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,1	2,0	2,2	1,9	2,1	2,1	2,0	2,2	2,0

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. На участке Б также было исследовано содержание ртути в почве. Получено 9 проб:

2,3	2,4	2,5	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2

С уровнем значимости 0,02 проведите двустороннюю проверку равенства дисперсий.

4. ПДК ртути в почве 2,1 мг/кг. Проверьте, значимо ли повышение концентрации ртутив почве для участка Б от ПДК. Проведите проверку с уровнем значимости 0,01.

Вариант 38

1. По заданной выборке:

21,0	21,8	24,8	20,7	19,5	12,3	25,9	12,6	19,1	21,7
18,5	24,6	23,4	20,7	20,9	15,6	16,8	16,8	19,1	21,7
21,0	15,4	18,5	23,0	21,0					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

5	8	5	9	8	6	7	6	5	6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Оценки 10 клиентов второго магазина представлены ниже:

8	5	7	9	9	10	7	5	8	10

Проведите с уровнем значимости 0,1 двустороннюю проверку гипотезы о равенстве дисперсий оценок покупателей.

4. Пользуясь данными предыдущих задач, определите с уровнем значимости 0,05, можно ли считать удовлетворённости магазинами 1 и 2 одинаковыми.

Вариант 39

1. По заданной выборке

19	13	17	11	20	18	13	20	17	18
18	11	19	13	13	16	13	17	20	18
15	15	6	18	20					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3	7	9	4	6	4	7	6	7	5

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Проводится исследование различных добавок, направленных на повышение прочности материала. Было исследовано 35 образцов, изготовленных с добавкой, средняя прочность оказалась равной 55 МПа. Для 35 образцов без добавки средняя прочность оказалась равной 36 МПа. Дисперсии для двух групп составили соответственно 30 и 39. Считая совокупности нормальными, проверьте значимо ли повышение прочности с $\alpha - 0{,}05$.
4. Группе из 11 человек обучалась по новой методике. Для каждого обучающегося были сделаны измерения некоторого навыка до и после обучения. Для каждой пары значений вычислена разность, показывающая, насколько навык изменился для данного человека. Найдены также среднее значение разности, оно составило 2,3 при дисперсии равной 1. Исследователь предполагает, что в результате обучения признак должен повышаться, т. Е. среднее значение признака должно значимо отличаться от нуля. С уровнем значимости 0,01 проведите одностороннюю проверку гипотезы $H_0: M(X) = 0$ при $H_1: M(X) > 0$.

Вариант 40

1. По заданной выборке

5,74	4,70	4,67	5,07	5,45	4,59	4,40	4,54	5,07	5,05
5,53	5,16	5,16	5,43	4,46	5,39	4,70	3,94	5,70	5,52

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\overline{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Из двух нормальных совокупностей произведены выборки объёмами $n_1 = 16$ и $n_2 = 13$. Выборочные дисперсии составляют соответственно 70 и 150. Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий, если $\alpha - 0{,}01$.
4. Сравниваются две серии анализов по определению моностирола. В первой серии получены данные (%):

0,49	0,45	0,45	0,47

Во второй серии:

0,52	0,55	0,52	0,50

Считая совокупности нормальными, с $\alpha = 0{,}01$ проверьте, есть ли значимые различия в средних (предварительно убедившись в равенстве дисперсий).

Вариант 41

1. По заданной выборке

6	3	8	12	8	8	12	8	10
10	10	4	11	8	9	14	13	9
10	12	8	10	11	10	4		

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,3	2,2	2,5	2,0	2,4	2,4	2,5	2,3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Автомат, работающий со стандартным отклонением $\sigma = 1$ г, фасует чай в пачки со средним весом $a = 100$ г. В случайной выборке объемом $n = 25$ пачек средний вес $\bar{X} = 101{,}5$ г. Надо ли отрегулировать автомат? Доверительная вероятность $\gamma = 0{,}95$.

4. Средняя производительность машины составляет 200 единиц/час, с $\sigma =$ 18 единиц/час. Предложено усовершенствование машины. Произведено 10 опытов на усовершенствованных образцах, средняя производительность составила 200 единиц/час. С уровнем значимости - 0,01 проверьте, значимо ли повышение производительности.

Вариант 42

1. По результатам измерений получены следующие данные:

8	10	6	7	6	8	7	7	10	8
6	10	3	7	5	8	6	7	12	7
9	5	9	7	8	4	5	6	6	7

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

2,3	2,2	2,5	2,0	2,4	2,4	2,5	2,3

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, объёмы которых $n_1 = 13$ и $n_2 = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_1 = 11$ и $D_2 = 48$. При уровне значимости 0,05 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) > D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 35$ и найдена выборочная средняя $\bar{x}$=15. Генеральная дисперсия известна: $D(X) = 9$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 12. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 12$ при $H_1: M(X) \neq 12$.

Вариант 43

1. По заданной выборке

8	16	10	18	8	15	6	19	7	5
14	13	14	12	14	12	12	14	9	20
2	9	8	14	13	9	11	10	10	2

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

31	31	33	33	38	26	34	33	36

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}95$ для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 20$ и $D_b(Y) = 35$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 15$ и $n_y = 15$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20 и исправленные средние квадратические отклонения: $S_x = 7$, $S_y = 6$. С помощью критерия Фишера была проверена гипотеза о равенстве дисперсий. Считая дисперсии равными проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$.

Вариант 44

1. По заданной выборке:

24	28	33	35	35	24	20	38	29	28
24	22	27	20	27	24	26	36	31	29
21	47	28	22	30					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;

6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

0,9	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	1,2	1,3	1,4

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. В качестве характеристики точности принята дисперсия. Изготовлено 10 деталей по принятой технологии, следующих размеров:

4,9	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0

Проведите двухстороннюю проверку гипотезы о равенстве дисперсий с уровнем значимости 0,1.($F_{кр}(0{,}05; 19; 9)) = 2{,}42$).

4. Для деталей, изготовленных по новой технологии проведите двустороннюю проверку гипотезы о равенстве среднего размера детали 5мм.

Вариант 45

1.По заданной выборке:

29	33	32	47	35	38	21	37	49	44
38	42	38	51	33	41	45	30	47	49

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

2,4	2,5	2,5	2,7	2.6	2.5	2,7	2.5	2.7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 9$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 38$ и $D_b(Y) = 16$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. Из нормальной генеральной совокупности извлечена выборка объёмом $n = 16$ и найдены выборочная средняя $\bar{x}$=14 и исправленное среднее квадратическое отклонение $S = 5{,}5$. Предполагается, что истинное значение генеральной средней этой совокупности равно 17. При уровне значимости 0,05 проверьте гипотезу $H_0: M(X) = 17$ при $H_1: M(X) < 105$.

Вариант 46

1.По заданной выборке:

4,8	5,0	5,2	4,8	4,9	5,1	5,1	5,2	5,1	4,9
4,8	5,0	5,2	4,9	5,0	4,9	5,0	5,2	5,0	5,0

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

4	5	5	7	6	5	8	5	7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Сравниваются точности двух методов измерений. Проведите эту проверку с уровнем значимости 0,01, если данные измерений таковы:

x_i	5,0	5,2	5,3	5,5
m_i	1	5	5	1

y_i	5,1	5,2	5,3	5,4
m_i	1	4	6	5

4. Сравниваются две методики, целью которых служит повышение уровня некоторого навыка. Для первой методики отобрано 30 испытуемых, которые показали повышение навыка 85 единиц при дисперсии 29. По второй методике занимались 50 испытуемых, показавших повышение навыка 80 единиц при дисперсии 35. Можно ли с уровнем значимости 0,01 утверждать, что первая методика более эффективна?

Вариант 47

1.По заданной выборке:

-5	-9	11	-5	-2	4	0	-9	-5	16
9	4	4	-3	-6	-1	1	4	-6	10
-6	-2	9	1	0	-5	3	8	-4	-6

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

3,3	3,7	3,9	4,0	3,6	4,0	3,7	3,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;

в) среднеквадратичного отклонения.

3. Из двух нормальных совокупностей произведены выборки объёмами $n_1 = 16$ и $n_2 = 13$. Выборочные дисперсии составляют соответственно 64 и 130. Проведите одностороннюю проверку равенства дисперсий при уровене значимости $\alpha - 0{,}01$.

4. Контролируется уровень загрязнения почвы некоторым химическим веществом. ПДК составляет 24 мг/кг. С $\alpha = 0{,}01$ проверьте гипотезу $H_0: M[X] = 24$ при конкурирующей $H_1: M[X] < 24$, если данные проб (мг/кг) таковы:

21	30	23	23	22	26	23	24	20

Вариант 48

1.По заданной выборке:

10	9	0	10	10	10	16	6	13	6
12	7	8	9	13	13	9	8	10	12

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке:

4	5	5	7	6	5	8	5	7

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $S_x^2 = 21$ и $S_y^2 = 35$. При уровне значимости 0,1 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.

4. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 30$ и $n_y = 40$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20. Генеральные дисперсии известны: $D(X) = 7$, $D(Y) = 6$. При уровне значимости 0,01 проверьте $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) > M(Y)$

Вариант 49

1.По заданной выборке:

36,8	37,8	38,1	38,2	40,0	40,3	37,3	41,3	37,8	40,5
36,8	38,0	38,1	36,5	37,3	38,6	37,3	39,3	41,8	37,7
38,1	38,1	37,1	38,4	36,3					

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;

6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. По двум независимым выборкам, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей X и Y, объёмы которых $n_x = 14$ и $n_y = 12$, найдены выборочные дисперсии $D_b(X) = 120$ и $D_b(Y) = 150$. При уровне значимости 0,02 проверьте нулевую гипотезу $H_0: D(X) = D(Y)$ при конкурирующей $H_1: D(X) \neq D(Y)$.
4. По двум независимым выборкам X и Y, объёмы которых $n_x = 16$ и $n_y = 16$, найдены выборочные средние $\bar{x}$=30 и $\bar{y}$=20 и исправленные средние квадратические отклонения: $S_x = 3$, $S_y = 6$. С помощью критерия Фишера была проверена гипотеза о равенстве дисперсий. Считая дисперсии равными проверьте при уровне значимости 0,01 $H_0: M(X) = M(Y)$ при $H_1: M(X) \neq M(Y)$.

Вариант 50

1.По заданной выборке:

39	44	41	43	38	42	37	25	42
25	44	29	42	41	42	47	32	26
28	35	33	50	18	43	38	38	21

1) составить вариационный ряд;
2) вычислить относительные частоты;
3) построить полигон относительных частот;
4) составить эмпирическую функцию распределения;
5) построить график эмпирической функции распределения;
6) найти оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения ($\bar{x}_в$, $D_в$, $\sigma = \sqrt{D_в}$, S^2, $S = \sqrt{S^2}$).

2. По заданной выборке

0,4	0,7	0,9	1,0	0,6	0,4	0,7	0,6

1) составить вариационный ряд;
2) построить доверительные интервалы при $\gamma = 0{,}99$; для
   а) математического ожидания при известной дисперсии $\sigma = S$;
   б) математического ожидания при неизвестной дисперсии;
   в) среднеквадратичного отклонения.

3. Проводится тестирование в двух различных группах. Анализ результатов показывает схожие значения некоторого показателя, однако дисперсии отличаются. Можно ли считать дисперсии статистически не различимыми, чтобы отнести представителей групп к одной совокупности и применять к ним общие закономерности? Решите этот вопрос для уровня значимости 0,05, если известно, что $S_x^2 = 19$, $S_y^2 = 40$, $n_x = 8$, $n_y = 12$.
4. Исследуются влияние нового препарата, который должен повышать некоторый признак. Испытуемые разбиты на две группы. Среди получающих препарат ($n_1 = 55$) среднее

повышение признака составило 25 при $D_1 = 15$, в группе получающих плацебо ($n_2 = 49$) среднее повышение признака 15 при $D_2 = 4$. Считая обе выборки нормальными, проверьте с $\alpha = 0{,}05$, можно ли считать препарат эффективным?

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения: ***ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.5, ОПК-2.9).***

3.2.3. Рекомендации по оцениванию реферата

Реферат не включен в РПД.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «**Математика**» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине являются ***зачет с оценкой (1 семестр), экзамены (2 и 3 семестры) и зачет (4 семестр).***

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *к* ***зачету с оценкой (1 семестр), экзаменам (2 и 3 семестры)*** по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на зачете с оценкой и экзаменах.*

Оценка экзамена, зачета с оценкой	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, ….
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине, …
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой, …

«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

БИЛЕТЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ
«ДИФФЕРЕНЦИЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 1

1. Теорема о свойствах интеграла с переменным верхним пределом.
2. Свойства пределов, связанные с неравенствами.
3. Вычислить $\lim\limits_{x\to 0}(1-x)^{7/x}$
4. $y=\operatorname{arcctg}\ln x\cdot\operatorname{ctg}5^x$, $y'-?$
5. Найти интервалы возрастания и убывания функции $y=2x^3-21x^2-48x+8$
6. Найти $\int\frac{(x+2)dx}{(x-1)(x+8)}$
7. Вычислить $\int\limits_{-2}^{0}(x^2+2)e^{x/2}dx$
8. Вычислить $\int\limits_{\pi}^{2\pi}\frac{1-\cos x}{(x-\sin x)^2}dx$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 2

1. Необходимое и достаточное условие существования асимптот функции (с

доказательством).

2. Приложение определенных интегралов.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{tgx}{2x}$
4. $y=\log_3\left(5x^2-3\right),\ y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=3x^3-5x^2+2$
6. Найти: $\int\frac{x}{x^2+9}dx$
7. Найти: $\int ctgxdx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S\ -?,\ y=x^3,\ x=1,\ y=0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 3

1. Определение предела функции в точке.
2. Формула Ньютона-Лейбница.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{x}{\sin 5x}$
4. $y=(3x-4)\arcsin 5x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+21x^2-48x+1$
6. Найти: $\int\frac{xdx}{(x-8)(x+1)}$
7. Найти: $\int\limits_1^2 x\ln^2 xdx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y=\ln x$, $x=e$, $y=0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 4

1. Теорема о производной произведения функций.
2. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\sin 2x}{\operatorname{tg} 7x}$
4. $y=\frac{\arcsin\frac{1}{x}}{\log_2\cos x}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+15x^2-84x+2$

6. Найти: $\int x(x^2-8)^8 dx$

1. Найти: $\int_0^{\pi/4} \operatorname{tg} x \ln\cos x dx$

Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S\ -?,\ y=2x-x^2,\quad y=-x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 5

1. Определение непрерывности функции в точке.
2. Теорема о производной частного функций. о производной произведения функций.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{3x}-e^{4x}}{\sin x}$
4. $y=(4x-5)\arccos 6x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=e^{-x^2}$
6. Найти: $\int \dfrac{xdx}{(x-7)(x+2)}$
7. Найти: $\int_2^3 (x-1)^3 \ln^2(x-1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y=2x-x^2,\quad y=\dfrac{x}{2}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 6

1. Свойства бесконечно малых функций.
2. Формула интегрирования по частям для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{2x}-1}{\sin 3x}$
4. $y=\ln\cos x$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\dfrac{1}{x^2+1}$
6. Найти: $\int \dfrac{x}{\sqrt{x^2+4}}dx$
7. Найти: $\int_{\pi}^{2\pi} \dfrac{x+\cos x}{x^2+2\sin x}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y=2x+x^2,\quad y=x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 7

1. Определение дифференцируемости функции в точке.
2. Теорема о среднем значении для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y=\dfrac{\arccos\sqrt{x}}{\operatorname{tg}2^x}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\ln\left(1+x^2\right)$
6. Найти: $\int\dfrac{(x-1)dx}{(x-6)(x+3)}$
7. Найти: $\int\limits_0^2 (x+1)^2\ln^2(x+1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=2x+x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 8

1. Теорема Ролля.
2. Свойства интеграла с переменным верхним пределом.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{3^x-5^x}{\sin x}$
4. $y=\dfrac{\operatorname{arctg}\ln x}{\sin x^3}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+9x^2-108x+3$
6. Найти: $\int\dfrac{(x-1)dx}{(x+3)^2}$
7. Найти: $\int x^2\sin x^3dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=3x-x^2$, $y=3x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**18.03.01 Химическая технология**
	Математика

БИЛЕТ № 9

1. Определение производной функции в точке.
2. Формула интегрирования по частям для неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x^2}{\operatorname{tg}^2 2x}$
4. $y=(6x-7)\operatorname{arcctg}8x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=x\cdot e^{2x}$
6. Найти: $\int\dfrac{(x+1)dx}{(x-5)(x+4)}$
7. Найти: $\int\limits_{-1}^{1}x^2e^{-x/2}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=2x+x^2$, $y=3x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 10

1. Теорема Лагранжа и ее геометрический смысл.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x-e^{-x}}{\operatorname{tg}2x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+3x^2-120x+4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_{0}^{\pi/4}\dfrac{2\cos x+3\sin x}{(2\sin x-3\cos x)^3}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 11

1. Определение неопределенного интеграла.
2. Второй замечательный предел

3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{6x}-e^{5x}}{\operatorname{tg} x}$

4. $y=\dfrac{\operatorname{arcctg}\log_3 x}{3^{\operatorname{ctg} x}}$, $y'-?$

5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3-3x^2-120x+5$

6. Найти: $\int\dfrac{\operatorname{arctg} x}{1+x^2}dx$

7. Найти: $\int\limits_0^1 x^2e^{3x}dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x^2$, $y=\dfrac{1}{x}$, $y=4$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 12

1. Теорема о связи непрерывности и дифференцируемости.
2. Свойства определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y=e^{x^3}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\ln\left(2+x^2\right)$
6. Найти: $\int\dfrac{(x+1)dx}{x(x+3)}$
7. Найти: $\int\limits_0^2 (x+1)^2\ln^2(x+1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=2x+x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 13

1. Определение предела функции в точке. Перечислить свойства пределов.
2. Теорема о среднем значении для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}(1+x)^{3/x}$
4. $y=\dfrac{(8x+7)}{\arcsin 6x}$, $y'-?$

5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = x \cdot \left(x^2 - 3\right)$
6. Найти: $\int \frac{(x-1)dx}{\left(x^2+3\right)}$
7. Найти: $\int_{\sqrt{3}}^{\sqrt{8}} \frac{dx}{x\sqrt{x^2+1}} dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2, \quad y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 14

1. Первый замечательный предел.
2. Определение определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0} \frac{e^{3x}-1}{\operatorname{arctg} 2x}$
4. $y = \sin^2 2x$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = x^2 \cdot \left(x^2 + 2\right)$
6. Найти: $\int \frac{\arcsin x}{\sqrt{1-x^2}} dx$
7. Найти: $\int_1^4 \frac{\frac{1}{2\sqrt{x}}+1}{(\sqrt{x}+x)^2} dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2, \quad y = x + 2$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 15

1. Теорема о связи дифференцируемости с существованием производной.
2. Теорема о среднем значении для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0} \frac{e^x - e^{-x}}{2x}$
4. $y = \frac{(7x+6)}{\arccos 5x}$, $y' - ?$
5. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = x \cdot \left(x^2 - 3\right)$

6. Найти: $\int \frac{\cos x dx}{\left(\sin^2 x + 3\right)}$
7. Найти: $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x}+1}$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 1 - x^2$, $y = x^2 - 1$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 16

1. Касательная к графику функции. Определение, вывод уравнения.
2. Замена переменной в определенном интеграле.
3. Вычислить: $\lim_{x \to 0} \frac{\sin 2x}{x^2 + 3x}$
4. $y = (2x+3) \cdot \sin 2x$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости и точки перегиба функции $y = x \cdot e^{3x}$
6. Найти: $\int \frac{(2x+1)dx}{\left(x^2+3\right)}$
7. Найти: $\int_3^7 \frac{dx}{\sqrt{5x+1}+4}$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x - x^2$, $y = x^2 - 2x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 17

1. Теорема Ролля и ее геометрический смысл.
2. Первообразная. Теорема об общем виде первообразных.
3. Вычислить: $\lim_{x \to 0} \frac{4^{\sin x} - 1}{\arcsin 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int x e^{x^2} dx$
7. Найти: $\int_0^{\pi/4} \frac{2\cos x + 3\sin x}{(2\sin x - 3\cos x)^3} dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = x^2 - x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 18

1. Теорема Лагранж и ее геометрический смысл.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}\,dx$
7. Найти: $\int\limits_0^{\pi/4} \dfrac{2\cos x + 3\sin x}{(2\sin x - 3\cos x)^3}\,dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 19

1. Вывод формулы производной произведения функций.
2. Интеграл с переменным пределом и его свойства.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}\,dx$
7. Найти: $\int\limits_1^2 \dfrac{\ln x}{x^2+4}\,dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 20

1. Вывод формулы производной частного двух функций.
2. Неопределенный интеграл и его свойства.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x-e^{-x}}{\operatorname{tg}2x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции
$$y=2x^3-3x^2-12x+5$$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_0^8 \dfrac{2x+3}{\sqrt{x+1}}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 21

1. Определение предела функции в точке.
2. Формула Ньютона-Лейбница.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x}{\sin 5x}$
4. $y=(3x-4)\arcsin 5x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+21x^2-48x+1$
6. Найти: $\int\dfrac{xdx}{(x-8)(x+1)}$
7. Найти: $\int\limits_1^2 x\ln^2 xdx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y=\ln x$, $x=e$, $y=0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 22

1. Теорема о производной произведения функций.
2. Формула Ньютона-Лейбница.

3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin 2x}{\operatorname{tg} 7x}$

4. $y=\dfrac{\arcsin\frac{1}{x}}{\log_2\cos x}$, $y'-?$

5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+15x^2-84x+2$

6. Найти: $\int x(x^2-8)^8\,dx$

7. Найти: $\int\limits_0^{\pi/4}\operatorname{tg} x\ln\cos x dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $S\ -?$, $y=2x-x^2$, $y=-x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 23

1. Определение непрерывности функции в точке.
2. Интеграл с переменным верхним пределом и его свойства.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{3x}-e^{4x}}{\sin x}$
4. $y=(4x-5)\arccos 6x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=(x+1)e^{-x}$
6. Найти: $\int\dfrac{xdx}{(x-7)(x+2)}$
7. Найти: $\int\limits_2^3(x-1)^3\ln^2(x-1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y=2x-x^2$, $y=\dfrac{x}{2}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 24

1. Свойства бесконечно малых функций.
2. Формула интегрирования по частям для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{2x}-1}{\sin 3x}$
4. $y=\ln\cos x$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\dfrac{1}{x^2+1}$

6. Найти: $\int \frac{x}{\sqrt{x^2+4}}dx$
7. Найти: $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{x+\cos x}{x^2+2\sin x}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = 2x + x^2, \quad y = x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 25

1. Теорема об инвариантности формы дифференциала первого порядка.
2. Теорема о среднем значении для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0}\frac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y = \frac{\arccos\sqrt{x}}{\operatorname{tg} 2^x}$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = \ln\left(1 + x^2\right)$
6. Найти: $\int \frac{(x-1)dx}{(x-6)(x+3)}$
7. Найти: $\int_0^2 (x+1)^2 \ln^2(x+1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2, \quad y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 26

1. Первый замечательный предел.
2. Свойства интеграла с переменным верхним пределом.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0}\frac{3^x - 5^x}{\sin x}$
4. $y = \frac{\operatorname{arctg}\ln x}{\sin x^3}$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 9x^2 - 108x + 3$
6. Найти: $\int \frac{(x-1)dx}{(x+3)^2}$
7. Найти: $\int x^2 \sin x^3 dx$

8	Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 3x - x^2$, $y = 3x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 27

1. Непрерывность функции и точки разрыва.
2. Формула интегрирования по частям для неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x^2}{\operatorname{tg}^2 2x}$
4. $y=(6x-7)\operatorname{arcctg}8x$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = x\cdot e^{2x}$
6. Найти: $\int\dfrac{(x+1)dx}{(x-5)(x+4)}$
7. Найти: $\int\limits_{-1}^{1} x^2 e^{-x/2}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2$, $y = 3x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 28

1. Теорема Лагранжа и ее геометрический смысл.
2. Замена переменной в неопределенном интеграле.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg}2x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+3x^2-120x+4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_{0}^{\pi/4}\dfrac{2\cos x+3\sin x}{(2\sin x-3\cos x)^3}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 29

1. Определение неопределенного интеграла и его свойства.
2. Формула Ньютона-Лейбница
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{6x}-e^{5x}}{\operatorname{tg} x}$
4. $y=\dfrac{\operatorname{arcctg}\log_3 x}{3^{\operatorname{ctg} x}}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3-3x^2-120x+5$
6. Найти: $\int\dfrac{\operatorname{arctg} x}{1+x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_0^1 x^2e^{3x}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x^2$, $y=\dfrac{1}{x}$, $y=4$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 30

1. Теорема о связи непрерывности и дифференцируемости.
2. Свойства определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y=e^{x^3}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\ln\left(2+x^2\right)$
6. Найти: $\int\dfrac{(x+1)dx}{x(x+3)}$
7. Найти: $\int\limits_0^2 (x+1)^2\ln^2(x+1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=2x+x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 31

1. Определение предела функции в точке. Перечислите свойства пределов
2. Приложения определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1+\frac{2}{x}\right)^x$
4. $y=\sin\frac{x}{3}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+21x^2-48x+1$
6. Найти: $\int\frac{(x+1)dx}{x(x-3)}$
7. Найти: $\int\limits_1^2 x\ln^2 x dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y=\ln x$, $x=e$, $y=0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 32

1. Монотонность функции. Необходимое условие монотонности.
2. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{\sin 2x}{\operatorname{tg} 7x}$
4. $y=\frac{\arcsin\frac{1}{x}}{\log_2\cos x}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+15x^2-84x+2$
6. Найти: $\int x(x^2-8)^8 dx$
7. Найти: $\int\limits_0^{\pi/4}\operatorname{tg} x\ln\cos x dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:, $y=2x-x^2$, $y=-x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 33

1. Определение непрерывности функции в точке.
2. Теорема о производной частного функций. о производной произведения функций.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{e^{3x}-e^{4x}}{\sin x}$
4. $y=(4x-5)\arccos 6x$, $y'-?$

5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = e^{-x^2}$
6. Найти: $\int \frac{xdx}{(x-7)(x+2)}$
7. Найти: $\int_2^3 (x-1)^3 \ln^2(x-1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y = 2x - x^2, \quad y = \frac{x}{2}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 34

1. Свойства бесконечно малых функций.
2. Формула интегрирования по частям для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0} \frac{e^{2x}-1}{\sin 3x}$
4. $y = \ln\cos x$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = \frac{1}{x^2+1}$
6. Найти: $\int \frac{x}{\sqrt{x^2+4}}dx$
7. Найти: $\int_{\pi}^{2\pi} \frac{x+\cos x}{x^2+2\sin x}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = 2x + x^2, \quad y = x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 35

1. Определение дифференцируемости функции в точке. Связь дифференцируемости с непрерыностью.
2. Теорема о среднем значении для определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0} \frac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y = \frac{\arccos\sqrt{x}}{\operatorname{tg} 2^x}$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = \ln\left(1+x^2\right)$
6. Найти: $\int \frac{(x-1)dx}{(x-6)(x+3)}$

7. Найти: $\int_0^2 (x+1)^2 \ln^2(x+1)dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 36

1. Экстремумы функции. Необходимое условие существования экстремума.
2. Свойства интеграла с переменным верхним пределом.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0}\frac{3^x - 5^x}{\sin x}$
4. $y = \frac{\operatorname{arctg}\ln x}{\sin x^3}$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 9x^2 - 108x + 3$
6. Найти: $\int \frac{(x-1)dx}{(x+3)^2}$
7. Найти: $\int x^2 \sin x^3 dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 3x - x^2$, $y = 3x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 37

1. Касательная и нормаль к плоской кривой. Определение вывод формул.
2. Формула интегрирования по частям для неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x\to 0}\frac{x^2}{\operatorname{tg}^2 2x}$
4. $y = (6x-7)\operatorname{arcctg} 8x$, $y' - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = x \cdot e^{2x}$
6. Найти: $\int \frac{(x+1)dx}{(x-5)(x+4)}$
7. Найти: $\int_{-1}^{1} x^2 e^{-x/2} dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = 2x + x^2$, $y = 3x$

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 38

1. Выпуклость, вогнутость графика функции. Необходимое условие выпуклости.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x-e^{-x}}{\operatorname{tg}2x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+3x^2-120x+4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_0^{\pi/4}\dfrac{2\cos x+3\sin x}{(2\sin x-3\cos x)^3}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 39

1. Определение неопределенного интеграла.
2. Второй замечательный предел
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{6x}-e^{5x}}{\operatorname{tg}x}$
4. $y=\dfrac{\operatorname{arcctg}\log_3 x}{3^{\operatorname{ctg}x}}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3-3x^2-120x+5$
6. Найти: $\int\dfrac{\operatorname{arctg}x}{1+x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_0^1 x^2e^{3x}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x^2$, $y=\dfrac{1}{x}$, $y=4$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология

	Математика

БИЛЕТ № 40

1. Дифференциал функции и его свойства.
2. Определение определенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos^2 3x}{x^2}$
4. $y=e^{x^3}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=\ln\left(2+x^2\right)$
6. Найти: $\int\dfrac{(x+1)dx}{x(x+3)}$
7. Найти: $\int\limits_0^2 (x+1)^2\ln^2(x+1)dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=2x+x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 41

1. Теорема о достаточных условиях монотонности функции (с доказательством).
2. Геометрический смысл теоремы Ролля.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sqrt{x+4}-2}{x}$
4. $y=(7x+1)\cdot e^{2x}$, $y'-?$
5. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции
6. $y=\dfrac{1}{3}x^3-2x^2+3$
7. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
8. Найти: $\int\limits_0^1 (5x-1)\cdot e^{2x}dx$
9. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 42

1. Геометрический смысл определенного интеграла.

2. Вывод формулы для производных a^x ***(a>0; a≠1)*** и e^x.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x-\sin 2x}{x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+3x^2-120x+4$
6. Найти: $\int\dfrac{xdx}{\sqrt{x^2+1}}$
7. Найти: $\int\limits_0^1\dfrac{e^{2x}}{e^x+1}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 43

1. Выпуклость, вогнутость графика функции. Необходимое условие выпуклости.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^x-e^{-x}}{\operatorname{tg}2x}$
4. $y=\sqrt{x^2+1}$, $y''(0)-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=2x^3+3x^2-120x+4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_0^{\pi/4}\dfrac{2\cos x+3\sin x}{(2\sin x-3\cos x)^3}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y=x-x^2$, $y=\dfrac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 44

1. Выпуклость, вогнутость графика функции. Необходимое условие выпуклости.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\ln(1+2x)}{x}$
4. $y=\dfrac{2x^2-2}{x}$, $y'-?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y=x^2\cdot e^x$

6. Найти: $\int \frac{xdx}{x(x+2)}$

7. Найти: $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{x \cdot \cos x}{\sin^3 x} dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 45

1. Выпуклость, вогнутость графика функции. Необходимое условие выпуклости.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x \to 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2 + 1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int_1^2 \frac{2x^2 + x^3}{x^2} dx$
7. Найти: $\int_1^{16} \frac{1 + \sqrt[4]{x}}{x + \sqrt{x}} dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 46

1. Выпуклость, вогнутость графика функции. Необходимое условие выпуклости.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim_{x \to 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \cos 2x$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int \frac{xdx}{5 - x^2}$

7. Найти: $\int\limits_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{xdx}{\sin^2 x}$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 47

1. Формула о производной суммы двух функций.
2. Формула Ньютона-Лейбница для вычисления определенного интегралаа.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0} \frac{arctgx}{\ln(1+x)}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = 4x^3 + 3x^2 - 6x + 2$
6. Найти: $\int\limits_1^2 \frac{5x^4 - 2x}{x^3} dx$
7. Найти: $\int\limits_0^1 \frac{\arcsin xdx}{\sqrt{1-x^2}}$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 48

1. Теорема Лагранж и ее геометрический смысл.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0} \frac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int xe^{x^2} dx$
7. Найти: $\int \sin^5 x \cos x dx$

8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 49

1. Вывод формулы производной произведения функций.
2. Интеграл с переменным пределом и его свойства.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы выпуклости и вогнутости функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 120x + 4$
6. Найти: $\int xe^{x^2}dx$
7. Найти: $\int\limits_1^2 \frac{\ln x}{x^2+4}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 50

1. Вывод формулы производной частного двух функций.
2. Неопределенный интеграл и его свойства.
3. Вычислить: $\lim\limits_{x\to 0}\frac{e^x - e^{-x}}{\operatorname{tg} 2x}$
4. $y = \sqrt{x^2+1}$, $y''(0) - ?$
5. Найти интервалы возрастания, убывания и экстремумы функции $y = 2x^3 - 3x^2 - 12x + 5$
6. Найти: $\int \frac{(x+2)dx}{x(x-1)}$
7. Найти: $\int\limits_0^8 \frac{2x+3}{\sqrt{x+1}}dx$
8. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями, $y = x - x^2$, $y = \frac{x}{3}$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ
«ДИФФЕРЕНЦИЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ»

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 1

1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).
2. Формула для вычисления площади области D: $a \le x \le b, y_1(x) \le y \le y_2(x)$
3. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial \bar{l}}$, если $z = (2x-1)y^2 + \frac{y}{x}$, $\bar{l} = (3;4), A(1;2)$
4. Найти $\overline{grad}\, z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4};2\right)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^{0} dx \int_{-2x}^{2} f(x;y)\,dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2-x)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$$\oint_C (5x+2xy)dx + (4y-2x^2)\,dy, C: x=0, y=1, y=x.$$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 2

1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательствомвом).
2. Дифференциал второго порядка функции $z = f(x,y)$.
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln\left(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y\right)$ и $x = tgt$, $y = ctgt$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $z = (2x-1)y^2 + \frac{y}{1+x}, \vec{l} = (3;4), A(1;2)$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_0^x f(x;y)\,dy + \int_1^2 dx \int_0^{2-x} f(x;y)\,dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+1)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y-2x)\vec{i} + (x+2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).

8. Вычислить: : $\int_{A(1;0)}^{B(3;2)} (6x-2y)dx + (3y-2x)dy.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 3

1. Функция двух переменных: определение, область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
2. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, основные свойства
3. 3. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$, если $z = \operatorname{arctg}\sqrt{x^2+y^2}, \quad x = t^3, \quad y = \ln t.$
4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением $2^{xy} + \sin^2(2x - z) = 0$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-2}^{1} dx \int_{x^2+2x-2}^{x} f(x,y)dy;$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x-2)dxdy$, $y \ge 1 - x^2, \quad y \le 1 + x^2, \quad 0 \le x \le 1$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = \frac{x+1}{y}\vec{i} + \frac{y+1}{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = x^3$ от точки $A(1;1)$ до точки $B(2;8)$.
8. Вычислить по формуле Грина, $\oint_{(c)} (3x-y)dx + (3y+x)dy$, $y = 4 - x^2, \quad x + y = 2$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология**

	Математика

БИЛЕТ № 4

1. Определение предела функции двух переменных в точке. Основные свойства предела. Непрерывность функции двух переменных в точке.
2. Теорема о среднем значении двойного интеграла (с доказательством).
3. Найти dz, где $z = \arcsin\sqrt{xy} + \ln\left(y + \sqrt{x^2 + y^2}\right)$.
4. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$ и $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z = x^2y - y^2x,\ x = u^2\cos v,\ y = u^3\sin v.$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{2\sqrt{x}}^{3-x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (1-2y)dxdy$, $y \le 2 - x^2$, $y \ge x$, $y \ge -x$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2x+y)\vec{i} + \frac{1}{x^2+8}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = 2x^2 - 1$ от точки $A(0;-1)$ до точки $B(1;1)$.
8. Вычислить: : $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(3yx^2 + y^3 + 10x\right)dx + \left(x^3 + 3xy^2 - 3\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 5

1. Определение частных производных первого порядка функции двух переменных. Правило их вычисления.
2. Вычисления двойного интеграла в декартовой системе координат. Теорема о сведении двойного интеграла к повторному (с доказательством)
3. Найти dz, если $z = \log_2\left(\sqrt{x} + y^2\right) + 3^{\frac{x}{y}}$.
4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением $x = x^2y + 3y^2x$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_1^2 dy \int\limits_0^{\frac{2}{y}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, $y \le 2x - x^2$, $y \ge \frac{x}{2}$;

7. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_{c}(1-xy)dx+(x+y)^2dy$,

$y=x^2, \quad x+y=2, \quad x=0$

8. Вычислить: $\int\limits_{(0;0)}^{(\frac{\pi}{6};3)}\left(2cos2x+y^2\right)dx+\left(2xy+5\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 6

1. Дифференцируемость функции двух переменных. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных (с доказательством).
2. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z=\ln\left(e^{2t}+4\sqrt{x}-\sin y\right)$ и $x=tgt$, $y=ctgt$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $z=x^3-3x^2y+3xy^2+1$ в точке $A(3:1)$ в направлении вектора $\overrightarrow{AB}$, точка B (6;5).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dx\int\limits_{\frac{2}{x+1}}^{2(x+1)}f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D(1-x)dxdy$, $x=2-y, \quad y=x^2, \quad x=0$;
7. Вычислить работу силы $\vec{F}=y^2\vec{i}-x^2\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой, соединяющей точку $A(1;0)$ и точку B (1;1).

8. Вычислить: : $\int\limits_{A(1;0)}^{B(3;2)}\left(6x-2y\right)dx+(3y-2x)dy.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 7

1. Приложения двойного интеграла
2. Вывод формул для вычисления частных производных $\frac{\partial z}{\partial u}$; $\frac{\partial z}{\partial v}$ сложной функции $z = f(x, y)$, где $x = x(u, v)$; $y = y(u, v)$.
3. Найти d^2z, где $z = \cos(xy)$.
4. Найти dz, если функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением $\sin^2(x - z) - xy^2 + e^z = 0$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^4 dx \int_{2\sqrt{x}}^{3-x} f(x, y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (\cos x + x)dxdy$, $x = \pi$, $y - x = 0$, $2y + x = 0$;
7. Вычислить $\int_{(2;0)}^{(3;4)} y(x+4)dx + \left(\frac{(x+4)^2}{2} + 3y^2\right)dy$
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

   $\oint_C (\sin^2 x + y)dx + (\cos y + x)dy$, $y = 1 - x$; $y = x + 1$; $x = 1$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 8

1. Вывод формулы для вычисления полной производной для функции $z = f(x, y)$, где $x = x(u)$; $y = y(u)$.
2. Интеграл Эйлера – Пуассона (с доказательством).
3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln\left(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y\right)$ и $x = tgt$, $y = ctgt$.
4. Найти dz в точке $A\left(\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right)$, где $z = \frac{\cos x}{2\cos^2 y} - \frac{1}{2}\ln \mathrm{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{y}{2}\right)$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^{0} dy \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{y+1} f(x, y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D \cos(x + y)dxdy$, $x = \frac{\pi}{2}$, $y = x$, $y = 2x$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль

дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки $A(0;1)$ до $B(1;4)$.

8. Вычислить: : $\int\limits_{(0,1)}^{(1,4)} (2e^x y + 3x^2\sqrt{y} + y)dx + (2e^x + \frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 9

1. Полный дифференциал первого порядка функции двух переменных. Теорема об инвариантности его формы (с доказательством)
2. Тройной интеграл: определение и основные свойства, приложения. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат
3. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial \bar{l}}$, если $z = \operatorname{arctg}\frac{x}{y^2}$ в точке A $(1;-1)$ по направлению вектора $\overrightarrow{AB}$, если точка B (1;2).
4. Найти $\overline{grad}\, z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4};2\right)$
5. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (2-x)dxdy, D: y + x = 2, y = x, x = 2.$
6. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^{2,5} dy \int\limits_{y^2-2y+2}^{\frac{y+4}{2}} f(x,y)dx$
7. Вычислить $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} 3x^2y^2dx + (2x^3y + y)dy$
8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_{(C)} (2x-1)dy - (x-2y)dx$,

   $y = 2x - x^2; \quad y = 0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 10

1. Вывод формулы для производной функции одной переменной, заданной неявно

уравнением $F(x,y)=0$ с помощью частных производных.

2. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, основные свойства. Вычисление работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.

3. Найти dz, где $z = \operatorname{arctg}\frac{x+y}{1-xy}$.

4. Найти угол между градиентами скалярных полей

$u = 6\sqrt{6}x^3 - 6\sqrt{6}y^3 + 2z^3$ и $v = \frac{y}{xz^2}$ в т. $M\left(\frac{1}{\sqrt{6}};\frac{1}{\sqrt{6}};1\right)$.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^{2,5} dx \int\limits_{x^2-2x}^{\frac{x}{2}} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x+1)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$

7. Вычислить по формуле Грина: $\oint\limits_c 2xydx + (x+y)^2 dy$, $y = x^2$, $x = y^2$.

8. Вычислить: : $\int\limits_{(1;0)}^{(2;3)} \left(3x^2\sqrt{y} + y\right)dx + \left(\frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 11

1. Вывод формул для нахождения частных производных функции двух переменных, заданной неявно уравнением $F(x,y,z)=0$..

2. Вычисление криволинейного интеграла по координатам в R^2, R^3.

3. Найти $\frac{dz}{dx}$, если $z = \operatorname{tg}(x+y) - \ln^2(x-y)$, $y = \operatorname{ctg} x^2$.

4. Найти dz, где функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$2^{x+z^2} + \cos^2(xy) - z = 0$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\frac{2}{x+1}}^{2(x+1)} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (2x+3)dxdy$, $y \ge \frac{x^2}{4} - 1$, $y + x \le 2$

7. Вычислить $\int\limits_{(1;2)}^{(3;4)} \left(4x^3y^3 - 3y^2 - 5\right)dx + \left(3x^4y^2 - 6xy - 4\right)dy$

8. Вычислить интеграл по формуле Грина:
$\oint\limits_C \left(5x + 2xy\right)dx + \left(4y - 2x^2\right)dy, C: x = 0, y = 1, y = x.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 12

1. Частные производные и дифференциалы высших порядков функции $z = f(x, y)$. Свойство смешанных частных производных второго порядка для функции $z = f(x, y)$
2. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру (с доказательством)
3. Найти d^2z, где $z = \ln(x^2 + y^2 + 2x + 1)$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = x^2y^2z^2$ в точке A (5;1;–2) в направлении вектора $\overrightarrow{AB}$, где B (9;4;10).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{\frac{3}{2}}^{2} dx \int\limits_{x-1}^{\frac{1}{x-1}} f(x, y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D x^{-2}ydxdy$, $y \le x$, $y \ge \sqrt{x}$, $1 \le x \le 4$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1).

8. Вычислить: : $\int\limits_{A(1;0)}^{B(3;2)} \left(6x - 2y\right)dx + (3y - 2x)dy.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 13

1. Аналитический признак полного дифференциала (с доказательством).
2. Теорема о независимости криволинейного интеграла по координатам от формы пути

интегрирования: необходимое и достаточное условие (с доказательством)

3. Найти dz, где $z = x^2 2^{\sqrt{x+y}}$.

4. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = x^2 - y^2 - 3z^2$ и $v = \frac{x}{yz^2}$ в точке $M\left(\frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^{0} dy \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{y+1} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2y+1)dxdy$, $x \ge 0,\ y \ge \frac{x}{2},\quad y \le 3 - x$

7. Вычислить $\int_{(1,0)}^{(3,4)} \left(\frac{1}{x^2} + \frac{3y^2}{x^4}\right)dx - \frac{2y}{x^3}dy$

8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$\oint_C (5x + 2xy)dx + \left(4y - 2x^2\right)dy, C: x = 0, y = 1, y = x.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 14

1. Определение производной по направлению для функции $u = f(x,y,z)$. Вывод формулы для ее вычисления.

2. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.

3. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = x \cdot \sin y + y \cdot \cos x$, $x = 2t^2 + 1;\ y = 3\sqrt{t}$.

4. Найти dz, где $z = \arccos\left(\frac{x^2}{x+y}\right)$.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (1-y)dxdy$, $y \ge x - 2,\quad y \le 2 - \frac{x^2}{2},\quad x \ge 0$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).

8. Вычислить: : $\int\limits_{A(1;0)}^{B(3;2)} (6x-2y)dx+(3y-2x)dy.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 15

1. Градиент функции и его свойства
2. Поверхностный интеграл второго рода. Поток вектора через поверхность
3. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}$ в точке A (–1;2), если $u = x\,\mathrm{arctg}\,(x+y)$, а направление $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, B (2;6).
4. Найти $\overline{grad}z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4};2\right)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^{2,5} dx \int\limits_{x^2-2x}^{\frac{x}{2}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (3x-2y)dxdy$, $y+2x \le 1$, $y \ge 4x^2-1$, $x \ge 0$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(0;0)}^{(2;8)} (x^2-y^2)dx + xydy$ по дуге кривой $y = x^3$.
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

   $\oint\limits_{(C)} xy^2dx + (xy^2+x^2)dy$, $y = 4x - x^2$; $y = x$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 16

1. Экстремумы функции двух переменных. Необходимое (с доказательством) и достаточное условия существования экстремума.
2. Определение дивергенции векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.
3. Найти d^2z, где $z(x,y) = \sin^2(e^{3x}+e^{2y})$.

4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = \ln\frac{z^2}{x-2y}$ в точке $A(3;1;-1)$ в направлении, составляющем с осями координат одинаковые острые углы.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{3^x}^{4-x} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (3x-2)dxdy$, $y \ge x^2$, $y \ge (x-2)^2$, $y \le 4$

7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z (x-2y)dx + (3x+y)dy$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.

8. Вычислить: $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3x^2y + 2y\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 17

1. Определение условного экстремума. Нахождение условного экстремума методом множителей Лагранжа.
2. Определение ротора. Формула Стокса
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial t}$ и $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln^2(t + 3x^2 - 6y)$, $x = \operatorname{tg} t$, $y = \operatorname{ctg} t$.
4. Найти $y'(x)$ с помощью логарифмирования и последующего дифференцирования по x функции $y(x) = (\cos x)^{\operatorname{tg} x}$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{\frac{3}{2}}^{2} dx \int\limits_{x-1}^{\frac{1}{x-1}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D \left(\frac{y}{x^4} + xy\right)dxdy$, $x = 2 - y$, $y = x$, $x = 0$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y - x)\vec{i} + (2y + x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx + 4dy$ по дуге кривой $y = \frac{x^2}{4}$ от точки $A\ (0;0)$ до точки $B\ (2;1)$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 18

1. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
2. Приложения двойного интеграла.
3. Найти $\overrightarrow{grad}\, z(M)$ в точке M (1;2), где $z = e^{-\frac{x}{y}}$.
4. Найти $\dfrac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $z = xy\ln(x+y)$ в точке $A(-1;2)$ по направлению $\vec{l}$, составляющему равные углы с осями координат.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{2x}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D \cos(x+2y)dxdy$, $x = \dfrac{\pi}{6}$, $y - x = 0$, $2y - x = 0$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = \sin x\,\vec{i} - 2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \cos x$ от точки A (0;1) до точки B ($\dfrac{\pi}{2}$;0).
8. Вычислить: $\int\limits_{(2;3)}^{(3;4)} \left(6xy^2 + 4x^3\right)dx + \left(6x^2y + 3y^2\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 19

1. Определение производной по направлению. Вывод формулы для ее вычисления.
2. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл.
3. Найти dz, где $z(x,y) = \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{x} - 2y\cos x$.
4. Найти $\overline{grad}\, z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\dfrac{\pi}{4};2\right)$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dy \int_{y^2-1}^{1-y} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D \sin(x+2y)dxdy$, $x=\frac{\pi}{3}$, $y=x$, $y=-x$

7. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l y(x-y)dx + xdy$ по кривой l $y=2x^2$ от точки O $(0;0)$ до точки A $(1;2)$.

8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint_{(C)} xdx - 3(x+y)dy$, где с – замкнутый контур треугольника ABC с вершинами A $(1;0)$, B $(1;3)$, $C(-2;3)$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 20

1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством).
2. Дифференциал второго порядка функции $z=f(x,y)$.
3. Найти d^2z, где $z=\frac{\cos(y+x)}{y-x}$
4. Найти dz, если функция $z=z(x,y)$ задана неявно уравнением $e^{2x}-\ln z = \operatorname{arctg}(z-y)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^3 dy \int_y^{1+\sqrt{1+y}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x-y)dxdy$, $y \ge \frac{x^2}{4}-1$, $y \le x+2$
7. Вычислить работу силы $\vec{F}=(y+2x)\vec{i}+(x-y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y=2x-x^2$ от точки A (1;1) до точки B (2;0).

8. Вычислить: : $\int_{(0,1)}^{(1,4)} (2e^x y + 3x^2\sqrt{y} + y)dx + (2e^x + \frac{x^3}{2\sqrt{y}} + x)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет

математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 21

1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).
2. Формула для вычисления площади области D: $a \le x \le b, y_1(x) \le y \le y_2(x)$
3. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}(A)$, где $u = x^2y^2z^2$ точке $A(5;1;-2)$ в направлении $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, точке B (9;4;10).
4. Найти направление наибольшего возрастания функции $z = \frac{x+\sqrt{y}}{y}$ в точке M (2;1).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_{3^x}^{4-x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D xydxdy$, $y \ge x$, $y \le \sqrt{x}$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int_{AB} (x^2+3xy)dx - (2xy+y^2)dy$ по прямой, соединяющей точки с координатами A (0;1) и B (1;–1).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$\oint_{(C)} 2xdy - (x+y)dx$, $y = 2x - x^2$; $y = x - 2$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 22

1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, основные свойства
2. Функция двух переменных: определение, область определения, линии уровня, геометрическая интерпретация.
3. Найти dz, где $z(x,y) = \mathrm{ctg}^2(xy) + 2^{\frac{y}{x}}$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $z = (2x-1)y^2 + \frac{y}{1+x}, \vec{l} = (3;4), A(1;2)$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^4 dy \int_{\frac{y}{2}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+y)dxdy$, $x \ge 0,\ y \ge \frac{x}{2},\quad y \le 5-x^2$

7. Вычислить по формуле Грина $\oint_c e^x \cdot arctgydx + \left(\frac{e^x}{y^2+1} + x^2\right)dy,\ \ y = x;\quad y = 2x - x^2$.

8. Вычислить: : $\int_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3yx^2 + 2y\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 23

1. Вычисления двойного интеграла в декартовой системе координат. Теорема о сведении двойного интеграла к повторному (с доказательством).
2. Определение частных производных первого порядка функции двух переменных. Правило их вычисления
3. Найти $\frac{\partial u}{\partial \vec{l}}$ в точке $A(0;0)$, если $u = \ln(e^x + e^y)$, а $\vec{l} = \overrightarrow{AB}$, где точка B (3;4).
4. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

   $x\cos(y+z) = \frac{z}{x+y}$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^3 dy \int_4^{\sqrt{25-y^2}} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x-2y)dxdy$, $y \ge \frac{x^2}{4} - 1,\quad y \le 2 - \frac{x^2}{2},\quad x \ge 0$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = 2xy\vec{i} + e^{x^2}\vec{j}$ при перемещении точки вдоль линии $y = x^2 + 1$ от точки A (0;1) до точки B (1;2).

8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

   $\oint_C (5x + 2xy)dx + \left(4y - 2x^2\right)dy, C: x = 0, y = 1, y = x.$

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 24

1. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.
2. Дифференцируемость функции двух переменных. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных (с доказательством).
3. Найти $\frac{dz}{dx}$, если $z = \arcsin\frac{\sqrt{x}}{y}$, $y = \frac{1}{\ln(x^2+4)}$
4. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$ в точке A (1;1), где $z = \arcsin\frac{x}{x+y}$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^2 dx \int\limits_{\frac{x}{2}}^{3-x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (3x+2xy)dxdy$, $y \le x$, $y \ge 2x^2 - 1$
7. Вычислить $\int\limits_l (x^2-2xy)dx + (y^2-2xy)dy$, l – дуга параболы $y = x^2$ от точки $A\ (-1;1)$ до $B\ (1;1)$.
8. Вычислить: : $\int\limits_{(1;0)}^{(0;1)} (x^4+4xy^3)dx + (6x^2y^2-5y^4)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 25

1. Определение предела функции двух переменных в точке. Основные свойства предела. Непрерывность функции двух переменных в точке.
2. Вывод формул для вычисления частных производных $\frac{\partial z}{\partial u}$; $\frac{\partial z}{\partial v}$ сложной функции $z = f(x,y)$, где $x = x(u,v)$; $y = y(u,v)$.
3. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial \bar{l}}$, если $z = (2x-1)y^2 + \frac{y}{x}$, $\bar{l} = (3;4)$, $A(1;2)$
4. Найти $d^2z, z = (2x-y)e^{xy}$.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{1-x} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+2y)dxdy$, $y \le x^2$, $y \le (x-2)^2$, $y \ge 0$, $(0 \le x \le 2)$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).

8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint_c (2xy+5y)dx + (2x^2+5x)dy$

$y = 1-\sqrt{x}$; $y = x+1$; $x = 1$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 26

1. Интеграл Эйлера – Пуассона (с доказательством).

2. Вывод формулы для вычисления полной производной для функции $z = f(x, y)$, где $x = x(u)$; $y = y(u)$.

3. Найти полную производную $\frac{dz}{dt}$, если $z = \ln\left(e^{2t} + 4\sqrt{x} - \sin y\right)$ и $x = tgt$, $y = ctgt$.

4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = 3x^4 + xy + y^3$ в точке M (1;2) в направлении, составляющем с осью Ox угол 135°.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_{-1}^{1} dx \int_{2x^2}^{\sqrt{5-x^2}} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x+1)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y-2x)\vec{i} + (x+2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).

8. Вычислить: : $\int_{(-1;0)}^{(1;1)} \left(15x^2 + 8xy^2 - 2y\right)dx + \left(8x^2y - 2x - 3y^2\right)dy$

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 27

1. Тройной интеграл: определение и основные свойства, приложения. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат.
2. Полный дифференциал первого порядка функции двух переменных. Теорема об инвариантности его формы (с доказательством)
3. Найти $\frac{dz}{dx}$, если $z = \arcsin\frac{\sqrt{x}}{y}$, $y = \frac{1}{\ln(x^2+4)}$.
4. Найти $\overrightarrow{grad\, z}(M)$ в точке M (–1;4;1), где $z = x^2\sqrt{y-2t}$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^4 dy \int_{2-\sqrt{4-y}}^{6-y} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2-x)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

   $\oint_{(C)} -x^2 ydx + xy^2 dy$, где с – окружность: $x^2 + y^2 = 4$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 28

1. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, основные свойства. Вычисление работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
2. Вывод формулы для производной функции одной переменной, заданной неявно уравнением $F(x,y) = 0$ с помощью частных производных.
3. Найти dz, где $z = (\mathrm{arctg}\,(2x)^{3y^2}$
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = z^2(x+y)$. где точка M $(0;1;-3)$, $\vec{l} = \overrightarrow{MN}$, точка $N(2;3;-2)$.

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{-6}^{2} dx \int\limits_{\frac{x^2}{4}-1}^{2-x} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_{D} (x+1)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$

7. Вычислить работу силы $\vec{F}=(3y-2x)\vec{i}+(x+2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y=5x-2x^2+1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).

8. Вычислить: : $\int\limits_{A(1;0)}^{B(3;2)} (6x-2y)dx+(3y-2x)dy.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 29

1. Вычисление криволинейного интеграла по координатам в R^2, R^3.
2. Вывод формул для нахождения частных производных функции двух переменных, заданной неявно уравнением $F(x,y,z)=0$
3. Найти d^2z, где $z = x\ln\frac{y}{x}$.
4. Найти $\overrightarrow{grad\ z}\ (M)$, $z = \mathrm{arctg}\ \frac{x}{y^2}$ в точке M (–1;1).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{1}^{4} dx \int\limits_{\frac{1}{x}}^{x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_{D} e^{(x+y)}dxdy$, $x=2-y$, $y=x$, $y=0$
7. Вычислить работу силы $\vec{F}=(2y-x)\vec{i}+(2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_{c} (ye^{xy}+2x\cos y-2y)dx+(e^{xy}x-x^2\sin y)$

   $x+y=1,\quad y=e^x,\quad x=1.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**18.03.01 Химическая технология**
	Математика

БИЛЕТ № 30

1. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру (с доказательством).
2. Частные производные и дифференциалы высших порядков функции $z = f(x, y)$. Свойство смешанных частных производных второго порядка для функции $z = f(x, y)$.
3. Найти полную производную dz, где $z = (1 + \sqrt[3]{x})^{\operatorname{arctg}\frac{1}{\sqrt{y}}}$.
4. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial l}\right)_M$ в направлении, составляющем одинаковые тупые углы с осями координат, $u = x \arcsin\frac{\sqrt{x}}{y} + x^2 yz$, точка M (1;2;1).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\frac{y-1}{2}}^{1-y^2} f(x, y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D \sin(2x + y)dxdy$, $x = \pi$, $y - x = 0$, $y - 2x = 0$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_z x^2 ydy + (xy - 1)dx$, где z – кривая, заданная параметрически $x = \cos t$, $y = 2\sin t$ от точки A $(1;0)$ до точки B $(0;2)$.
8. Вычислить: : $\int\limits_{(1,2)}^{(3,4)} (4x^3y^3 - 3y^2 - 5)dx + (3x^4y^2 - 6xy - 4)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 31

1. Теорема о независимости криволинейного интеграла по координатам от формы пути интегрирования: необходимое и достаточное условие (с доказательством).
2. Аналитический признак полного дифференциала (с доказательством)
3. Найти dz, где $z = \frac{\sqrt[3]{3x-5}}{\cos(xy+7y^2)}$.
4. Найти $\overline{grad\ u}\ (A)$, $u = 3^{x^2+y^2+z^2}$, A (1;–1;1).
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{y^2-1}^{1-y^2} f(x, y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D x^2 y^{-2} dxdy$, $x = 2$, $y = x$ и кривой $y = \frac{1}{x}$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y - x)\vec{i} + (2y + x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).

8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_{(c)} (x - y)^2 dx + 2xydy$

где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами в точках $A(1;0)$, $B(2;1)$ и $C(0;1)$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 32

1. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.
2. Определение производной по направлению для функции $u = f(x,y,z)$. Вывод формулы для ее вычисления.
3. Найти dz, если функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

   $(3x - zy)\mathrm{tg}\frac{x}{z} + y^2 z = 0$
4. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$ и $\overline{grad\, z}\,(B)$, если $z = x^2 y + \ln\frac{x}{2y}$, $A(2;1)$, $B(1;2)$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{-\frac{3}{2}}^{0} dx \int\limits_{2x^2}^{3-x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D xdxdy$, $y \geq \frac{x^2}{2}$, $y \leq x$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} + x^2\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \frac{1}{x}$ от точки A (0,5;2) до точки B (1;1).
8. Применяя формулу Грина, вычислить $\oint\limits_{(c)} (x + y)^2 dx + x^2 dy$, где c – замкнутый контур $\Delta ABCA$ с вершинами A (2;0), B (2;2), C (0;2).

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 33

1. Поверхностный интеграл второго рода. Поток вектора через поверхность.
2. Градиент функции и его свойства
3. Найти $\left(\frac{\partial z}{\partial \ell}\right)_M$ функции $z = x\arcsin\frac{x-1}{y+2}$ в направлении, идущем от точки M (1;–1) к точке N (4;3),
4. Найти dz, где $z = \operatorname{ctg}^3\left(x^2y + \frac{\sqrt[5]{x}}{y}\right)$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^5 dx \int\limits_{-x}^{4x-x^2} f(x,y)dy$;
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x+y)dxdy$, $0 \le x \le 1, \quad y \ge -x, \quad y \le \sqrt{x}$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y+x)\vec{i} + (3x-y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 1 - x^2$ от точки A (0;1) до точки B (1;0).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$$\oint\limits_{(C)} (xdy - ydx), \; y = x^2 - 1; \; y = \frac{1-y^2}{2}.$$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 34

1. Определение дивергенции векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.
2. Экстремумы функции двух переменных. Необходимое (с доказательством) и достаточное условия существования экстремума.
3. Найти d^2z, где $z = e^{2y}\cos\frac{x}{3}$
4. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial \ell}\right)_M$ функции $u = x\operatorname{ctg}^2\frac{(y+z)\pi}{x+1-y}$ в направлении, идущем от точки M (0;–1;2) к точке N (3;3;14), .

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^2 dy \int_{\frac{3y}{2}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (2x-y)dxdy$, $x \ge 0,\ y \ge x,\quad y \le 2-x^2$

7. Вычислить криволинейный интеграл $\int_z \cos^3 xdx + ydy$, где z – кривая, $y = \sin x$ от точки A $(0;0)$ до точки B $\left(\pi/2;1\right)$.

8. Вычислить: : $\int_{(0;2)}^{(1;4)} ye^x dx + e^x dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 35

1. Определение ротора. Формула Стокса.
2. Определение условного экстремума. Нахождение условного экстремума методом множителей Лагранжа
3. Найти dz, где $z = x^3 \arcsin\frac{x}{\sqrt{y}}$
4. Найти $\left(\frac{\partial u}{\partial l}\right)_M$ функции $u = x\mathrm{ctg}^2\frac{(y+z)\pi}{x+1-y}$ в направлении, идущем от точки M (0;–1;2) к точке N (3;3;14),
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D ydxdy$, $y \ge 0,\quad x^2+y^2 \le 2x$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y-x)\vec{i} + (2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

$\oint_C (5x+2xy)dx + \left(4y-2x^2\right)dy, C: x=0, y=1, y=x.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 36

1. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру (с доказательством).
2. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области
3. Найти d^2z, где $z = e^{2y}\cos\frac{x}{3}$.
4. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$, в точке $A(2;1)$, если $z = \frac{x}{\sqrt{2x^2+y^2}}$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^2 dx \int\limits_x^{\sqrt{8-x^2}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D xdxdy$, $y \ge 1$, $x^2 + y^2 \le 2y$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_C (x+y-1)dx + (2x-y)dy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2 + 3$, расположенной над осью Ox.
8. Вычислить: : $\int\limits_{(0,1)}^{(1,2)} (2x - 3xy^2 + 2y)dx + (2x - 3x^2y + 2y)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 37

1. Двойной интеграл: определение, геометрический смысл.
2. Определение производной по направлению. Вывод формулы для ее вычисления
3. Найти dz, где $z = x^3 \arcsin\frac{x}{\sqrt{y}}$
4. Найти $\overline{grad\, z}\,(A)$, в точке $A(1;-1)$, если $z = \operatorname{arctg}\frac{x+2y}{x}$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^4 dy \int\limits_{\frac{y}{2}-2}^{\sqrt{4-y}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D \left(1 + \frac{y^2}{x^2}\right)dxdy$, $y \ge 0$, $y \le x$, $x^2 + y^2 \le 4$, $x^2 + y^2 \ge 1$.

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (2y - x)\vec{i} + (2y + x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).

8. Вычислить по формуле Грина: $\oint\limits_c (1 - xy)dx + (x + y)^2 dy$, $y = x^2$, $x + y = 2$, $x = 0$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 38

1. Теорема о среднем значении для двойного интеграла (с доказательством).
2. Вывод формул для вычисления частных производных $\frac{\partial z}{\partial u}$; $\frac{\partial z}{\partial v}$ сложной функции $z = f(x, y)$, где $x = x(u, v)$; $y = y(u, v)$
3. Найти dz, где $z = \frac{\operatorname{tg}^2(2x-3y)}{\ln(\cos 5y)}$.
4. Найти dz, где функция $z = z(x, y)$ задана неявно уравнением

   $x^2 + y^3 + z = 3^{x^2-3y^2+z^2}$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{-3}^{1} dy \int\limits_{2y+1}^{4-y^2} f(x, y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x + y)dxdy$, $y \geq x$, $x^2 + y^2 \leq 4$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = y^2\vec{i} - x^2\vec{j}$ при перемещении материальной точки по прямой, соединяющей точку $A(1;0)$ и точку B (1;1).

8. Вычислить: : $\int\limits_{(0;0)}^{(\frac{\pi}{6};3)} (2cos2x + y^2)dx + (2xy + 5)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 39

1. Теорема о производной сложной функции нескольких переменных (с док-вом).
2. Вычисление криволинейного интеграла по координатам в R^2, R^3

3. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = e^{x-2y}, x = \sin t,\ y = t^3$.

4. Найти dz, где $z = (2y^3x + 1)\ 5^{\cos^2\frac{x}{y}}$

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{1-2x}^{2x-x^2+1} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D 3(x-y)dxdy$, $y \ge 1$, $x^2 + y^2 \le 4$

7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_l (2x^2 - xy)dx - y^2dy$, l – дуга кривой $y = x^2 + x + 1$ от точки A (0;1) к точке B (1;3).

8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_{(C)} 2xdx + (xy^2 - x^2)dy$, $y = 2x - x^2$; $y = 0$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 40

1. Вычисления двойного интеграла в декартовой системе координат. Теорема о сведении двойного интеграла к повторному (с доказательством)
2. Частные производные и дифференциалы высших порядков функции $z = f(x, y)$.
3. Найти d^2z, если $z = \frac{\sin^2 3y}{x}$.
4. Найти угол между градиентами скалярных полей $u = x^2 + y^2 - z^2$ и $u = \arcsin\frac{x}{x+y}$ в точке $M\ (1; 1; \sqrt{7})$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dx \int\limits_{\sqrt{2x-x^2}}^{\sqrt{2x}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D \frac{y}{x}dxdy$, $y \ge 0$, $y \le \sqrt{3}x$, $x^2 + y^2 \le 4$, $x^2 + y^2 \ge 1$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y - 2x)\vec{i} + (x + 2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки A(0;1) до точки B(1;4).

8. Вычислить: : $\int\limits_{(0;2)}^{(1;3)} yxe^x dx + (x-1)e^x dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 41

1. Теорема о независимости криволинейного интеграла по координатам от формы пути интегрирования: необходимое и достаточное условие (с доказательством).
2. Свойство смешанных частных производных второго порядка для функции $z = f(x, y)$
3. Найти dz, $z = \ln(\sqrt{x} + \sqrt[3]{y})$.
4. Найти $\overline{grad}z(M)$, если $z = y^3 \sin 2x$, $M\left(\frac{\pi}{4};2\right)$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^2 dx \int\limits_{x^2-4x}^{\frac{x}{2}} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x+y)dxdy$, $x \geq \sqrt{3}$, $x^2 + y^2 \leq 4$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = \sin x\,\vec{i} - 2y\,\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \cos x$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(\frac{\pi}{2};0)$.
8. Вычислить интеграл по формуле Грина: $\oint\limits_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – замкнутый контур соединяющий точки $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 42

1. Интеграл Эйлера – Пуассона (с доказательством).
2. Определение частных производных первого порядка функции двух переменных.
3. Найти dz, если $z = x\,\mathrm{tg}^2(xy)$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = \mathrm{arctg}(x^2 + y^2) - xy^2z^3$ в точке M $(1;1;1)$ по направлению $\overrightarrow{MN}$, где точка N (2;3;3).

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^2 dy \int_{-y^2}^{\frac{1}{4}y^2} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D \frac{ydxdy}{x}$, $y \le x, \quad x^2 + y^2 \le 2x$

7. Вычислить по формуле Грина $\oint_z (3x - y)dx + (3y - x^2)dy$, где z – замкнутый контур соединяющий точки *A(1;1)*, *B(2;1)*, *C(2;2)*.

8. Вычислить: : $\int_{(2;0)}^{(3;4)} y(x+4)dx + \left(\frac{(x+4)^2}{2} + 3y^2\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 43

1. Аналитический признак полного дифференциала (с доказательством).
2. Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, основные свойства
3. Найти d^2z, если $z = \cos^2(5x - y^2)$.
4. Найти $\overline{grad}z(M)$, если в точке A $(2; 1; 1)$, если $u = \frac{x}{y} - \sqrt{z}$ и его величину.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^3 dy \int_{\frac{2y}{3}}^{\sqrt{13-y^2}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (x-2)dxdy$, $y \le 2x - x^2, \quad y \ge \frac{x}{2}$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int_l (xy-1)dx + x^2ydy$ по кривой l: $4x + y^2 = 4$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(0;2)$.
8. Вычислить по формуле Грина $\oint_{(c)} (x^2 - y)dx + xdy$, $x = y^2$ и $y = \frac{x}{2}$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**18.03.01 Химическая технология**
	Математика

БИЛЕТ № 44

1. Экстремумы функции двух переменных. Необходимое (с доказательством) и достаточное условия существования экстремум.
2. Вычисление работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути.
3. Найти $\frac{dz}{dt}$, если $z = \arcsin\sqrt{\frac{y}{x}}, x = \frac{1}{t}, y = \ln^2 t$
4. Найти $\overrightarrow{grad\, u}$ в точке $A\ (2;1;1)$, если $u = \frac{x}{y} - \sqrt{z}$ и его величину.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^4 dx \int\limits_{-\sqrt{x}}^{x} f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (1-2y)dxdy$, $y \le 2 - x^2$, $y \ge x$, $y \ge -x$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} 2xdx - (x+2y)dy$ вдоль ломаной линии, соединяющей точки $A(-1;0)$, $B(0;2)$, $C(2;0)$.
8. Вычислить: : $\int\limits_{(1;0)}^{(3;5)} \left(\frac{1}{x^2} + \frac{3y^2}{x^4}\right)dx - \frac{2y}{x^3}dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 45

1. Полный дифференциал первого порядка функции двух переменных. Теорема об инвариантности его формы (с доказательством).
2. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования
3. Найти dz, $z = \log_2(\sqrt{x} + y^2 + 3^{x/y})$
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial \vec{l}}$, если $u = (\ln y - \operatorname{arctg} z)x$ в точке $M\ (-2;1;-1)$ по направлению вектора $\vec{l} = 8\vec{i} + 4\vec{j} + 8\vec{k}$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\frac{y-1}{2}}^{2(1-y)} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x-2)dxdy$, $y \ge 1-x^2$, $y \le 1+x^2$, $0 \le x \le 1$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = (3y-2x)\vec{i} + (x+2y)\vec{j}$ при перемещении точки вдоль дуги параболы $y = 5x - 2x^2 + 1$ от точки $A(0;1)$ до $B(1;4)$.

8. Вычислить: $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} 3x^2y^2dx + \left(2x^3y + y\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 46

1. Дифференцируемость функции двух переменных. Теоремы о связи дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных (с доказательством).

2. Замена переменных в двойном интеграле. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат.

3. Найти dz, $z = \ln\left(\mathrm{ctg}2x + \sqrt{y}\right)$.

4. Найти $\dfrac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u = 3xy^2 + z^3 - xyz$ в точке M (1;1;2) по направлению вектора $\overrightarrow{MN}$, если точка N (–1;3;3).

5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_0^1 dy \int\limits_{\sqrt{y}}^{3-2y} f(x,y)dx$

6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_D (x+1)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$

7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} \left(x^3 - y\right)dx + xdy$ по дуге параболы $y = 2x - x^2$, расположенной над осью Ox. Движение совершается по ходу часовой стрелки

8. Вычислить: : $\int\limits_{(1;2)}^{(3;4)} \left(4x^3y^3 - 3y^2 - 5\right)dx + \left(3x^4y^2 - 6xy - 4\right)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

_____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 47

1. Интеграл Эйлера – Пуассона (с доказательством).
2. Вывод формул для нахождения частных производных функции двух переменных, заданной неявно уравнением $F(x,y,z)=0$.
3. Найти d^2z, если $z=\operatorname{tg}\sqrt{y}(\sqrt[3]{4x^2}+1)^2$
4. Найти $\overline{grad}\,z(M)$, если $u=\operatorname{tg}x-x+3\sin y+z-\operatorname{ctg}z$. в точке $M\left(\frac{\pi}{4};\frac{\pi}{3};\frac{\pi}{2}\right)$.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{-1}^{1}dx\int\limits_{-2x}^{\sqrt{5-x^2}}f(x,y)dy$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_{D}(2-x)dxdy, D: y+x=2, y=x, x=2.$
7. Вычислить работу силы $\vec{F}=(2y-x)\vec{i}+(2y+x)\vec{j}$ при перемещении точки по прямой от точки A(0;3) до точки B(1;5).
8. Вычислить интеграл по формуле Грина:

   $\oint\limits_{C}(5x+2xy)dx+(4y-2x^2)dy, C: x=0, y=1, y=x.$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 48

1. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования.
2. Вывод формулы для производной функции одной переменной, заданной неявно уравнением $F(x,y)=0$ с помощью частных производных.
3. Найти $\frac{\partial z}{\partial u}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$, если $z=\ln\left(x^2+\frac{1}{y^2}\right)$, $x=uv$, $y=u^2v^2$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $u=\operatorname{arctg}(x^2+y^2)-xy^2z^3$ в точке $M(1;1;1)$ по направлению $\overrightarrow{MN}$, где точка N (2;3;3).

5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^1 dx \int_{-x}^{\sqrt{1-x^2}} f(x,y)dy$

6. Вычислить интеграл: $\iint_D (1-2y)dxdy$, $y \le 2-x^2$, $y \ge x$, $y \ge -x$

7. Вычислить работу силы $\vec{F} = x\vec{i} - 3y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль ломанной линии ABC, соединяющей точки A (1;1), B (2;3) и C (3;1).

8. Вычислить: : $\int_{(1;0)}^{(0;2)} (2e^{2x} + y + \sin y)dx + (e^{3y} + x + x\cos y)dy$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология** **Математика**

БИЛЕТ № 49

1. Определение дивергенции векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.
2. Поверхностный интеграл второго рода. Поток вектора через поверхность
3. Найти dz, где функция $z = z(x,y)$ задана неявно уравнением

$\sin^3 xy + z^3 x - y\sqrt{z} = 5$

4. Найти $\overline{grad\ z}\,(A)$, в точке $A(1;-1)$, если $z = \operatorname{arctg}\frac{x+2y}{x}$
5. Изменить порядок интегрирования: $\int_0^4 dy \int_{\sqrt{y}}^{\sqrt{20-y^2}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint_D (1-x)dxdy$, $x = 2-y$, $y = x^2$, $x = 0$
7. Вычислить работу силы $\vec{F} = \sin x\vec{i} - 2y\vec{j}$ при перемещении точки вдоль кривой $y = \cos x$ от точки A (0;1) до точки B ($\frac{\pi}{2}$;0).
8. Используя формулу Грина, вычислить $\oint_z (3x-y)dx + (3y-x^2)dy$, где z – контур $\Delta ABCA$ с вершинами $A(1;1)$, $B(2;1)$, $C(2;2)$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ*** **Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева** **Кафедра высшей математики** **18.03.01 Химическая технология**

	Математика

БИЛЕТ № 50

1. Определение частных производных первого порядка функции двух переменных. Правило их вычисления.
2. Тройной интеграл: определение и основные свойства, приложения. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат.
3. Найти $\frac{du}{dt}$, если $u = e^{x-2y}, x = \sin t,\ y = t^3$.
4. Найти $\frac{\partial z(A)}{\partial l}$, *если* $z = x^{\sin 2y}$ в точке $A\ (2;\frac{\pi}{4})$ по направлению вектора, составляющего с осью Ox угол 60°.
5. Изменить порядок интегрирования: $\int\limits_{-1}^{0} dy \int\limits_{-y}^{1+\sqrt{1+y}} f(x,y)dx$
6. Вычислить интеграл: $\iint\limits_{D} x^{-2} y dxdy,\ \ y \le x,\quad y \ge \sqrt{x},\quad 1 \le x \le 4$
7. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(l)} xydx + 4dy$ по дуге кривой $y = \frac{x^2}{4}$ от точки A $(0;0)$ до точки B $(2;1)$.

8. Вычислить: : $\int\limits_{(0;1)}^{(1;2)} \left(2x - 3xy^2 + 2y\right)dx + \left(2x - 3x^2 y + 2y\right)dy$

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ
«ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И СИСТЕМЫ. РЯДЫ»

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 1

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (случай D>0) (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $xy' = y + x\cos^2\frac{y}{x}$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y' = 2x^3,\quad y(1) = 1;\ y'(1) = 1$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 4y' + 4y = 16e^{2x}$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot n}{2^{n+1}}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{2^n (n+4)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 2

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. Сформулировать теорему Абеля. Строение области сходимости степенного ряда. Радиус сходимости.
4. Решить дифференциальное уравнение: $2(x-y)dx + (3y^2 - 2x)dy = 0$
5. Решить задачу Коши: $2y'' \cdot y = 1 + (y')^2, \quad y(0) = 1;\ y'(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 2y' = 3\cos x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{3n-1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2x-1)^n}{3^n \sqrt[3]{n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 3

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятия абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.

4. Решить дифференциальное уравнение: $y' + y \cdot tgx = \dfrac{1}{\cos x}$

5. Решить задачу Коши: $y'' + (y')^2 = 0, \quad y(1) = 0;\ y'(1) = 1$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 6y' + 9y = 18 \cdot \sin 3x$

7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(-1)^{n+1}}{3^n + 2}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(x+4)^n}{2^n(3n+1)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 4

1. Второй признак сравнения рядов с положительными членами (с доказательством).
2. Линейные ДУ 1-го порядка. Линейные ДУ 1-го порядка метод его решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $(xy + y^2)dx - x^2 dy = 0$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot \sqrt{x+1} + (y')^2 = 0, \quad y'(0) = 0{,}5;\ y(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' = 2 - 4x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{7n+1}{2n+7}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(-1)^{n+1} \cdot (x-4)^n}{\sqrt{5n+3}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 5

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ 1-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.

4. Решить дифференциальное уравнение: $(2xy+6x)dx+(x^2+2y)dy=0$
5. Решить задачу Коши: $y''\cdot y=(y'-1)\cdot y', \quad y(1)=1;\ y'(1)=2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y''+y'-2y=8\sin 2x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot(2n+1)}{3^n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(2x-1)^n}{5^n(3n+4)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 6

1. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu=\mu(y)$.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x)=P_n(x)e^{ax}$.
4. Решить задачу Коши: $y'+2y=3e^x, \quad y(0)=2$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y''+2y'\cdot ctgx=0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $3y''+y'=11+2x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2+1}{(n+1)^2}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}(x-1)^n}{3^n\sqrt{n+5}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 7

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (D>0) (с доказательством).

2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y''\mathrm{tg}x = y' + 1$
5. Решить задачу Коши: $(x+1)y' - 3y = \dfrac{4}{(x+1)^2};\ y(0) = 0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 8y' + 17y = -4\cos x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} 5 \cdot \left(\dfrac{\pi}{4}\right)^{n-1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=0}^{\infty} n!(x-4)^n$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 8

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
4. Решить задачу Коши: $3y''y' = 2y;\ y(0) = -1;\ y'(0) = 1$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y' - \dfrac{y}{x} - cos^2\dfrac{y}{x} = 0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 25y = 3\sin 2x$
7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость $\sum\limits_{n=1}^{\infty}(-1)^n\, ln\dfrac{ne}{n+e}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=0}^{\infty}\dfrac{(-1)^n(x+10)^n}{n10^n}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 9

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятие абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \sin^2 x$
5. Решить задачу Коши: $(x\ln y - 3x^2)dx = \left(2y - \dfrac{x^2}{2y}\right)dy;\ y(-2) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + 2y = \cos 3x - 13\sin 3x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \sin^2 \dfrac{1}{n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(x+5)^n}{\sqrt[3]{n+5}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 10

1. Сформулировать и доказать первый признак сравнения рядов с положительными членами.
2. Линейные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y''(x^2 - 4) = 4y'$
5. Решить задачу Коши: $y' + \dfrac{y}{x} = \dfrac{1}{3x^3y^2};\ y(8) = \dfrac{1}{4}$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 8y' + 7y = (2x-1)e^x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(2n)!}{(n!)^2}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(x-6)^n}{n\sqrt[6]{n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

_____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	**Кафедра высшей математики**
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 11

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \cos^2 x$
5. Решить задачу Коши: $y' - \dfrac{y}{x} = \dfrac{x}{2y};\ y(1) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - y' - 12y = (-18x - 15)e^{-2x}$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{\cos^2 n}{2^n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(1-x)^n}{\sqrt[2019]{n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 12

1. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(y)$.
2. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.
4. Решить задачу Коши: $y'' = 2yy';\ y(0) = y'(0) = 1$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y' + y = y^2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 2y' + 2y = (4 + x)e^{-x}$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \cos\dfrac{1}{n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n (x-2019)^n}{2019}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д.

математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	**И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 13

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (D>0) (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = 2(y' + 2)\mathrm{tg}x$
5. Решить задачу Коши: $(x^2 + 2)y' - 2xy = 4x^3(x^2 + 2)^2; y(0) = -2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $2y'' + 7y' + 6y = -6x^2 + 4x + 17$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[3]{8n^3 - 7}}{\sqrt[4]{81n^4 + 15}}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-10)^{n+1}}{n^2 + n}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 14

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
4. Решить задачу Коши: $y' = \frac{y}{x} + e^{\frac{y}{x}}, \quad y(1) = 0$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \mathrm{tg}^2 x$
6. Решить дифференциальное уравнение: $3y'' - 5y' + 2y = \sin x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mathrm{arctg}\, n}{n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{3^n x^{n+1}}{n+1}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 15

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятие абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $2x\cos y dx = (x^2 \sin y - 1)dy$
5. Решить задачу Коши: $y'y'' = y^2; y(0) = y'(0) = 2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $4y'' - 6y' + 9y = 2\cos 2x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n \frac{(3n-1)^2}{(2n^2-1)^2}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n-1}(x+2018)^{n-1}}{n+2018}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 16

1. Сформулировать и доказать первый признак сравнения рядов с положительными членами.
2. Линейные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y' - y\mathrm{tg}x = \frac{-y^2}{\cos x}$
5. Решить задачу Коши: $y'y'' = 2x(x^2+1); y(0) = 2; y'(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 9y = 2\sin 2x - \cos 2x$
7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{2n+1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} n!(x-2017)^n$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 17

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = xe^{3x}$
5. Решить задачу Коши: $(3x - y)dx + xdy = 0;\ y(1) = 0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 5y' - 6y = 7e^{x}$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n \ln 3n}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-100)^n}{\sqrt[5]{n^6 + 100}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 18

1. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(y)$.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.
4. Решить задачу Коши: $y'' = 2y'(y+1);\ y(0) = 1;\ y'(0) = 4$
5. Решить дифференциальное уравнение: $(x \ln y + e^{y})dx + (xe^{y} + \frac{x^2}{2y} - 1)dy = 0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - y' - 2y = e^{x}(6x - 7)$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + \sin n}{2^n}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n 2^n \left(x+\frac{1}{2}\right)^n}{5^n}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 19

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (D>0) (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y''\sin 2x = 2(y'-1)$
5. Решить задачу Коши: $(x^2+3)y' + 2xy = 6x^5;\ y(1) = 2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $4y'' + y = \cos x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^{n-1}}{e^{2n}}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{2n^2+1}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 20

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
4. Решить задачу Коши: $(x-2y)dx + xdy = 0, \quad y(1) = 2$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \mathrm{ctg}^2 x$
6. Решить дифференциальное уравнение: $9y'' - y = 6e^{x/3}$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{7n-3}{3n-1}\right)^2$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^{n-1}}{n\ln 2}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 21

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятие абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $\left(x^2y-3y^2\right)dx-\left(6xy-\frac{1}{3}x^3-2\right)dy=0$
5. Решить задачу Коши: $y''\mathrm{tg}y-2y'^2=0; y(0)=\frac{\pi}{4}; y'(0)=1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $4y''-4y'+y=e^{x/2}$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sqrt[n]{e}-1}{n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty}\sqrt{n+1}(x+3)^n$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 22

1. Сформулировать и доказать первый признак сравнения рядов с положительными членами.
2. Линейные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'-y=-y^2$

5. Решить задачу Коши: $y''\left(y^2-9\right)-6y'^2=0; y(4)=4, y'(4)=\frac{1}{7}$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y''+5y'=10e^{-5x}$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\ln(n+2)}{n}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-2)^n}{4^n n^2}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 23

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y''(e^x+1)=y'e^x$
5. Решить задачу Коши: $y'=\frac{y}{x}\left(1+\ln\frac{y}{x}\right); y(1)=e$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y''+3y'=18x^2-1$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{4n\ln^2 4n}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n 2^n x^{n-1}}{n+3}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 24

1. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu=\mu(y)$.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x)=P_n(x)e^{ax}$.

4. Решить задачу Коши: $(xe^y + 2y)dx + \left(\frac{1}{2}x^2e^y + 2x - 3\right)dy = 0; y(2) = 0$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = xe^{2x}$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 2y' + y = 4e^{-x}$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} n \sin\frac{1}{n}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n}{(n-1)!}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 25

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай D=0) (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение:
$(\cos y + y \cdot \sin x)dx + (2y - x \cdot \sin y - \cos x)dy = 0$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot \cos x = 2y' \cdot \sin x, \quad y(0) = -1;\ y'(0) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $5y'' - y' = 5 - 2x$
7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{4^n + 1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{\sqrt[3]{2n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 26

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл,

задача Коши.

3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.

4. Решить дифференциальное уравнение: $xy' - y = x \cdot tg\dfrac{y}{x}$

5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y^3 + 1 = 0, \quad y(0) = 1,\ y'(0) = 1$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = 2x(1 - x)$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{n+1}{7+3n}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(-1)^{n+1} \cdot (x-2)^n}{\sqrt{n+11}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 27

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятие абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $xy' = 3y + x^2$
5. Решить задачу Коши: $2y'' = 3y^2, \quad y(1) = 1;\ y'(1) = -1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 4y' + 4y = 8 \cdot \sin 2x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot (3n+1)}{3^{2n}}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(x+1)^n}{2^n \sqrt{2n+3}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 28

1. Второй признак сравнения рядов с положительными членами (с доказательством).

2. Линейные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $e^y dx + \left(\cos y + xe^y\right)dy = 0$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot x^2 = \left(y'\right)^2, \quad y'(2) = 2;\ y(2) = 0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 5y' + 6y = 20 \cdot e^{-2x}$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{7n+1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot x^n}{3^n\left(\sqrt{n}+1\right)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 29

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y' + ytgx = \cos^2 x$
5. Решить задачу Коши: $y'' + 2y \cdot \left(y'\right)^3 = 0, \quad y(1) = 1;\ y'(1) = 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - y' - 2y = 4e^{3x}$
7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{5^n + 1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{3^{2n+1}(2n+1)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 30

1. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(y)$.

3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.

4. Решить задачу Коши: $xy' - y + x \cdot \sin^2 \frac{y}{x} = 0, \quad y(2) = \frac{\pi}{2}$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' \cdot (x+2) + y' = 0$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = x^2 - 3x$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n-1}{5n+2} \right)^2$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}(x+3)^n}{2^n \sqrt{n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 31

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (D>0) (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Перечислить свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение:
$$(\cos y + y^2 + 3)dx + (2xy - x \cdot \sin y + 2)dy = 0$$
5. Решить задачу Коши: $y'' + 2y \cdot y' = 0, \quad y(0) = -1;\ y'(0) = -1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $4y'' - 4y' + y = x^2 - 6x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot n}{6^n}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{2^n (n+4)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 32

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
4. Решить задачу Коши: $(2y+x)dx - xdy = 0, \quad y(1) = 0$
5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' \cdot tgx = y' + 1$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - y' = 7 - 4x$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{3n+2}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (x-2)^n}{2^n \sqrt{3n+5}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 33

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Знакопеременные ряды: понятие абсолютной и условной сходимости. Свойства абсолютно и условно сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $(x+1) \cdot y' + y = e^{-x}$
5. Решить задачу Коши: $y'' \cdot y + (y')^2 = 0, \quad y(0) = 1; y'(0) = 0{,}5$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 5y' + 4y = 10 \cdot \cos 2x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot n^2}{3^n}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n}{5^n (2n+1)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 34

1. Сформулировать и доказать первый признак сравнения рядов с положительными членами.
2. Линейные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение: $(3x-2y)dx+xdy=0$
5. Решить задачу Коши: $y''\cdot(1+x^2)=2x\cdot y',\quad y'(0)=1;\ y(0)=0$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y''+y'=4x+7$
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{n^2+1}{2n^2+1}$
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x+4)^n}{\sqrt{2n+3}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 35

1. Доказать теорему о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка.
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости. Свойства степенных рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $(y\cdot e^x-3)dx+(2y+e^x)dy=0$
5. Решить задачу Коши: $y''-y\cdot y'=0,\quad y(-1)=1;\ y'(-1)=0{,}5$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y''+2y'+y=6\cos x$
7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot(2n-1)}{5^n}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(2x+1)^n}{3^n(7n+4)}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 36

1. Гармонический ряд. Ряды Дирихле. Исследование их поведения (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования

интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(y)$.

3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.

4. Решить задачу Коши: $y' \cdot (1 + x^2) + 2x \cdot y = \sin x, \quad y(0) = 2$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + y' \cdot tgx = 0$

6. Решить дифференциальное уравнение: $4y'' + 4y' + y = x^2 + 6x$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{3n+2}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2x-1)^n}{5^n \sqrt{n+3}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 37

1. Теорема о структуре общего решения ЛНДУ II-го порядка (с доказательством).
2. Сформулировать теорему существования и единственности решения ДУ I-го порядка.
3. Числовые ряды. Сумма, сходимость ряда. Свойства сходящихся рядов.
4. Решить задачу Коши:

$$y' = x + y, x_0 = 0, y_0 = 0.$$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \frac{1}{2x^2}$.
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' \quad 3y' + 2y = 2x^2$.
7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{7}{(n+1)\sqrt[3]{n^2+5}}$.
8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n+2}$.

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 38

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения (случай D<0) (с доказательством).
2. Однородные ДУ I порядка. Метод решения.
3. Ряды Дирихле. Гармонический ряд.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y' + 2xy = (1 + x) \cdot e^{-x^2}$.

5. Решить задачу Коши: $y'' = 50y^3, \quad y(0) = 1;\ y'(0) = 5.$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + 5y' + 6y = 3$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+1}{(1+3n)\cdot\sqrt{n}}$.

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n}{3^n\sqrt[3]{n^3+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 39

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае кратных корней характеристического уравнения (случай D=0) (с доказательством).
2. Однородные ДУ I порядка. Метод решения.
3. Сформулировать достаточный признак абсолютной сходимости знакопеременного ряда. Абсолютная и условная сходимость.

4. Решить задачу Коши: $y' - y\cdot ctgx = 2x\cdot\sin x, \quad y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = 50y^3, \quad y(0) = 1;\ y'(0) = 5.$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' + y' = 3$

7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}(1+n^2)}{\sqrt{n+n^7}}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-4)^n}{3^n\cdot\sqrt[3]{2n+1}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 40

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых корней характеристического уравнения (случай D>0) (с доказательством).
2. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
3. Степенные ряды: радиус, интервал, область сходимости.

4. Решить дифференциальное уравнение: $x(x+2y)dx+(x^2-y^2)dy=0$

5. Решить задачу Коши: $y''=32\sin^3 y\cos y$, $y(1)=\frac{\pi}{2}$, $y'(1)=4$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y''-3y'=e^{3x}$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty}\operatorname{tg}\frac{1}{n\sqrt{n}}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(x-5)^n}{3^n\sqrt[4]{2n^4+3}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 41

1. Теорема о структуре общего решения ЛОДУ II-го порядка (с доказательством).
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu=\mu(x)$.
3. Числовые ряды. Сумма и сходимость. Свойства сходящихся рядов.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y'=\frac{2x+3y}{x}$
5. Решить задачу Коши:

$$4y^3y''=16y^4 \quad 1,\ y(0)=\frac{\sqrt{2}}{2},\ y'(0)=\frac{1}{\sqrt{2}}$$

6. Решить дифференциальное уравнение:

$$y''+9y'=18\cdot\cos x.$$

7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}\cdot(2n+1)}{n!}.$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{(x+1)^n}{6^n\sqrt{4n^2+7}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 42

1. Свойства решений ЛДУ II-го порядка (с доказательством).
2. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.

3. Интегральный признак Коши. Ряды Дирихле.

4. Решить дифференциальное уравнение: $y' = \frac{x+3y}{2x}$

5. Решить задачу Коши: $y^3 y'' = 4(y^4 - 1), y(0) = \sqrt{2}, y'(0) = \sqrt{2}$

6. Решить дифференциальное равнение:

$$y'' + 3y' + 2y = 2\sin 3x + 6\cos 3x$$

7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+1}{3n-1}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{(x-4)^n}{12^n \sqrt{9n^2-5}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 43

1. Теорема Абеля (с доказательством).
2. ДУ: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. Метод вариации для решения ЛНДУ II-го порядка
4. Решить задачу Коши:

$$y' + \frac{3}{x} y = \frac{2}{x^3}, x_0 = 1, y_0 = 1.$$

5. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' = \frac{2}{x^2}.$$

6. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' - y = x^2 - x + 1.$$

7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{2^n + 1}.$$

8. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+4)^n}{3^n \sqrt{n}}.$$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 44

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ с разделяющимися переменными. Метод решения.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида

$$f(x) = e^{ax} \cdot (A \cdot \cos \beta x + B \cdot \sin \beta x).$$

4. Решить задачу Коши

$$y' = x + 2y, x_0 = 0, y_0 = 0.$$

5. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' = \frac{1}{(x-1)^2} - \frac{1}{(x+1)^2}.$$

6. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' - 4y' = -12x^2 + 6x - 4.$$

7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sqrt{2n-1}}{n^3+4}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{x^n}{n}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 45

1. Интегральный признак Коши (с доказательством).
2. Однородные ДУ I-го порядка. Метод решения.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.
4. Решить задачу Коши:

$$y' = x + \frac{1}{2}y, x_0 = 0, y_0 = 0.$$

5. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' = e^x + \frac{3}{4}x^{-\frac{5}{2}}.$$

6. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' + y = 4e^x.$$

7. Исследовать знакочередующийся ряд на абсолютную и условную сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cdot \ln n}{n}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-4)^n}{2^n \sqrt[4]{n}}.$$

«Утверждаю»	***Министерство науки и высшего образования РФ***

Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	**Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева**
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 46

1. Признак Даламбера (с доказательством).
2. Линейные ДУ 1-го порядка и уравнения Бернулли. Метод решения.
3. Линейная зависимость и независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений ЛОДУ II-го порядка.
4. Решить дифференциальное уравнение:

$$\left(y^2 + y \cdot \cos x\right)dx + \left(2xy + \sin x + 3y^2\right)dy = 0$$

5. Решить задачу Коши:

$$y'' = 6x\,, y = 0, y' = 0 \text{ при } x = 0.$$

6. Решить дифференциальное уравнение:

$$y'' - y = 4e^x.$$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{n-1}}{n!}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+4)^n}{2^n \sqrt[4]{n^2+5}}$$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. «__ »_____20__ г.	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 47

1. Признаки сравнения рядов с положительными членами (доказательство первого признака).
2 . ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
3. Построение общего решения ЛОДУ II порядка с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.
4. Решить дифференциальное уравнение: $x^2 \cdot y' = y^2 + xy + x^2$.
5. Решить задачу Коши:

$$y'' = 6x + 2\,, x_0 = 0, y_0 = 0, y'_0 = 0.$$

6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' + y = 4e^x$.
7. Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n+5}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+3)^n}{5^n\sqrt{n^3+7}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 48

1. Сходимость числового ряда. Доказать необходимый признак сходимости.
2. Интегрирующий множитель. Сформулировать достаточные условия существования интегрирующего множителя вида $\mu = \mu(x)$.
3. Степенной ряд: интервал сходимости, радиус сходимости. Область сходимости степенного ряда.
4. Решить дифференциальное уравнение: $x \cdot y' = 3y + x$.
5. Решить задачу Коши: $y'y^3 + 64 = 0$, $y(0) = 4, y'(0) = 2$
6. Решить дифференциальное уравнение: $y'' - 2y' - 3y = -4e^x$.
7. Исследовать числовой ряд на сходимость:

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{2n^3 - 7n + 2\sqrt{n}}{n^2(3n-1)^3}$$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+8)^n}{7^n\sqrt{4n^3+5}}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 49

1. Построение общего решения ЛОДУ II-го порядка с постоянными коэффициентами в случае простых вещественных корней характеристического уравнения (D<0) (с доказательством).
2. ДУ в полных дифференциалах. Формулировка аналитического признака полного дифференциала.
3. Определение суммы и сходимости числового ряда. Необходимый признак сходимости ряда.
4. Решить дифференциальное уравнение: $y''\sin 2x = 2(y' - 1)$
5. Решить задачу Коши: $(x^2+3)y' + 2xy = 6x^5; y(1) = 2$
6. Решить дифференциальное уравнение $9y'' - y = 6e^{x/3}$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^{n-1}}{e^{2n}}$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{2n^2+1}$

«Утверждаю» Зав. Кафедрой высшей математики _____ Рудаковская Е.Г. **«__ »_____20__ г.**	***Министерство науки и высшего образования РФ***
	Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
	Кафедра высшей математики
	18.03.01 Химическая технология
	Математика

БИЛЕТ № 50

1. Знакочередующиеся ряды. Доказать признак Лейбница.
2. ДУ основные понятия: порядок, частное решение, общее решение, общий интеграл, задача Коши.
3. Построение частного решения ЛНДУ II-го порядка в случае правой части вида $f(x) = P_n(x)e^{ax}$.

4. Решить задачу Коши: $(x-2y)dx + xdy = 0, \quad y(1) = 2$

5. Решить дифференциальное уравнение: $y'' = \mathrm{ctg}^2 x$

6. Решить дифференциальное уравнение: $9y'' + y = \sin x$

7. Исследовать числовой ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{7n-3}{3n-1}\right)^2$

8. Найти область сходимости степенного ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{n-1}}{n \ln 2}$

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения: ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.5, ОПК-2.9)

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12,

введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «Математика»:

к.п.н., доцент М.А. Меладзе _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

к.т.н., доцент В.В. Осипчик _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математика» одобрены на заседании кафедры высшей математики, протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой высшей математики

(наименование кафедры)

к.т.н., доцент Е.Г. Рудаковская _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования

(наименование кафедры)

д.т.н., профессор Т. Н. Гартман _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Математика»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____18.03.01 Химическая технология_____
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №___от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №___от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №___от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №___от «_____»_____20____г.
		протокол заседания кафедры №___от «_____»_____20____г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
ФЕН

_____ / Ф.А. Колоколов
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физика
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль (магистерская программа, специализация):
Технология неорганических веществ
(наименование профиля подготовки (магистерская программа, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в ***бакалавриате*** направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Физика***» включает 6 разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Физика***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 32 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 2 и 3 семестре. Лабораторный практикум выполняется параллельно с изучением материала на практических занятиях в порядке разбора соответствующих разделов. Лабораторные работы охватывают 1 - 6 разделы (в среднем по 1-2 работы на каждый раздел). На выполнение каждой работы отводится примерно 2 часа в зависимости от трудоемкости.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента ***бакалавриата*** в области технических наук, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «***Физика***» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области молекулярной физики, термодинамики, электродинамики и квантовой физики;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – Практикумом по физике, конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ГОСТами по определению погрешностей, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в ГОСТах и в Практикуме по физике.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 16 баллов и входит в 60 баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента ***бакалавриата*** в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 24 балла) и лабораторного практикума (максимальная оценка 16 баллов). Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1-3 происходит во 2 семестре и заканчивается контролем его освоения в форме 2 контрольных работ (максимальная оценка 12 баллов за каждую контрольную работу) и ***экзамена*** (максимальная оценка – 40 баллов). Изучение разделов 4-6 в 3 семестре заканчивается контролем его освоения в форме 2 контрольных работ (максимальная оценка по 12 баллов за каждую) завершается итоговым контролем в форме ***экзамена***. Максимальная оценка ***за экзамен*** составляет 40 баллов.

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «***Физика***» изучается в 2 и 3 семестрах.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в ***бакалавриате***, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом ***бакалавриата***, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «***Физика***», является формирование у студентов компетенций в области естественно-научных знаний. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на общих вопросах естествознания и математических навыков. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

В вводной лекции дисциплины следует остановиться на тенденциях развития физической науки, привести обзор современных достижений инженерных и естественно-научных отраслей, оценить конкурентоспособность промышленной продукции и определяющие ее факторы.

Во всех разделах дисциплины необходимо рассмотреть модельные задачи соответствующего раздела, алгоритмы их решения, а также закрепить навыки решения задач, освоенные из курса математики – решение элементарных дифференциальных уравнений, вычисление производных и интегралов. На практических занятиях следует уделить внимание освоению алгоритмов решения основных типов задач и навыкам обучающихся в применении математических методов. При рассмотрении процессов на различных переделах технологий следует обращаться к знаниям студентов, полученных ими в ***бакалавриате*** при изучении предшествующих дисциплин.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой видеоматериалы семинаров и лекций, а также каталоги фирм и предприятий с описанием основного вида и характеристик изделий из них. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные

знания по дисциплине «***Физика***» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к подготовке образцов, проведению экспериментов и обработке результатов для получения достоверных величин определяемых свойств. Студенты должны понимать, что свойства, которые они определяют в практикуме, связаны с условиями эксплуатации лабораторного оборудования и его сроками. При защите лабораторных работ спрашивать теоретические основы определения эксплуатационных свойств, а также примерный уровень таких свойств для различных материалов и образцов.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации дисциплины в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

Разработчики методических указаний по дисциплине «Физика»:

Ст. преподаватель Н.А. Богатов _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Ст. преподаватель А.С. Савина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Методические указания по дисциплине « Физика » одобрены на заседании кафедры физики РХТУ им. Д.И. Менделеева «_18_» мая 2022 г., протокол №_14_

Заведующий кафедрой физики
(название кафедры)

Д.ф.-м.н., профессор В.В.Горев _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «_____»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
ФЕН

_____ / Ф.А. Колоколов
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физика»
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль (магистерская программа, специализация):
«Технология неорганических веществ»
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1 НАЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Физика» включают все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 Химическая технология, ООП и рабочей программой дисциплины «Физика».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине «Физика» не предусмотрен.

3 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2 Описание оценочных средств

3.2.1 Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2 Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Количество контрольных работ – две в семестр;
Минимальное количество ВОПРОСОВ в БИЛЕТЕ равно ДВУМ.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций: *ОПК-2.4, ОПК-2.7, ОПК-2.11.*

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Однородный стержень массой 0,1 кг может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей через точку О, расположенной на расстоянии одной трети от верхнего конца стержня. В нижнюю точку стержня попадает горизонтально летящий шарик и прилипает к стержню. Скорость шарика 10 м/с, его масса 2 г. Определить линейную скорость точки, принадлежащей верхнему концу стержня в начальный момент времени.
2. Определить период гармонических колебаний физического маятника, состоящего из двух шариков массами 5 кг и 10 кг, закрепленных на его концах. Горизонтальная ось проходит через точку на стержне, отстающую от его верхнего конца на одну четверть. Шарики можно считать материальными точками.
3. Определить циклическую частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из однородного плоского диска. Масса стержня 1 кг, масса диска 2 кг. Горизонтальная ось проходит через точку соединения стержня и диска перпендикулярно плоскости диска.
4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной 30 см и массой 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на 1/3 его длины.
5. Тело брошено под некоторым углом к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность полета в 4 раза больше максимальной высоты траектории.
6. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.
7. Снаряд массой 10 кг обладал скорость 200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке от разорвался на две части. Меньшая массой 3 кг получила скорость 400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость второй, большей части после разрыва.
8. Определить частоту гармонических колебаний физического маятника, состоящего из невесомого стержня длины 0,2 м и двух шариков массами 30 г и 50 г, укрепленных на концах стержня. Горизонтальная ось проходит через середину стержня. Шарики можно рассматривать как материальные точки.
9. Однородный диск массой 1 кг может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точку на образующей диска попадает горизонтально летящий со скоростью 10 м/с шарик прилипает к его поверхности. Масса шарика 5 г. Определить угловую скорость вращения диска в начальный момент времени. Радиус диска 20 см.

Вопрос 1.2.

1. Шар массой m=10 кг, движущийся со скоростью v1=4 м/с, сталкивается с шаром массой m=4 кг, скорость v2 которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в случае, когда шары движутся навстречу друг другу.
2. В лодке массой m1=240 кг стоит человек массой m2=60 кг. Лодка плывет со скоростью v1=2 м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью v=4 м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека

в случае, когда человек прыгает вперед по движению лодки.

3. В лодке массой m1=240 кг стоит человек массой m2=60 кг. Лодка плывет со скоростью v1=2 м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью v=4 м/с (относительно лодки). Найти скорость и движения лодки после прыжка человека в случае, когда человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки.

4. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием M=15 т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда m=20 кг и он вылетает со скоростью 600 м/с?

5. Снаряд массой m=10 кг обладал скоростью v=200 м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой m1=3 кг получила скорость u1=400 м/с в прежнем направлении. Найти скорость u2 второй, большей части после разрыва.

6. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость v=2 м/с. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения 0,01.

7. Вычислить работу A, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой m=100 кг на высоту h=4 м за время t=2 с.

8. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона φ=30°, коэффициент трения 0,1 и груз движется с ускорением a=1 м/с2.

9. Для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу F=10 Н. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на 10 см, если сила пропорциональна сжатию?

10. Пружина жесткостью k=10 кН/м сжата силой F=200 Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на x=1 см.

11. Пружина жесткостью k=1 кН/м была сжата на 4 см. Какую нужно совершить работу A, чтобы сжатие пружины увеличить до 18 см?

12. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, поставленной на подставке, сжимает ее на x=2 мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высотой h=5 см?

13. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую T и потенциальную П энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

14. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом R=4 м, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.

15. Молекула распадается на два атома. Масса одного из атомов в п=3 раза больше, чем другого. Пренебрегая начальной кинетической энергий и импульсом молекулы, определить кинетические энергии и атомов, если их суммарная кинетическая энергия T=0,032 нДж.

16. Пуля массой m=10 г, летевшая со скоростью v=600 м/с, попала в баллистический маятник массой M=5 кг и застряла в нем. На какую высоту h, откачнувшись после удара, поднялся маятник?

17. Уравнение колебаний точки имеет вид x = A cos[w(t+τ)], где w=π 1/с, τ =0,2 с. Определить период T и начальную фазу колебаний.

18. Определить период, частоту и начальную фазу колебаний, заданных уравнением x = A sin[w(t+τ)], где w=2,5π c^(-1), τ=0,4 с

19. Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой A=3 см и угловой частотой w=π/(2 c^(-1)).

20. Точка совершает колебания по закону x = Acos(wt), где A =5 см; w = 2 с-1 . Определить ускорение точки в момент времени, когда ее скорость 8 см/с.

21. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту w колебаний и максимальное ускорение точки.

22. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна 10см/с, максимальное ускорение = 100 см/с2. Найти угловую частоту w колебаний, их период T и амплитуду A. Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.

23. Материальная точка массой 50 г совершает колебания, уравнение которых имеет вид x=A cos(wt), где A = 10 см, w=5 с-1. Найти силу F, действующую на точку в момент, когда фаза wt=π/3.

24. Грузик массой m=250 г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом T=1 с. Определить жесткость k пружины.

25. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на x=9 см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?

26. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на x=9 см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?

27. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.

28. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, наибольшая скорость 20 см/с. Найти угловую частоту w колебаний и максимальное ускорение точки.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 задачи, по 6 баллов максимум за каждую.

Вопрос 2.1.

1. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения наиболее вероятной скорости не более, чем на 2%. На графике распределения скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.

2. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения 1/3 наиболее вероятной скорости не более, чем на 2 %.

3. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы лежит в интервале значений от 0 до 0,02 средней квадратичной скорости. На графике распределения вероятности скорости заштриховать площадь, соответствующему найденному значению вероятности.

4. Определить долю молекул идеального газа, кинетические энергии которых лежат в интервале значений от 0 до 0,02 кT. На графике распределения вероятности энергии заштриховать площадь, соответствующую найденному значению доли молекул.

5. Определить вероятность того, что скорость данной молекулы идеального газа отличается от значения 0,5 наиболее вероятной скорости не более, чем на 1 %.

6. Найти среднее значение энергии молекулы массой m при значении температуры T.

7. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура T воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

8. Газ, занимавший объем 12 л под давлением 100 кПа, был изобарно нагрет от температуры 300 К до 400 К. Определить работу A расширения газа.

9. Гелий массой 1 г был нагрет на 100 К при постоянном давлении p. Определить: 1) количество теплоты, переданное газу; 2) работу расширения; 3)

приращение внутренней энергии газа.

10. Азот массой 5 кг, нагретый на 150 К, сохранил неизменный объем. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.

11. Водород массой 4 г был нагрет на 10 К при постоянном давлении. Определить работу А расширения газа.

12. Барометр в кабинете летящего вертолета показывает давление 90 кПа. На какой высоте вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

Вопрос 2.2.

1. В сосуде вместимостью V=20 л находится газ количеством вещества ν=l,5 кмоль. Определить концентрацию n молекул в сосуде.

2. Водород массой m=4 г был нагрет на ΔT=10 К при постоянном давлении. Определить работу А расширения газа.

3. В сосуде вместимостью V находится кислород, концентрация молекул n. Определить массу m газа.

4. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества ν=l моль и имевшего температуру T=300 К, газу было передано количество теплоты Q=2 кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?

5. В двух одинаковых по вместимости сосудах находятся разные газы: в первом — водород, во втором — кислород. Найти отношение n1/n2 концентраций газов, если массы газов одинаковы.

6. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью V=30 л при температуре T=300 К и давлении p=5 МПа?

7. Азот массой m=200 г расширяется изотермически при температуре T=280 К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти:

1) изменение ΔU внутренней энергии газа;

2) совершенную при расширении газа работу А;

3) количество теплоты Q, полученное газом.

8. Баллон вместимостью V=20 л содержит водород при температуре T=300 К под давлением p=0,4 МПа. Каковы будут температура T1 и давление p1, если газу сообщить количество теплоты Q=6 кДж?

9. В баллоне вместимостью V=5 л находится азот массой m=17,5 г. Определить концентрацию n молекул азота в баллоне.

10. Водород занимает объем V1=10 м3 при давлении p1=100 кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления p2=300 кПа. Определить: 1) изменение U внутренней энергии газа; 2) работу А, совершенную газом; 3) количество теплоты Q, сообщенное газу.

11. Какое количество теплоты Q выделится, если азот массой m=1 г, взятый при температуре T=280 К под давлением p1=0,1 МПа, изотермически сжать до давления p2=1 МПа?

12. При изохорном нагревании кислорода объемом V=50 л давление газа изменилось на p=0,5 МПа. Найти количество теплоты Q, сообщенное газу.

13. Баллон вместимостью V=20 л содержит водород при температуре T=300 К под давлением p=0,4 МПа. Каковы будут температура T1 и давление p1, если газу сообщить количество теплоты Q=6 кДж?

14. Гелий массой m=l г был нагрет на T=100 К при постоянном давлении p. Определить: 1) количество теплоты Q, переданное газу; 2) работу А расширения; 3) приращение U внутренней энергии газа.

15. Определить плотность p насыщенного водяного пара в воздухе при температуре T=300 К. Давление p насыщенного водяного пара при этой температуре равно 3,55 кПа.

16. При изотермическом расширении водорода массой m=1 г, имевшего

температуру T=280 К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q.

17. Найти плотность p газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли w1 и w2 равны соответственно 1/9 и 8/9. Давление p смеси равно 100 кПа, температура T=300 К.

18. Баллон вместимостью V=20 л содержит водород при температуре T=300 К под давлением p=0,4 МПа. Каковы будут температура T1 и давление p1, если газу сообщить количество теплоты Q=6 кДж?

19. При нагревании идеального газа на ΔT=1 К при постоянном давлении объем его увеличился на 1/350 первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.

20. Какой объем V занимает идеальный газ, содержащий количество вещества v=1 кмоль при давлении p=1 МПа и температуре T=400 К?

Раздел 3-4. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Контрольная содержит 2 задачи, по 6 баллов каждая.

Вопрос 3.1.

1. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд 500 нКл. Определить напряженность E поля в точке, находящейся на расстоянии 1 см от его поверхности против середины стержня.

2. Два точечных заряда 2 нКл и -1 нКл находятся на расстоянии 3 см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.

3. На металлической сфере радиусом 10 см находится заряд 1 нКл. Определить напряженность электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии 8 см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии 15 см от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния от центра сфера.

4. Расстояние между зарядами +3 нКл и -3 нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность и потенциал поля, создаваемого диполем в точке, удаленной на 8 см как от первого, так и от второго заряда.

5. Тонкое кольцо радиуса 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см?

6. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.

7. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 мкКл/м2. На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом 10 см. Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.

8. Диполь с электрическим моментом 20 нКл*м находится в однородном электрическом поле напряженность 50 кВ/м. Вектор электрического момента составляет угол 60 градусов с линиями поля. Какова потенциальная энергия диполя?

9. Диполь с электрическим моментом 200 мкКл*м свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 150 кВ/м. Вычислить работу A, необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 180 градусов.

10. Диполь с электрическим моментом 100 мкКл*м свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью E=10 кВ/м. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 60 градусов.

Вопрос 3.2.

1. Найти магнитную индукцию в центре кольца с током 10 А, радиус кольца равен 5 см.

2. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 8 см

равна 30 А/м. Определить напряженность поля, создаваемого витком в точке, лежащей на оси витка на расстоянии 6 см от его центра.

3. По прямому бесконечно длинному проводу течет ток 50 А. Определить индукцию В в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

4. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут одинаковые токи 10 А в противоположных направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода.

5. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи 30 А и 40 А. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние 20 см.

6. Квадратная проволочная рамка с длинным прямым проводом расположена в одной плоскости так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

7. Тонкий провод в виде дуги, составляющей две трети кольца радиусом 15 см, находится в однородном магнитном поле 20 мТл. По проводу течет ток 30 А. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие провода находятся вне поля. Определить силу, действующую на провод.

8. Двухпроводная линия состоит из длинных параллельных прямых проводов, находящихся на расстоянии 4 мм друг от друга. По проводам текут одинаковые токи 50 А. Определить силу взаимодействия токов, приходящуюся на единицу длины провода.

9. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент витка равен 1 А*м2. Вычислить силу тока в витке и радиус витка.

Раздел 5-6. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Контрольная содержит 2 задачи, по 6 баллов каждая.

Вопрос 4.1.

1. На пути монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 0,1 мм. Свет падает на пластинку нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на половину длины волны?

2. Расстояние между двумя когерентными источниками света равно 0,1 мм при длине волны 0,5 мкм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние от источников до экрана.

3. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,8 мм, длина волны 640 нм. На каком расстоянии от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.

5. На мыльную пленку (показатель преломления 1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

6. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта (длина волны 0,5 мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от фронта волны.

7. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57 градусов. Определить скорость света в этом кристалле.

8. Пучок естественного света падает на стеклянную (показатель преломления 1,6) призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок максимально

поляризован.

Вопрос 4.2.

1. Определить энергию, излучаемую за время 1 минута из смотрового окошка площадью 8 см2 плавильной печи, если ее температура 1200 К. Считать, что печь излучает как абсолютно черное тело.

2. Определить температуру абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на красную границу видимого спектра (длина волны 750 нм).

3. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта 500 нм.

4. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода.

5. Определить давление солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.

6. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

3.2.3. Рекомендации по оцениванию реферата

Реферат по дисциплине «Физика» не предусмотрен.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Физика» предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является *экзамен.*

ФОС промежуточной аттестации состоят из вопросов *к экзамену*.

4.1.Оценивание обучающегося *на экзамене, зачете с оценкой – выбрать нужное*

Оценка экзамена, зачета с оценкой	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка экзамена, зачета с оценкой	Требования к знаниям
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
«удовлетвори-тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
«неудовле-творительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.2. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет для 2 семестра включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.
1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Предмет кинематики. Кинематические характеристики поступательного движения. Перемещение, скорость, нормальное и тангенсальное ускорение.
2. Вращательное движение твердого тела и его кинематические характеристики: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение.
3. Предмет динамики. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
4. Массы и силы в механике (гравитационные, упругие, вязкие). Законы Ньютона и закон сохранения импульса.
5. Работа постоянной и переменной силы. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в природе.
6. Момент силы и момент инерции материальной точки и твердого тела. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно оси.
7. Закон сохранения момента импульса. Жесткий ротатор, как модель двухатомной молекулы. Приведенная масса и ее роль.
8. Кинематика гармонических колебаний. Амплитуда, частота и фаза гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления и одинаковой частоты.
9. Динамика гармонических колебаний. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний. Математический, пружинный и физический маятник. Двухатомная молекула, как линейный гармонический осциллятор.
10. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний. Логарифмический декремент затухания. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающий силы. Понятие о резонансе.
12. Волновые движения. Волны продольные и поперечные. Длина волны, волновое число. Дифференциальное волновое уравнение. Энергия, переносимая волной. Поток энергии и плотности потока энергии. Волнового движения.
13. Молекулярно-кинетический метод изучения системы многих частиц (атомов и молекул). Размеры, сечения столкновения и средняя длинна свободного пробега молекул. Число Ван-дер-Ваальса.
14. Идеальный газ. Основное уравнение Молекулярно-кинетической теории идеального газа. Функция распределения молекул по абсолютным значениям скорости (распределение Максвела). Вероятнейшая, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорость молекул.
15. Термодинамический метод в физике. Основные понятия и параметры, характеризующие состояние системы (объем, давление, температура). Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам (изотерам, изохора, изобара, адиабата). Теплоемкость идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме.
16. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии.
17. Элементы физической кинетики. Перенос энергии, импульса и массы на молекулярном уровне. Диффузия, закон Фика. Теплопроводность, закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.
18. Коэффициенты переноса и их зависимости от давления, температуры и размеров молекул. Особенности явлений переноса в ультраразряженных газах.
19. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл входящих в него поправок, отличающий реальный газ от идеального. Изотермы реальных газов. Фазовые

переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиса.
Экзаменационный билет в 3 семестре включает контрольные вопросы по разделам 3, 4, 5 и 6 рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.
1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Электромагнетизм. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа.
2. Магнитная индукция прямого и кругового тока. Магнитный дипольный момент кругового тока. Теорема о циркуляции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.
3. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Напряженность магнитного поля. Намагниченность. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).
4. Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Работа сил магнитного поля. Уравнение электромагнитной индукции (закон Фарадея-Максвелла). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
5. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Экстратоки замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
6. Уравнения Максвелла. Ток смещения. Вектор электрического смещения. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон полного тока. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в неё уравнений.
7. Возникновение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитной волны. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Принцип относительности в электродинамике.
8. Электромагнитная природа света. Поперечность электромагнитных волн. Монохроматические волны. Когерентность. Методы получения когерентных источников. Условия усиления и ослабления света при интерференции.
9. Оптическая длина пути и оптическая разность хода лучей. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников. Ширина интерференционной полосы. Интерферометр Майкельсона. Интерференция света в тонких пленках.
10. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.
11. Волноводы и световоды. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
12. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Брюстера. Закон Малюса.
13. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Рассеяние света. Закон Релея. Поглощение света. Закон Ламберта-Бугера-Бэра. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
14. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка.
15. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и объяснения законов фотоэффекта. Определение постоянной Планка.
16. Элементы специальной теории относительности. Эффект Комптона. Коротковолновая граница рентгеновского излучения. Фотон – элементарная частица. Энергия, масса и импульс фотона.

17. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах излучения атома водорода.
18. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Сериальная формула.
19. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов.
20. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка с помощью соотношения неопределенностей энергии основного состояния связанной частицы, и естественной ширины спектральной линии.
21. Волновая функция и её статистический смысл. Нормировка волновой функции. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Стандартные условия, налагаемые на волновую функцию.
22. Квантовая частица в одномерной, бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Собственные значения энергии частицы и собственные нормированные волновые функции, описывающие её состояние.
23. Одномерная потенциальная ступень (порог). Коэффициент отражения и прохождения. Одномерный потенциальный барьер. Коэффициент прохождения (прозрачности).
24. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода (в сферических координатах). Собственные волновые функции и квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме.
25. Собственная волновая функция, описывающая основное состояние атома водорода. Радиальное распределение плотности вероятности обнаружения электрона. Квантовый гармонический и ангармонический осцилляторы. Молекулярные спектры.
26. Орбитальное гиромагнитное отношение. Опыты Штерна-Герлаха. Спин электрона. Спиновое гиромагнитное отношение. Спин-орбитальное взаимодействие.
27. Многоэлектронный атом. Атомный терм. Мультиплетность. Магнитный момент атома. Фактор Ланде. Эффект Зеемана.
28. Элементы квантовой статистики. Квантовая система из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых частиц.
29. Симметричные и антисимметричные волновые функции, описывающие состояния тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ.
30. Понятия о квантовых теориях теплоемкостей по Эйнштейну и Дебаю. Характеристические температуры. Фононы. Предельный закон Дебая.
31. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.
32. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория.

4.3. Перечень компетенций, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-2.4. Знает физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.

ОПК-2.7. Умеет решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики,

использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.

ОПК-2.11. Владеет методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «Физика»:

Ст. преподаватель Н.А. Богатов _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Ст. преподаватель А.С. Савина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физика» одобрен на заседании кафедры _____физики_____, протокол № 14 от «18» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой _____физики_____
(название кафедры)

Д.ф.-м.н., профессор В.В.Горев _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Профессор кафедры _____физики_____
(название кафедры)

Д.ф.-м.н., профессор В.В.Горев _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к оценочным средствам
по дисциплине «Физика»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____
код и наименование направления подготовки (специальности)

«_____»
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
_____ИХТ_____

_____ / В.П. Синдицкий
(подпись) И.О. Фамилия

«_16_» __мая___ 2022 г. Протокол № 8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА в ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
все направления подготовки
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль:

(наименование профиля подготовки (магистерская программа, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: - бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине ***«Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»*** включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по ***всем*** направлению подготовки (специальности), ООП и рабочей программой дисциплины «***Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях***».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (тестовые задания охватывают несколько разделов). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 50 баллов за каждую.

1. **Примеры тестовых вопросов к контрольной работе № 1.**

В работу включены вопросы по введению и разделам 1,2,3.

1. Ситуация, сложившаяся на определённой территории, акватории вследствие аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, сопровождающаяся нарушением условий жизнедеятельности людей, ущербом для окружающей среды, человеческими жертвами называется:
1) чрезвычайным положением;
2) чрезвычайной ситуацией;
3) особым режимом;
4) гуманитарной катастрофой.

2. В каком законе Российской Федерации определены права и обязанности граждан России в области защиты от чрезвычайных ситуаций:
1) «О безопасности»
2) «Об обороне»
3) «О защите населения и территорий от ЧС природного техногенного характера»
4) «О гражданской обороне».

3. В каком законе Российской Федерации определены задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления.
1) «О безопасности».
2) «О гражданской обороне».
3) «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера».
4) «О пожарной безопасности».

4. Какой орган управления РФ осуществляет координацию деятельности государственных и местных органов в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций?
1) Министерство финансов РФ,
2) Министерство РФ по делам гражданской обороной, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России),
3) Министерство здравоохранения РФ,
4) Министерство внутренних дел РФ.

5. К способам защиты населения в чрезвычайных ситуациях относятся:
1) соблюдения правил дорожного движения;
2) эвакуация;
3) соблюдение требований охраны труда;
4) ограничения выбросов в атмосферу вредных веществ;
5) страхование.

6. К способам защиты населения в чрезвычайных ситуациях не надлежит:
1) государственная стандартизация по вопросам безопасности;
2) биологическая защита;
3) радиационный и химический защиту;

4) международное сотрудничество в сфере гражданской защиты;
5) эвакуационные мероприятия.

7. Какой из названных средств НЕ относится к средствам оповещения при возникновении или угрозе возникновения ЧС?
1) радио;
2) электронные средства связи;
3) телевидение;
4) сети проводного радиовещания;
5) газеты.

8. Какое из названных формирований принадлежит к эвакуационным органам?
1) противоэпидемическая комиссия;
2) бюджетная комиссия;
3) пост метеорологического наблюдения;
4) комиссия по вопросам торговли и общественного питания;
5) эвакуационная комиссия.

9. Какое из названных формирований принадлежит к эвакуационным органам?
1) сборный эвакуационный пункт;
2) пункт общественного питания;
3) пункт сбора информации о нарушениях на транспорте;
4) медицинский пункт;
5) пункт технического обслуживания автомобилей.

10. Какое из названных формирований НЕ относится к эвакуационным органам?
1) эвакуационная комиссия;
2) государственная инспекция гражданской защиты;
3) пункт посадки;
4) сборный эвакуационный пункт;
5) приемный эвакуационный пункт.

11. Наиболее распространённым опасным явлением природного характера в РФ является:
1) землетрясение;
2) шторм, ураган;
3) наводнение;
4) извержение вулкана.

12. Какое опасное природное явление в настоящий момент приносит наибольший экономический ущерб?
1) извержение вулкана;
2) цунами;
3) природные пожары;
4) землетрясение.

13. Землетрясения, извержения вулканов относятся к природным опасностям:
1) геофизического характера;
2) геологического характера;
3) экзогенным геологическим явлениям;
4) подземного характера.

14. Оползни, сели, обвалы, осыпи, лавины относятся к природным опасностям:

1) геофизического характера;
2) геологического характера;
3) экзогенным геологическим явлениям;
4) подземного характера.

15. Наводнения, половодье, дождевые паводки относятся к природным опасностям:
1) гидрогеологического характера;
2) гидрологического характера;
3) морским опасным явлениям;
4) метеорологическим опасным явлениям

16. Ливневые осадки, град, молнии, сильные порывы ветра характерны для:
1) метеорологических природных опасностей;
2) штормов, тайфунов, ураганов;
3) дождей, гроз;
4) климатических опасностей.

17. Тайфун – опасное природное явление, характерное для:
1) Российской Федерации;
2) Австралии;
3) Южноамериканского континента;
4) Северо-западной части Тихоокеанского региона.

18. Какому опасному природному явлению дают название в виде имени?
1) цунами;
2) тайфуну, урагану;
3) наводнению;
4) извержению вулкана.

19. Причина возникновения цунами:
1) сильное волнение, ветровой нагон;
2) землетрясение в океане;
3) сезонное колебание уровня океана;
4) сильные осадки.

20. Для выдающихся наводнений характерно, что они:
1) наносят незначительный ущерб;
2) приводят к эвакуации сотней тысяч населения, требуют участия всего мирового сообщества;
3) приводят к необходимости массовой эвакуации населения и материальных ценностей;
4) приводят к частичной эвакуации людей

21. Вулканы, об извержениях которых существуют исторические данные являются:
1) действующими;
2) уснувшими;
3) потухшими;
4) законсервированными.
22. Укажите возможные причины землетрясений:
1) тектонические процессы;
2) извержения вулканов;
3) обвалы, осыпи;
4) цунами;

5) наводнения.

23. Интенсивность землетрясения зависит от следующих факторов:
1) магнитуды;
2) глубины очага;
3) площади разрушений;
4) количества жертв.

24. Магнитуда землетрясения является:
1) логарифмической величиной;
2) среднеарифметической величиной;
3) среднестатистической величиной;
4) абсолютной величиной.

25. Магнитуда землетрясения оценивается:
1) в градусах;
2) в метрах;
3) в баллах;
4) в экономическом ущербе.

26. Процесс выброса на земную поверхность раскалённых обломков, пепла, излияние магмы, которая на поверхности становится лавой, называется:
1) землетрясением;
2) природным пожаром;
3) извержением вулкана;

27. Неконтролируемый процесс горения вне специального очага, причиняющий материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и государства называется:
1) извержение вулкана;
2) пал травы;
3) пожар;
4) возгорание

28. Наиболее часто в настоящий момент пожары возникают:
1) в природе;
2) в бытовом секторе;
3) в промышленности;
4) в результате военных действий.

29. Длительный период устойчивой погоды с высокими температурами воздуха и малым количеством осадков (дождя), в результате чего снижаются влагозапасы почвы и возникает угнетение и гибель культурных растений называется:
1) засухой;
2) сезонными изменениями;
3) суховеем;
4) неурожаем.

30. Понижения температуры ниже 0 °С в приземном слое воздуха или на почве вечером или ночью при положительной температуре днем называются:
1) морозами;
2) заморозками;

3) похолоданием;
4) инеем.

31. Лед на дорогах, который образуется после оттепели или дождя при внезапном похолодании называется:
1) гололёдом;
2) гололедицей;
3) заморозками;
4) похолоданием.

32. Слой плотного льда, нарастающего на предметах при выпадении переохлажденного дождя или мороси, при тумане и перемещении низких слоистых облаков при отрицательной температуре воздуха у поверхности Земли, близкой к 0°С, называется:
1) гололёдом;
2) гололедицей;
3) заморозками;
4) похолоданием.

33. Промышленные взрывы, пожары на промышленных объектах, выбросы АХОВ на ХОО относятся к ЧС:
1) техногенного характера;
2) природного характера;
3) экологического характера;
4) социального характера.

34. Химически опасным объектом называют (выберите наиболее подходящий вариант):
1) объект, на котором обезвреживают боевые химические вещества;
2) очистные сооружения, станции водоподготовки;
3) химическое предприятие;
4) объект, на котором хранят, транспортируют, перерабатывают и получают опасные химические вещества.

35. Объект, при аварии на котором может возникнуть необходимость в эвакуации свыше 70 тыс. людей относится к (выберите наиболее подходящий вариант):
1) ХОО I степени опасности;
2) ХОО IV степени опасности;
3) ХОО с АХОВ;
4) химически опасному объекту.

36. Объект, при аварии на котором зона заражения не выходит за его границы или за границы его санитарно-защитной зоны относится к:
1) ХОО I степени опасности;
2) ХОО IV степени опасности;
3) ХОО с АХОВ;
4) химически опасному объекту.

37. Наиболее безопасным способом хранения АХОВ является:
1) способ хранения под давлением;
2) изотермический способ

38. При авариях на ХОО токсичные вещества попадают в организм человека:
1) резорбтивно;

2) перорально;
3) ингаляционно.

39. Укажите состояние, при котором авария на ХОО касается максимального количества людей:
1) дискомфортное состояние, при котором обнаруживаются начальные проявления токсического действия;
2) состояние, не позволяющее выполнять возложенные на человека обязанности (эффект выведения из строя;
3) состояние, приводящее к летальному исходу (летальный эффект)

40. Количество вещества (мг·мин/м3 или мг·мин /л), вызывающая определённый токсический эффект называется:
1) предельно допустимой концентрацией;
2) токсической концентрацией;
3) токсической дозой (токсодозой);
4) останавливающей токсодозой.

41. Токсодоза измеряется в:
1) мг/кг;
2) мг/м3;
3) мг·мин/м3 или мг·мин /л;
4) мг/с.

42. Радиационная авария (катастрофа) может наступить вследствии (укажите все возможные причины):
1) выброса радиоактивных веществ;
2) неправильных действий персонала;
3) выхода из-под контроля источника радиоактивного излучения;
4) химического заражения местности.

43. Согласно классификации МАГАТЭ, функциональные отклонения или отклонения в управлении, которые не представляют какого-либо риска, но указывают на недостатки в обеспечении безопасности на АЭС относятся к:
1) серьёзному происшествию ;
2) незначительному происшествию;
3) происшествию средней тяжести;
4) локальной аварии.

44. Согласно классификации МАГАТЭ существует
1) три уровня происшествий на АЭС;
2) пять классов происшествий на АЭС;
3) шесть уровней происшествий на АЭС и седьмой уровень – глобальная авария, затрагивающая значительные территории и население многих стран.

45. Излучение любого вида, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков называется:
1) проникающей радиацией;
2) корпускулярным излучением;
3) ионизирующим излучением;
4) облучением.

46. Количество энергии ионизирующего излучения, поглощенное единицей массы облучаемого тела (тканями организма) называется:
1) эффективная эквивалентная доза ;
2) средняя годовая эффективная доз;
3) поглощенная доза;
4) эквивалентная доза.

47. Поглощенная доза в организме или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения называется:
1) эффективная эквивалентная доза ;
2) средняя годовая эффективная доз;
3) поглощенная доза;
4) эквивалентная доза.

48. Сумма произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты называется:
1) эффективная эквивалентная доза ;
2) средняя годовая эффективная доз;
3) поглощенная доза;
4) эквивалентная доза.

49. Средняя годовая эффективная доза имеет размерность:
1) рентген;
2) зиверт;
3) бэр;
4) рад;

50. Боеприпасы, основанные на использовании внутриядерной энергии, мгновенно выделяющейся при ядерных превращениях некоторых химических элементов называются:
1) ядерным оружием;
2) нейтронным оружием;
3) термоядерным оружием.

51. Оружие, в котором используется энергия, выделяющаяся в результате деления ядер тяжелых элементов (урана, плутония и др.) называется:
1) ядерным оружием;
2) нейтронным оружием;
3) термоядерным оружием.

52. Оружие, использующее энергию, выделяющуюся при синтезе легких элементов (водорода, дейтерия, трития и др.) называется:
1) ядерным оружием;
2) нейтронным оружием;
3) термоядерным оружием.

53. Разновидность боеприпасов с термоядерным зарядом малой мощности, отличающимся повышенным выходом нейтронного излучения называется:
1) ядерным оружием;
2) нейтронным оружием;
3) термоядерным оружием.

54. Мощность ядерных боеприпасов измеряется:

1) тротиловым эквивалентом;
2) избыточным давлением взрыва;
3) зоной поражения;
4) видом использованной энергии.

55. К поражающим факторам ядерного взрыва не относятся:
1) ударная волна;
2) световой импульс;
3) проникающая радиация;
4) радиоактивное заражение;
5) электромагнитный импульс;
6) химическое заражение;
7) отравление опасными химическими веществам.

56. Основным поражающим фактором ядерного взрыва является:
1) ударная волна;
2) световой импульс;
3) проникающая радиация;
4) радиоактивное заражение;
5) электромагнитный импульс.

57. Поражающий фактор ядерного взрыва, не оказывающий влияние на людей это:
1) ударная волна;
2) световой импульс;
3) проникающая радиация;
4) радиоактивное заражение;
5) электромагнитный импульс.

58. Боевые средства, поражающее действие которых основано на использовании токсических свойств отравляющих веществ называются:
1) отравляющими веществами;
2) токсичными веществами;
3) химическим оружием;
4) аварийно химически опасными веществами.

59. Сужение зрачков и затруднение дыхания, спазмы в желудке, рвота, судороги – признаки воздействия:
1) ОВ нервно-паралитического действия;
2) ОВ общеядовитого действия;
3) ОВ кожно-нарывного действия;
4) ОВ удушающего действия.

60. Горечь и металлический привкус во рту, тошнота, головная боль, одышка, судороги – признаки воздействия:
1) ОВ нервно-паралитического действия;
2) ОВ общеядовитого действия;
3) ОВ кожно-нарывного действия;
4) ОВ удушающего действия.

61. Покраснения и отек кожных покровов, а затем пузыри, которые через 2-3 дня лопаются, а на их месте появляются язвы, которые долго не заживают – признаки воздействия:
1) ОВ нервно-паралитического действия;

2) ОВ общеядовитого действия;
3) ОВ кожно-нарывного действия;
4) ОВ удушающего действия.

62. Раздражение глаз, вызывающее слезоточение, головокружение, общая слабость – признаки воздействия:
1) ОВ нервно-паралитического действия;
2) ОВ общеядовитого действия;
3) ОВ кожно-нарывного действия;
4) ОВ удушающего действия

63. Нарушение функций вестибулярного аппарата, появление рвоты, в течение нескольких часов оцепенение, заторможенность речи, затем период галлюцинаций и возбуждения – признаки воздействия:
1) ОВ нервно-паралитического действия;
2) ОВ общеядовитого действия;
3) ОВ кожно-нарывного действия;
4) ОВ психо-химического действия.

64. Химическое оружие, состоящее из относительно безвредных (малотоксичных) компонентов, которые при смешивании дают высокотоксичные ОВ относится к:
1) многокомпонентному оружию;
2) смесевому оружию;
3) бинарному оружию.

65. Бактерии, вирусы, грибки и вырабатываемые некоторыми бактериями яды (токсины) являются основой для:
1) бактериального оружия;
2) биологического оружия;
3) экологического оружия;
4) природного оружия.

66. Живые организмы (и инфекционные материалы, извлекаемые из них), которые способны размножаться в организме пораженных ими объектов называются:
1) биологическим оружием;
2) биологически опасными веществами;
3) патогенными микроорганизмами.

67. Зарин, зоман являются газами
1) нервно-паралитического действия;
2) общеядовитого действия;
3) кожно-нарывного действия;
4) удушающего действия.

68. Иприт - вещество
1) нервно-паралитического действия;
2) общеядовитого действия;
3) кожно-нарывного действия;
4) удушающего действия.

69. Си-Эс (CS), Си-Ар (CR) – химическое оружие:
1) нервно-паралитического действия;

2) раздражающего действия;
3) кожно-нарывного действия;
4) удушающего действия.

2. Примеры тестовых вопросов к контрольной работе № 2.
В работу включены вопросы по разделам 4,5,6.

1. Какие действия проводят непосредственно при сердечно-легочной реанимации
1)- прекардиальный удар
2)- (3-5) вдуваний воздуха, осуществляемых с частотой 12-16 в минуту
3)- поочередное надавливание на грудную клетку (5 раз) и вдувание воздуха
4)- 30 толчков-надавливаний – два вдувания в легкие пострадавшего (соотношение 30:2).
5)- очищают ротовую полость от инородных предметов

2. Какие действия проводят при вентиляции легких
1)- прекардиальный удар
2)- (3-5) вдуваний воздуха, осуществляемых с частотой 12-16 в минуту
3)- поочередное надавливание на грудную клетку (5 раз) и вдувание воздуха
4)- 30 толчков-надавливаний два вдувания в легкие пострадавшего (соотношение 30:2).
5)- очищают ротовую полость от инородных предметов

3. Какие действия проводят при определении клинической смерти
1- прекардиальный удар
2- проверку реакции зрачка на свет
3- вентиляция легких для проверки дыхания
4- определение наличия пульса
5- измерение давления и частоты пульса

4. Чем характеризуются и опасны рубленные раны
1- вероятно развитие инфекции в ране;
2- нагноение и долгое заживание;
3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

6. Чем характеризуются и опасны укушенные раны
1- вероятно развитие инфекции в ране;
2- нагноение и долгое заживание;
3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

7. Чем характеризуются и опасны ушибленные раны
1- вероятно развитие инфекции в ране;
2- нагноение и долгое заживание;
3- наличие травмированных, часто размозженных тканей
4- раны неправильной формы, загрязнены слюной животных
5- сильное загрязнение и наличие омертвевших тканей

8. Чем характеризуется венозное кровотечение
1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны

3- мелкие капли крови на раневой поверхности
4- кровотечение из ткани внутренних органов

9. Чем характеризуется артериальное кровотечение
1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
3- мелкие капли крови на раневой поверхности
4- кровотечение из ткани внутренних органов

10. Чем характеризуется капиллярное кровотечение
1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
3- мелкие капли крови на раневой поверхности
4- кровотечение из ткани внутренних органов

11. Чем характеризуется смешанное (паренхиматозное) кровотечение
1- кровь ярко алого цвета, пульсирующая струей
2- темно-вишневая кровь, равномерно истекающая из раны
3- мелкие капли крови на раневой поверхности
4- кровотечение из ткани внутренних органов

12. Какова последовательность и в чем заключается первая помощь при обработке раны
1- удаление свободно лежащих инородных тел
2- удаление крупных инородных тел
3- обработка спиртом, раствором йода или перекисью
4- наложение повязки
5- наложение жгута
6-охлаждение пораженного участка
7-обработка соответствующими мазями или порошками

13. Какова последовательность и в чем заключается первая помощь при обработке ожога
1- удаление свободно лежащих инородных тел
2- удаление крупных инородных тел
3- обработка спиртом, раствором йода или перекисью
4- наложение повязки
5- наложение жгута
6- охлаждение пораженного участка
7- обработка соответствующими мазями или порошками

14. В чем особенности наложения жгута или закрутки при длительном сдавливании
1- накладывается непосредственно вблизи раны
2- накладывается непосредственно на тело
3- фиксируется время наложения
4- можно удалить, если конечность не утратила подвижность
5- накладывается предварительно перед извлечением конечности

15. На какое время накладывают жгут в зимнее время
1- 15 мин
2- 45–60 мин
3- 1,5–2 часа
4- до момента доставки в медицинское учреждение

16. На какое время накладывают жгут в летнее время
1- 15 мин
2- 45–60 мин
3- 1,5–2 часа
4- до момента доставки в медицинское учреждение

17. Что делают при химических ожогах кислотами
1- промывают водой
2- накладывают повязку, пропитанную 5% раствором соды
3- накладывают повязку, пропитанную 2% раствором лимонной кислоты
4- охлаждают место ожога

18. Что делают при химических ожогах щелочами
1- промывают водой
2- накладывают повязку, пропитанную 5% раствором соды
3- накладывают повязку, пропитанную 2% раствором лимонной кислоты
4- охлаждают место ожога

19. Что надо делать при термических ожогах
1- обильно смазать место ожога жирными мазями или маслом
2- оросить место ожога водой или приложить холод
3- очистить зону ожога от обожженных тканей и пузырей
4- наложить сухую повязку

20. При отравлении угарным газом следует
1- провести зондовое промывание желудка
2- нейтрализовать отравление питьевой содой
3- вывести пострадавшего на свежий воздух
4- выпить 3-4 стакана раствора марганцовки и вызвать рвоту
5- для нейтрализации токсинов выпить 3-4 стакана молока

21. При пищевом отравлении следует
1- провести зондовое промывание желудка
2- нейтрализовать отравление питьевой содой
3- вывести пострадавшего на свежий воздух
4- выпить 3-4 стакана раствора марганцовки и вызвать рвоту
5- для нейтрализации токсинов выпить 3-4 стакана молока

22. Укажите порядок действия по спасению утонувшего в пресной воде
1- уложить на твердую поверхность, что бы голова была низко опущена, раздеть и растереть сухим полотенцем
2- освободить ротовую полость
3- освободить дыхательные пути от пены
4- провести искусственную вентиляцию легких, при необходимости наружный массаж сердца

23. При обморожении необходимо
1- как можно быстрее согреть пострадавшего, поместив его в горячую ванну
2- растереть обмороженные участки для восстановления кровоснабжения

3- проводят растирание отмороженных участков ватой со спиртом или теплыми сухими руками, сочетая с осторожным массажем этой области
4- для быстрого согревания можно выпить 100 г алкоголя
5- пострадавшего ввести в теплое помещение, осторожно снять промёрзшую обувь, носки, перчатки

24. Чем определяется тяжесть термического ожога
1- степенью ожога
2- площадью поражения
3- временем поражения
4- конкретным участком тела на который пришелся ожог

25. При поражении электрическим током силой 15 мА у пострадавшего:
1- возникают ощутимые раздражения
2- появляются судорожные сокращения мышц и невозможность самостоятельно разжать руку
3- происходит остановка дыхания
4- возникает фибриляция и остановка сердца

26. При синдроме длительного сдавливания надо:
1- растереть придавленную конечность для восстановления циркуляции крови
2- наложить холодный компресс
3- наложить жгут
4- обработать имеющиеся ушибы

27. Для чего накладывают шину при переломе?
1- для иммобилизации конечности;
2- для срастания костей;
3- для того чтобы создать неподвижность отломков костей в месте перелома
4- для снижения инфекционных осложнений

28. Какие меры и в какой последовательности предпринимаются при ингаляционном отравлении АХОВ
1- провести санитарную обработку, прополоскать рот
2- вывести из зоны заражения
3- надеть противогаз
4- механически удалить вредные вещества специальными дегазирующими растворами
5- сифонное промывание желудка

29. К каким классам пожара относятся горение твердых веществ и электрооборудования находящегося под напряжение
1- A 2- B 3- C 4- D 5- E

30. К каким классам пожара относятся горение жидких и газообразных веществ
1- A 2- B 3- C 4- D 5- E

31. К каким классам пожара относятся горение твердых веществ и металлов
1- A 2- B 3- C 4- D 5- E

32. Каковы основные недостатки при тушении углекислотным огнетушителем
1- нельзя тушить оборудование, находящееся под напряжением
2- отказ в работе в следствие образования пробок и засорения сопла

3- возможность обморожения тушащего
4- вредное воздействие на организм человека
5- ухудшение видимости
6- отсутствие охлаждающего эффекта
7- нанесение ущерба оборудованию

33. Каковы основные недостатки при тушении пенными огнетушителями
1- нельзя тушить оборудование, находящееся под напряжением
2- отказ в работе в следствие образования пробок и засорения сопла
3- возможность обморожения тушащего
4- вредное воздействие на организм человека
5- ухудшение видимости
6- отсутствие охлаждающего эффекта
7- нанесение ущерба оборудованию

34. Каковы основные недостатки при тушении порошковым огнетушителем
1- нельзя тушить оборудование, находящееся под напряжением
2- отказ в работе в следствие образования пробок и засорения сопла
3- возможность обморожения тушащего
4- вредное воздействие на организм человека
5- ухудшение видимости
6- отсутствие охлаждающего эффекта
7- нанесение ущерба оборудованию

35. По какому преобладающему механизму тушат галоген производные углеводороды
1- изоляция от доступа кислорода воздуха
2- разбавление реагирующих веществ
3- охлаждение реагирующих веществ
4- торможение химической реакции
36. По какому преобладающему механизму тушит вода
1- изоляция от доступа кислорода воздуха
2- разбавление реагирующих веществ
3- охлаждение реагирующих веществ
4- торможение химической реакции

37. По какому преобладающему механизму тушат пены
1- изоляция от доступа кислорода воздуха
2- разбавление реагирующих веществ
3- охлаждение реагирующих веществ
4- торможение химической реакции

38. Приведите маркировку воздушно-пенного огнетушителя.
1- ВПО 2- ВП 3- ОВП 4- ОП

39. Приведите маркировку порошкового огнетушителя.
1- ОП 2- ПО 3- ОВП 4- П(ПФ)

40. Приведите маркировку газового углекислотного огнетушителя
1- УО 2- О(СО2) 3- ОУ 4- ГУО

41. К первичным средствам пожаротушения относятся:
1- пожарные машины, корабли, катера, дрезины;

2- самоспасатель изолирующий, респиратор противоаэрозольный, капюшон «Феникс», гражданский противогаз ГП-7;
3- установки пожаротушения
4- огнетушители, пожарные щиты, несгораемые полотнища, внутренние пожарные краны;

42. Укажите не существующий вид пожарной охраны:
1- государственная противопожарная служба;
2- ведомственная пожарная охрана;
3- производственная пожарная охрана
4- добровольная пожарная охрана и противопожарные формирования;

43. Классификация пожаров необходима для:
1) подбора средств пожаротушения;
2) составления отчётов о пожаре;
3) подбора условий хранения веществ и материалов;
4) составления плана эвакуации

44. Какая аптечка принята в качестве медицинского СИЗ личного состава сил ГО
1- АИ-1,АИ-2
2- КИМГЗ
3- аптечка первой медицинской помощи
4- санитарная сумка

45. Для чего предназначен капюшон «Феникс» (укажите наиболее точный ответ)?
1- это СИЗ для защиты от ОВ и АХОВ;
2- это СИЗ предназначенное для кратковременной защиты органов дыхания, зрения и кожных покровов лица от аэрозолей, паров и газов ОХВ, в том числе продуктов горения;
3- это СИЗ для защиты органов дыхания от угарного газа
4- для проведения работ, связанных с ликвидацией очага аварии

46. Что из приведенного ниже относится к медицинским средствам защиты
1- КИМГЗ
2- ГП-7
3- ОВП-8
4- ИПП-11
5- ППИ

47. Основное СИЗ ОД для населения фильтрующего типа при наличии в воздухе АХОВ
1- респираторы Лепесток, Кама,
2- противогаз ГП-7
3- Противогаз ИП-4
4- Противогаз ПШ-1

48. Какие противогазы используются для защиты органов дыхания при сильной загазованности и при проведении аварийно-спасательных работ
1- респираторы Лепесток, Кама,
2- противогаз ГП-7
3- Противогаз ИП-4
4- Противогаз ПШ-1

49. Основное СИЗ ОД для населения фильтрующего типа от аэрозолей
1- респираторы Лепесток, Кама,

2- противогаз ГП-7
3- Противогаз ИП-4
4- Противогаз ПШ-1

50. Какой цвет имеет фильтрующая коробка противогаза, защищающая от аммиака и сероводорода
1- коричневая
2- серая
3- хаки (защитный зеленый)
4- белая

51. Какой цвет имеет фильтрующая коробка противогаза, защищающая от органических газов, фосфора- и хлорорганических ядохимикатов
1- коричневая
2- серая
3- хаки (защитный зеленый)
4- белая

52. Какой цвет имеет фильтрующая коробка противогаза, защищающая окиси углерода
1- коричневая
2- серая
3- хаки (защитный зеленый)
4- белая

53. Для какого количества укрываемых предназначены убежища большой вместимости (чел)
1-до 50
2-до 150
3-от 50 до 500
4-от 150 до 600 5- от 500 до 2000
6-от 600 до 5000
7- более 2000
8-более 5000

54. Каковы нормы площади (м2) и кубатуре (м3) пространства, которая должна приходиться на одного укрываемого в убежище
1- 0,5 и 1,5
2- 1,5 и 2,0
3- 2,0 и 4,0
3- 4,5 и 15

55. По каким режимам осуществляется снабжение убежищ воздухом
1- вентиляция
2- кондиционирование
3- фильтро-вентиляция
4- аэрация
5- изоляция и регенерация

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

УК-8. - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения

природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-8.1. - Знает основные техносферные опасности, их свойства и характеристики.
УК-8.2. - Знает характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к
сфере своей профессиональной деятельности
УК-8.5. - Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.
УК-8.7. - Владеет способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях и в условиях военного времени.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ.

Промежуточный контроль по дисциплине не предусмотрен.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине « ***Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях*** »:

к.т.н., доцент М.Д. Чернецкая _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

_____ _____ _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине « ***Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях*** » одобрены на заседании кафедры ***Техносферной безопасности***, протокол № _10___ от «_5__» ___апреля_____ 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Техносферной безопасности***__
(наименование кафедры)

д.т.н., профессор Н.И. Акинин _____ _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Начальник штаба ГО
РХТУ им. Д.И. Менделеева В.Д. Замятин
(И.О. Фамилия) (подпись)

Согласование осуществляется специалистом кафедры, ведущей подготовку по близкому к кафедре профилю, внутри образовательной организации (т.е. внутренний аудит).

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «*Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях*»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

все направления подготовки
код и наименование направления подготовки (специальности)

_____
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета Инженерного химико-технологического
_____ / В.П. Синдицкий
(подпись) И.О. Фамилия
« 16 » мая 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

направление подготовки:

18.03.01 – Химическая технология

18.03.02—Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки – для всех профилей подготовки

форма обучения:

очная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Безопасность жизнедеятельности***» включает 8 разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Безопасность жизнедеятельности***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 16 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 7 или 8 семестре. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал большинства разделов, входящих в разделы «Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания», «Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения», «Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека» и «Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации».

Лабораторные работы охватывают 3, 4, 5 и 7 раздел. На выполнение каждой работы отводится примерно 1,5 часа.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента бакалавра в области безопасности жизнедеятельности, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит

приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов и формулирования выводов по выполненной работе.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «***Безопасность жизнедеятельности***» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области оценки условий труда и пожаровзрывобезопасности технологических процессов и производственных зданий;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой к лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – методическими указаниями к лабораторным работам, конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ГОСТами по определению показателей пожаровзрывоопасности веществ и миатериалов и значений ПДК вредных веществ, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в ГОСТах и в методических указаниях к лабораторным работам и Практикуме по Безопасности жизнедеятельности «Пожарная профилактика и электробезопасность в химической промышленности». Лабораторный практикум: учеб. Пособие / Л.К.Маринина, А.Я. Васин, М.Д. Чернецкая и др. – М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. -76 с.. и «Производственная санитария в химической промышленности». Лабораторный практикум: учеб. пособие / Маринина Л.К.,Васин А.Я., Шарифуллина Л.Р., Чернецкая М.Д., Трифонова Т.Е., Аносова Е.Б.; Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2013. – 76 с.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 28_ баллов и входит в 60 баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента ***бакалавриата*** в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 32__ балла) и лабораторного практикума (максимальная оценка _28_ баллов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

Совокупная оценка текущей работы студента в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных и лабораторных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 100 баллов. Распределение баллов в семестре по контрольным и лабораторным работам указано выше. По дисциплине предусмотрен экзамен.

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «**Безопасность жизнедеятельности**» преподается в 7 или в 8 семестре и включает лекции, лабораторные работы и самостоятельную подготовку.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и лабораторных занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Наиболее сложные теоретические материалы ведущим преподавателям рекомендуется излагать на лекциях с использованием средств мультимедийной техники и обеспечением необходимым раздаточным материалом. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять решением примеров и задач в ходе выполнения лабораторных работ. Умения и навыки, необходимые для полного освоения программы в рамках заявленных компетенций, следует получать и закреплять в ходе выполнения лабораторных работ.

Для своевременной подготовки студентов к лабораторным работам преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

Необходимой компонентой лекционных занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

Ход проведения лабораторных работ включает самостоятельную подготовку к работе по заранее озвученной теме, постановку задачи и её согласование с ведущим преподавателем, планирование хода выполнения работы, выполнение работы в соответствии с разработанным планом, подготовку отчёта о выполненной работе, защиту лабораторной работы.

Для своевременной подготовки студентов к лабораторным работам преподавателям рекомендуется назвать тему и выдать задания на самостоятельную подготовку заблаговременно, в течение недели.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 8 либо может быть изменено в соответствии с

решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль с ограничением времени предоставления фотоматериалов с ответами и документами, подтверждающими личность выполнявшего работу. Оценочные средства и форма текущего контроля могут быть скорректированы с целью обеспечения в рамках ЭО и ДОТ максимально возможной реализации объективной оценки знаний и сформированности компетенций или их частей.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

• объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

• смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);

\

Разработчики методических указаний по дисциплине «***Безопасность жизнедеятельности***»:

д.т.н., профессор А.Я. Васин

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Методические указания по дисциплине «***Безопасность жизнедеятельности***» одобрены на заседании кафедры ***Техносферной безопасности***, протокол № 10 от «5» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Техносферной безопасности***

(наименование кафедры)

д.т.н., профессор Н.И. Акинин

(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
(наименование дисциплины)

направления подготовки / специальности

18.03.01—Химическая технология
код и наименование направления подготовки (специальности)

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета ЦиТХИн

_____ С. П. Дударов

«25» мая 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Процессы и аппараты химической технологии»

Москва 2022 г.

1. Назначение оценочных средств

Оценочные средства (ОС) создаются в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ОС являются составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ОС сформированы на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ОС по дисциплине «**Процессы и аппараты химической технологии**» включают все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ООП и рабочей программой дисциплины «**Процессы и аппараты химической технологии**».

ОС предназначены для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 1 включают в себя оценку за домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контроль по Разделу 2 также проводится в форме домашнего задания (максимальная оценка 10 баллов) и контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по разделам 1, 2 проводится в виде устного экзамена (5 семестр).

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 3 включают в себя домашнее задание (максимальная оценка 10 баллов) и 2 контрольные работы (максимальная оценка 20 баллов за каждую работу). Контроль по Разделу 4 производится в виде оценки за домашнее задание (максимально 10 баллов). Итоговый контроль по Разделам 3, 4 проводится в виде устного экзамена (6 семестр).

ОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. Входной контроль

2.1. Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения конкретной группы обучающихся. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

2.2. Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – устный опрос. Длительность опроса – 45 минут.

2.2.1. Задания (вопросы) для входного контроля знаний обучающихся:

1. Численные методы интегрирования.
2. Методы решения квадратных уравнений.
3. Периметр различных геометрических фигур.
4. Закон Ньютона для течения вязких жидкостей.
5. I Закон Ньютона в классической механике.
6. II Закон Ньютона в классической механике.
7. Закон Менделеева-Клайперона.
8. Универсальная газовая постоянная.
9. Неопределенный интеграл для различных функций.
10. Понятия изотермического процесса.
11. Закон Архимеда.
12. Закон Паскаля.
13. Тепловой баланс с изменением агрегатного состояния.
14. Тепловой баланс без изменения агрегатного состояния.
15. Площади различных геометрических фигур.
16. Плотность воды при 20 ºС.
17. Плотность ртути при 20 ºС.
18. Теорема Остроградского-Гаусса (без вывода).
19. Теорема Пифагора (без вывода).
20. Изображение аппаратов по ЕСКД.
21. Соотношение между различными системами измерения.
22. Объемы различных геометрических тел.
23. Методы решения дифференциальных уравнений.
24. Геометрическое подобие.
25. Влияние температуры на плотность жидкости.
26. Закон сохранения массы.
27. Закон сохранения энергии.
28. Феноменологический закон Фурье.
29. Феноменологический закон Фика.
30. Поверхности различных геометрических тел.
31. Закон Рауля.
32. Закон Дальтона.
33. Закон Генри.
34. Основные гравиметрические методы определения состава.
35. Основные качественные методы определения состава.
36. Понятия относительной и абсолютной влажности.
37. Нахождение производной для различных функций.
38. Построение графиков различных функций.
39. Знание понятия градиента.
40. Определение граничных условий.
41. Явление диффузии.
42. Понятие теплопроводности.
43. Понятие вязкости.
44. Понятие давления.
45. Понятие энтальпии.
46. Какие виды энергии бывают.
47. Определение точки росы.
48. Понятие интерполяции.
49. Понятие экстраполяции.
50. Понятие кпд.
51. Способы выражения концентрации.

2.2.2. Шкала оценивания (методика оценки)

отлично – выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение;

хорошо – выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине;

удовлетворительно – выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала;

неудовлетворительно – выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает.

3. Текущий контроль

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание оценочных средств

Текущий контроль по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» складывается из оценки двух контрольных работ, оценки работы на семинарских занятиях и четырех домашних работ.

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение домашних заданий, контрольных работ, лабораторного практикума и итогового контроля в форме устного экзамена.

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 1 включают в себя оценку за домашнее задание (максимальная оценка 7 баллов) и контрольную работу (максимальная оценка 20 баллов). Контроль по Разделу 2 также проводится в форме домашнего задания (максимальная оценка 7 баллов) и контрольной работы (максимальная оценка 20 баллов). Итоговый контроль по разделам 1, 2 проводится в виде устного экзамена (5 семестр, максимальная оценка 40 баллов).

Оценочные средства для контроля по освоению материала Раздела 3 включают в себя домашнее задание (максимальная оценка 7 баллов) и 2 контрольные работы (максимальная оценка 20 баллов за каждую работу). Контроль по Разделу 4 производится в виде оценки за домашнее задание (максимально 7 баллов). Итоговый контроль по

Разделам 3, 4 проводится в виде устного экзамена (6 семестр, максимальная оценка 40 баллов).

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «***Процессы и аппараты химической технологии***», а также дает практические знания об основных закономерностях процессов и общих принципах работы аппаратов химической технологии. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины (Разделы 1, 2, 3, 4). В практикум входят 8 работ, по 4 часа на каждую работу. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 12 баллов (максимально по 1,5 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Исследование режимов течения жидкости.	4
2	1	Гидродинамическое сопротивление трубопровода.	4
3	1	Изучение профиля скоростей в сечении трубопровода.	4
4	1	Изучение работы центробежного насоса.	4
5	2	Интенсивность теплопередачи в пластинчатом теплообменнике.	4
6	2	Время охлаждения жидкости при нестационарном теплообмене	4
7	2	Теплопередача в двухтрубном теплообменнике.	4
8	2	Изучение теплопередачи в четырёхходовом кожухотрубчатом теплообменнике.	4
9	2	Теплопередача в кожухотрубчатом стеклянном теплообменнике.	4
10	3	Изучение массоотдачи в жидкой фазе.	4
11	3	Определение коэффициента массоотдачи в газовой фазе.	4
12	3	Разделение простой перегонкой бинарной смеси изопропанол–вода.	4
13	3	Простая перегонка бинарной смеси вода–этиленгликоль.	4
14	3	Изучение процесса периодической ректификации бинарной смеси жидкостей.	4
15	4	Определение скорости свободного осаждения твёрдых частиц и всплытия пузырей в жидкостях.	4
16	4	Гидродинамика неподвижного и псевдоожиженного зернистого слоя.	4
17	4	Изучение процесса фильтрования суспензий	4

3.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и.т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Текущий контроль осуществляется путем самостоятельного решения задач по теме

раздела. Изучение раздела завершается контрольной работой.

Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии

Задачи для самостоятельной работы на семинарах

Задача 1

Методом линейной интерполяции по табличным данным определить плотность и вязкость органической жидкости (бензол) при температуре 23,6 °С.

Задача 2

Методом последовательных линейных интерполяций определить плотность и вязкость водного раствора этанола при температуре 14 °С, если массовая доля растворённого вещества в растворе 43 %.

Задача 3

Определить плотность и вязкость паров, полученных испарением 43 %-го (массовые %) раствора этанола. Температура паров 100°С, давление нормальное атмосферное.

Задача 4

Атмосферное давление составляет 750 мм рт. ст. Определите абсолютное давление в реакторе, если:
а) реактор работает под избыточным давлением, а показания установленного на реакторе манометра составляют 2 кгс/см^2;
б) реактор работает под вакуумом, а показания установленного на реакторе вакуумметра составляют 500 мм рт. ст.

Задача 5

Определить высоту столба жидкости, если в трубке Торричелли (ртутном барометре) использовать воду вместо ртути. Расчёт провести для трёх температур 20, 60 и 90 °С. Атмосферное давление принять равным 745 мм рт. ст.

Задача 6

Масса колокола мокрого газохранилища (газгольдера) составляет 2900 кг. Диаметр колокола 6 м. Объём газохранилища 200 м3. Вычислить избыточное давление внутри газохранилища и массу содержащегося в газохранилище метана. Температура метана 20 °С, внешнее атмосферное давление 745 мм рт. ст.

Задача 7

Водный раствор аммиака перекачивается по трубопроводу в соседний цех при помощи монтежю. Ёмкость, в которую поступает раствор, находится на 6 м выше уровня раствора в монтежю. Сопротивление, которое преодолевает раствор, двигаясь по трубопроводу, составляет 15 кПа. Избыточное давление азота, подаваемого в монтежю, составляет 2,5 кгс/см2. Определить абсолютное давление в ёмкости, если атмосферное давление равно 750 мм рт. ст., а плотность 25 %-го (масс.) раствора аммиака при 25 °С составляет 907 кг/м^3.

Задача 8

По трубопроводу диаметром 38×4 мм при температуре 20 °С перекачивается вода. Расход воды составляет 6 т/ч. Определить скорость воды в трубопроводе и критерий Рейнольдса.

Задача 9

Для условий задачи 8 определить коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси), если трубопровод стальной с незначительной коррозией. Определить потери давления и напора на трение, если общая длина трубопровода 20 м.

Задача 10

Для условий задачи 8 определить потери давления и напора на местные сопротивления, если трубопроводе установлены: диафрагма (с диаметром отверстия 15,87 мм), колено-угольник (4 шт.), нормальный вентиль.

Задача 11

Для условий задач 8-10 определить общие потери давления и напора в трубопроводе, а также давление в монтежю, с помощью которого осуществляется транспортировка жидкости. Ёмкость, в которую поступает жидкость, находится под избыточным давлением 0,2 кгс/см² и расположена на 5 м выше. Атмосферное давление 760 мм. рт. ст.

Задача 12

Центробежный насос перекачивает воду из нижней ёмкости в верхнюю. Температура жидкости 20 °С, расход жидкости 6 т/ч. Диаметр всасывающего трубопровода 45×4 мм, диаметр нагнетательного трубопровода 38×4 мм. Высота от уровня жидкости в нижней ёмкости до верхней точки подъёма жидкости 10 м. Гидравлическое сопротивление нагнетательной линии 0,5 ати. Потери напора во всасывающей линии 2,5 м. Нижняя ёмкость открыта в атмосферу, верхняя ёмкость находится под избыточным давлением 100 кПа. Определить напор насоса.

Задача 13

Для условий задачи 12 определить абсолютные давления во всасывающем и нагнетательном патрубке насоса, если атмосферное давление 755 мм рт. ст. Также определить показания вакуумметра (в мм рт. ст.), если манометр показывает избыточное давление 2,2 кгс/см². При расчёте принять, что точка подключения вакуумметра находится на одной высоте с насосом, а точка подключения манометра на 0,5 м выше насоса.

Задача 14

Для условий задачи 13 определить высоту всасывающей линии, запас на кавитацию и максимальную высоту всасывающей линии, если частота вращения вала центробежного насоса 2900 об/мин. Сравнив высоту всасывающей линии с максимальным её значением, сделать вывод о возможности работы насоса в заданных условиях.

Задача 15

По гидравлической сети требуется перекачивать воду, расход которой составляет 25 т/ч при температуре жидкости 20 °С. Скорость во всасывающем трубопроводе 1,5 м/с,

скорость в нагнетательном трубопроводе 2,5 м/с. Высота от уровня жидкости в нижней ёмкости до верхней точки подъёма жидкости 35 м. Потери напора в сети 27 м. Абсолютное давление в нижней ёмкости 100 кПа, абсолютное давление в верхней ёмкости 2,2 ата. Определить производительность сети и напор, необходимый для данной сети, подобрать центробежный насос для работы на данную сеть с частотой 2900 об/мин.

Контрольная работа №1 (по разделу 1)

ЗАДАЧА №1

Центробежный насос подаёт воду из открытого бака по новому стальному трубопроводу с производительностью 30 м3/ч и напором 60 м вод. ст. Температура воды 50°С. Атмосферное давление 0,94 атм (физических). Диаметр всасывающей линии 108´4 мм, её длина 10 м. Местными сопротивлениями на всасывающей линии можно пренебречь.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Предельную высоту всасывания воды при кавитационной поправке 2,2 м вод. ст.
2) Мощность на валу насоса, если его полный КПД составляет 0,7.
3) Как изменится мощность насоса, если частота вращения увеличится в полтора раза.

ЗАДАЧА №2

Плунжерный насос простого (одинарного) действия перекачивает при температуре 20°С 12 т/ч жидкой смеси имеющей вязкость 7,2 сПз и состоящей из 50% (масс.) метанола, 30% (масс.) глицерина и 20 % (масс.) бутанола. Смесь транспортируется по стальному трубопроводу диаметром 60×3,5 мм и длиной 62 м из ёмкости с атмосферным давлением в аппарат с избыточным давлением 1,1 ати. Высота подъёма жидкости 18 м. На трубопроводе имеется 3 колена (угольника) под углом 90°, два отвода под углом 45° ($R_o/d = 2$), два нормальных вентиля и один вентиль с наклонным шпинделем (прямоточный). Принять общий КПД насоса равным 0,65, КПД двигателя с передачей 0,815, коэффициент запаса мощности на возможные перегрузки 1,17.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость жидкости в трубопроводе и критерий Рейнольдса.
2) Необходимый для данной сети напор насоса и потребляемую электродвигателем мощность.

ЗАДАЧА №3

В таблице приведена зависимость напора центробежного насоса от производительности при числе оборотов 1450 об/мин, взятая из его паспорта.

Производительность	л/сек	0	2	4	6	8	10
Напор	м. вод. ст.	17,5	16	15	13	11	8

Вода из ёмкости в резервуар подаётся насосом по новому стальному трубопроводу длиной 15 м и диаметром 88,5×4 мм, имеющему 3 поворота (отвода) под прямым углом с радиусом закругления 160 мм и один нормальный вентиль. Сопротивлением всасывающего трубопровода пренебречь.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Сможет ли этот насос подать из открытой ёмкости 28,8 $м^3$/ч воды при температуре 20°С в резервуар, находящийся под давлением 0,75 ати, расположенный на 7 м выше.

ЗАДАЧА №4

Плунжерный насос простого (одинарного) действия с диаметром плунжера 250 мм, ходом его 400 мм и числом оборотов 100 об/мин при температуре 20°С перекачивает 1800 л/мин 10%-го раствора едкого натра из открытой ёмкости в аппарат, находящийся под давлением 7 ати, расположенный на 20 м выше ёмкости. Мощность на валу насоса 39 кВт. Манометр на нагнетательном патрубке насоса показывает 10 ати, а вакуумметр на всасывающем патрубке показывает 300 мм рт. ст. (манометр и вакуумметр присоединены в точках, практически находящихся на одной высоте).

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Объёмный КПД насоса.

2) Необходимый для данной сети напор насоса и полный КПД насоса.

3) Потерю напора (гидравлическое сопротивление) в трубопроводе.

ЗАДАЧА №5

По трубопроводу диаметром 41×1,5 мм со змеевиком перекачивается снизу вверх 98%-ая серная кислота при температуре 70°С в количестве 8 т/ч. Перед змеевиком давление, под которым находится серная кислота, составляет 0,9 ати. На змеевике установлены два нормальных вентиля. Размеры змеевика: диаметр витка 1,5 м, число витков 8, шаг витка равен четырём наружным диаметрам трубы. Трубы стальные с незначительной коррозией.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость жидкости и критерий Рейнольдса.

2) Длину змеевика с учётом шага витка.

3) Показания (в мм. рт. ст.) U-образного манометра, установленного на выходе из змеевика и соединённого с атмосферой.

ЗАДАЧА №6

Центробежный насос перекачивает в котельную водяной конденсат с температурой 60°С собирающийся в цехе в количестве 50 $м^3$/ч. Стальная всасывающая труба насоса диаметром 109×4 мм, общей длиной 6 м имеет два поворота (отвода) с радиусом закругления 150 мм (под углом 90°) и приёмный клапан, коэффициент сопротивления которого 2,5. Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Максимально возможную высоту установки насоса над уровнем воды в сборном колодце конденсата, приняв, что давление во всасывающем патрубке насоса во избежание кавитации должно быть не менее чем на 0,2 ати выше минимально возможного.

ЗАДАЧА №7

Для подачи бензола, имеющего температуру 10°С, на верх реакционной колонны, необходимо установить у её основания центробежный насос. Высота колонны 16 м. Количество подаваемой жидкости 1020 кг/мин. Внутренний диаметр стального трубопровода с незначительной коррозией 105 мм. Избыточное давление в верхней части колонны 0,5 ати. На трубопроводе имеются: нормальный вентиль и три поворота под углом 90° с радиусом закругления 210 мм. Общая длина трубопровода 22,5 м. Общий КПД насоса принять равным 0,65.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость жидкости в трубопроводе и критерий Рейнольдса.

2) Потери напора на трение и местные сопротивления.

3) Необходимый для данной сети напор насоса и мощность на валу насоса.

ЗАДАЧА №8

Центробежный насос перекачивает воду из резервуара по новому стальному трубопроводу в открытую ёмкость, расположенную на 18 м выше. На трубопроводе имеется фильтр, девять угольников (колен) по 90° и два нормальных вентиля. Диаметр трубопровода 56×3 мм, его длина (кроме змеевика) 76 м. Коэффициент сопротивления фильтра равен 25. Количество прикачиваемой воды составляет 16 м^3/ч. Температура воды 15°С. КПД насоса 0,6, двигателя 0,95.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость жидкости в трубопроводе и критерий Рейнольдса.
2) Необходимый для данной сети напор насоса и мощность двигателя.
3) Как измениться производительность, напор и мощность насоса, если число оборотов рабочего колеса будет увеличено на 20%.

ЗАДАЧА №9

Поршневой насос двойного действия засасывает толуол из ёмкости, расположенной ниже насоса на 5 м. Атмосферное давление составляет 9500 мм водяного столба. Потеря давления за счёт трения и местных сопротивлений во всасывающем трубопроводе составляет 45 мм рт. ст. Диаметр трубопровода 48×4 мм. Объёмный расход толуола 4,5 м^3/ч. Зависимость давления насыщенных паров толуола от температуры выражается соотношением $\lg p^* = A - B/(t + C)$, здесь p выражено в мм рт. ст; t в °С; A = 6,953; B = 1344; C = 219,4. Плотность толуола принять равной 810 кг/м^3. Кавитационным запасом пренебречь.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость течения жидкости в трубопроводе.
2) Потери напора в трубопроводе.
3) Ниже какой предельной величины должна быть температура толуола, чтобы перекачивание в назначенных условиях было возможно.

ЗАДАЧА №10

По гидравлически гладкому трубопроводу длиной 90 м, диаметром 56×3 мм с помощью монтежю подаётся холодный рассол в аппарат, расположенный на высоте 5,5 м, находящийся под давлением 1,5 ати. Плотность рассола 1,2 кг/л, а его количество 10 т/ч. Вязкость рассола 20 сПз. На линии имеется 8 кранов, 5 отводов ($R_o/d = 2$, угол = 90°) и один нормальный вентиль.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Режим течения потока рассола в трубопроводе.
2) Потери давления в трубопроводе.
3) Необходимое избыточное давление воздуха в монтежю (выразить в мм рт. ст.).

ЗАДАЧА №11

Поршневой насос двойного действия с диаметром поршня 250 мм, диаметром штока 50,5 мм и ходом поршня 200 мм перекачивает воду с температурой 20°С из открытой ёмкости в резервуар с избыточным давлением. Манометр на нагнетательной линии показывает давление 2,6 ати, а вакуумметр на всасывающей линии – разрежение 310 мм рт. ст. Расстояние по вертикали между манометром и вакуумметром равно 0,69 м. Уровень воды в резервуаре на 4 м выше уровня воды в ёмкости. Напор, теряемый на

преодоление сил трения и местных сопротивлений, составляет 2 м. Мощность на валу насоса 6,73 кВт, механический и гидравлический КПД равны соответственно 0,9 и 0,8.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Напор насоса.

2) Избыточное давление в резервуаре, выразив его в технических атмосферах.

3) Число оборотов привода насоса.

ЗАДАЧА №12

По стальному трубопроводу с незначительной коррозией диаметром 41×1,5 мм и длиной 9 м происходит выкачивание хлорбензола центробежным насосом из штуцера в дне закрытой ёмкости, заполненной на высоту 0,2 м (этот уровень считать постоянным). На трубопроводе имеются нормальный вентиль и два угольника (колена) под углом 90°. Производительность насоса, расположенного на 0,3 м ниже дна ёмкости, составляет 5 т/ч. Температура хлорбензола 40°С, давление во всасывающем патрубке насоса, во избежании кавитации, на 0,15 ати выше минимально физически возможного при рабочей температуре. Зависимость давления насыщенных паров хлорбензола от температуры выражается соотношением $\lg p^* = A - B/(t + C)$, здесь p выражено в мм рт. ст; t в °С; A = 7,498; B = 1654; C = 232,3.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Абсолютное давление в ёмкости, выразив его в технических атмосферах.

ЗАДАЧА №13

По трубопроводу диаметром 57×3 мм со стальным змеевиком, не подвергавшемся значительной коррозии, перекачивается снизу вверх четырёххлористый углерод при температуре 25°С в количестве 12 т/ч. Манометр, установленный перед змеевиком, показывает давление 1,2 ати. На змеевике имеется нормальный вентиль. Размеры змеевика: диаметр витка 1,8 м; число витков 6, шаг витка равен четырём наружным диаметрам трубы.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Показания манометра, установленного после змеевика и отградуированного в мм рт. ст.

ЗАДАЧА №14

Центробежный насос перекачивает воду из открытого резервуара в бак. Давление в баке 2 ата. Показания манометра, установленного на нагнетательном трубопроводе 1,4 ати. Потери напора во всасывающей и нагнетательной линии 2,5 м ст. воды. Геометрическая высота подъёма воды 6 м. Число оборотов рабочего колеса насоса 750 об/мин. Диаметры патрубков всасывающего и нагнетательного трубопроводов равны. Атмосферное давление 1 ата, температура 4°С.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Показание вакуумметра (в мм рт. ст.), установленного на всасывающем трубопроводе, если расстояние между местами присоединения манометра и вакуумметра 250 мм.

2) Как изменится показание вакуумметра, если число оборотов возрастёт до 1500 об/мин, а давление в нагнетательном патрубке до 6,8 ати.

ЗАДАЧА №15

Из штуцера в дне аппарата, работающего под вакуумом 0,8 ати, центробежным насосом необходимо выкачивать воду при температуре 50°С. В аппарате поддерживается

постоянный уровень воды, равный 1,5 м. Насос расположен на 2 м ниже аппарата. Диаметр трубопровода, по которому должна откачиваться вода, равен 57×3,5 мм, его длина 2,5 м. На трубопроводе имеется нормальный вентиль и одно колено (чугунный угольник под углом 90°). Коэффициент трения в трубопроводе принять равным 0,02. Атмосферное давление принять равным 1 ата.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Сможет ли насос при этих условиях откачивать 13 $м^3$/ч воды, приняв, во избежание кавитации, что давление во всасывающем патрубке должно быть на 0,2 ати выше минимального физически возможного.

ЗАДАЧА №16

Из монтежю при температуре 20°С перекачивается 60%-ая серная кислота в реактор, расположенный на 10 м выше монтежю. Расход кислоты 16 $м^3$/ч, давление в монтежю 4,1 ати, внутренний диаметр и длина стального трубопровода с незначительной коррозией, по которому перекачивается кислота, равны соответственно 50 мм и 12 м. На трубопроводе имеется нормальный вентиль и одно колено (угольник под углом 90°).

ОПРЕДЕЛИТЬ: Максимально возможное давление в реакторе, выразив его в технических атмосферах.

ЗАДАЧА №17

Нитробензол при температуре 20°С должен подаваться в количестве 3 т/ч с помощью монтежю в реакционный аппарат, установленный на высоте 10 м, по трубопроводу с внутренним диаметром 25 мм и длиной 40 м. На трубопроводе, который можно считать гидравлически гладким, установлены два нормальных вентиля, восемь колен (угольников) под углом 90°. Давление воздуха, подаваемого компрессорами в монтежю, равно 3,5 ати.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Достаточно ли этого давления для перекачки нитробензола в реакционный аппарат, если последний работает:

а) под избыточным давлением 800 мм рт. ст.;

б) под абсолютным давлением 1,2 кгс/$см^2$, если атмосферное давление составляет 740 мм рт. ст.

ЗАДАЧА №18

Поршневой насос перекачивает воду с температурой 20°С из резервуара, в котором поддерживается давление ниже атмосферного, в бак, с давлением 2 ата. Максимально возможная (предельная) высота всасывания насоса (без учёта кавитационной поправки) при этих условиях 4 м. Полная геометрическая высота подъёма воды 5 м. Потери напора на всасывающем трубопроводе 3,51 м вод. ст. Скорости во всасывающем и нагнетательном трубопроводах одинаковые и равны 2 м/с.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Давление в резервуаре.

2) Максимальную (предельную) высоту всасывания насоса, если температура воды поднимется до 40°С.

3) Полный напор насоса, пренебрегая потерями давления на линии нагнетания.

ЗАДАЧА №19

Плунжерный насос простого действия с диаметром плунжера 200 мм и ходом плунжера 300 мм подаёт воду во внутритрубное пространство двухходового кожухотрубчатого теплообменника. Температура воды на входе в теплообменник 20°С, на

выходе 60°С. Диаметр труб теплообменника 25×2 мм, длина труб 6 м, число труб 100. Трубы принять гидравлически гладкими. Внутренний диаметр штуцеров 200 мм. Атмосферное давление 740 мм рт. ст. Объёмный КПД насоса принять равным 0,95.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Давление на входе в теплообменник, если давление после теплообменника составляет 0,5 ати, а число оборотов привода насоса 100 об/мин.

ЗАДАЧА №20

На трубопроводе длиной 350 м и внутренним диаметром 50 мм установлены два центробежных насоса Х 8/30. По трубопроводу подаётся вода при температуре 20ºС. Высота подъёма 20 м. Коэффициент гидравлического трения принять равным 0,032. Зависимость напора от производительности насоса Х 8/30 может быть выражена уравнением: $H = 30,65 + 1,669 \cdot \dot{V} - 1,345 \cdot \dot{V}^2$, где H – напор насоса (м), $\dot{V}$ – производительность насоса (л/с). Местными сопротивлениями пренебречь.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Уравнение характеристики сети.

2) Суммарную производительность и напор насосов, работающих на данную сеть параллельно.

ЗАДАЧА №21

Метанол при температуре 30°С перекачивается из реактора, находящегося под вакуумом 200 мм рт. ст, в напорный бак, расположенный на 15 м выше и находящийся под избыточным давлением 2 кгс/см^2. Для транспортировки метанола используется центробежный насос Х 45/31, зависимость напора от производительности которого может быть выражена уравнением: $H = 57,4 + 0,555 \cdot \dot{V} - 0,0703 \cdot \dot{V}^2$, где H – напор насоса (м), $\dot{V}$ – производительность насоса (л/с). Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов равны, скорость жидкости в них составляет 1,5 м/с. Коэффициент сопротивления трения $\xi_{тр}$ составляет 35, а суммарный коэффициент местных сопротивлений $\xi_{м.с.}$ составляет 43.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Напор и производительность насоса при его работе на данную сеть.

2) Внутренний диаметр трубопровода.

3) Показания ртутного дифманометра, подключённого к диафрагме, установленной на трубопроводе, если диаметр отверстия диафрагмы равен 74,2 мм.

ЗАДАЧА №22

На горизонтальном стальном трубопроводе с незначительной коррозией длиной 50 м и внутренним диаметром 50 мм, по которому транспортируется вода при температуре 20°С, установлена нормальная диафрагма с диаметром отверстия 31,62 мм. Дифференциальный манометр показывает перепад давления на диафрагме 300 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Объёмный расход и скорость жидкости в трубопроводе, приняв коэффициент расхода диафрагмы равным 0,67.

2) Потери напора в трубопроводе, если помимо диафрагмы на трубопроводе установлены: вентиль прямоточный и четыре колена.

ЗАДАЧА №23

В аппарат, работающий под давлением 0,2 МПа, необходимо подавать центробежным насосом воду из открытого резервуара по трубопроводу диаметром 86×3 мм. Верхняя точка трубопровода выше уровня воды в резервуаре на 7 м. Длина трубопровода 120 м. Коэффициент гидравлического трения 0,035. Сумма коэффициентов местных сопротивлений, установленных на трубопроводе, составляет 54. Температура воды 20°С, атмосферное давление 745 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Уравнение характеристики сети.

2) Рабочую точку при работе на данную сеть насоса зависимость напора которого от производительности выражена уравнением: $H = 37,2 + 0,3 \cdot \dot{V} - 0,022 \cdot \dot{V}^2$, где H – напор насоса (м), $\dot{V}$ – производительность насоса (м^3/ч).

ЗАДАЧА №24

В монтежю создано давление 1,919 бар для подачи 22,8 кг/мин 20% водного раствора гидроксида натрия при температуре 20 °С в реактор, работающий при абсолютном давлении 800 мм рт. ст. Раствор подаётся на высоту 4,6 м по металлическому трубопроводу размером 23×2 мм и общей длиной 9,5 м (шероховатость стенок – 0,15 мм).

На трубопроводе установлены нормальный вентиль (открыт полностью) и мерная диафрагма, имеется 5 отводов под углом 90° с радиусом закругления 76 мм.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Перепад давления в трубопроводе между емкостями и потери давления на преодоление местных сопротивлений.

2) Сумму коэффициентов местных сопротивлений и коэффициент местного сопротивления диафрагмы.

3) Диаметр отверстия диафрагмы и скорость потока в отверстии диафрагмы.

ЗАДАЧА №25

Водный раствор этилового спирта (массовая доля спирта 40% масс.) спускается из открытого бака по трубопроводу диаметром 35×2,5 мм в ёмкость, находящуюся под атмосферным давлением. На трубопроводе имеются кран и два колена под углом 90º. Общая длина трубопровода 50 м, разность высот 9 м. Коэффициент гидравлического трения принять приближенно равным 0,036. Температура раствора 35ºС.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Скорость раствора в трубопроводе.

2) Проверить значение коэффициента гидравлического трения, считая трубопровод стальным с незначительной коррозией

ЗАДАЧА №26

Центробежный насос перекачивает 7,4 т/ч изопропанола из открытой ёмкости в реактор, расположенный на высоте 10,4 м и находящийся под избыточным давлением 2,44 ати. Аппараты соединены новым стальным трубопроводом диаметром 86×6 мм и длиной 26,2 м. На трубопроводе установлены: 11 прямоугольных отводов с радиусом закругления 30,8 см, 2 нормальных вентиля и устройство для регулирования расхода, «степень открытости (ω)» которого связана с коэффициентом его сопротивления (ξ) соотношением: $\omega = (0,24/\xi)^{0,25}$. Температура изопропанола 45°С. При полностью открытом устройстве регулирования расхода насос сообщает жидкости напор 54,2 м.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Потери напора и скорость жидкости в трубопроводе при полностью открытом устройстве регулирования расхода.

2) Коэффициент сопротивления и «степень открытости» устройства регулирования, при указанном в условии задачи расходе.

ЗАДАЧА №27

Определить минимальный диаметр трубопровода, по которому насос с полезной мощностью 398 Вт может перекачивать до 4590 кг/ч 98%-ой серной кислоты при 15°С из открытого сборника в абсорбер на высоту 12,3 м. На стальном трубопроводе длиной 28,6 м сделано 10 прямоугольных отвода с радиусом закругления, равным четырём диаметрам трубы, установлены 2 полностью открытые задвижки и диафрагма, диаметр отверстия которой в 2,04 раза меньше диаметра трубы. Избыточное давление в абсорбере 2,45 кгс/см^2.

При решении задачи принять наиболее вероятный гидродинамический режим течения жидкости, проверив в заключение принятый режим.

ЗАДАЧА №28

В аппарат, работающий под абсолютным давлением 3 ата, надо подавать насосом воду из открытого резервуара по трубопроводу внутренним диаметром 70 мм. Верхняя точка трубопровода выше уровня воды в резервуаре на 7 м. Расчётная длина трубопровода 320 м. Коэффициент гидравлического трения 0,03. На трубопроводе установлены пять колен (угольников) и прямоточный вентиль. Температура воды 20°С, атмосферное давление 760 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Зависимость между расходом воды, протекающей по трубопроводу, и потерей давления на преодоление всех сопротивлений трубопровода (получить уравнение характеристики сети).

2) Производительность насоса, если, работая на данную сеть, он создаёт напор 30 м.

ЗАДАЧА №29

По трубопроводу с внутренним диаметром 100 мм подаётся углекислый газ под абсолютным давлением 2 ата при средней температуре 75ºС с массовой скоростью 30 кг/(м^2·с) (массовая скорость – это отношение массового расхода к площади поперечного сечения трубы). Шероховатость трубы $e = 0{,}7$ мм. Определить гидравлическое сопротивление горизонтального трубопровода при длине его 90 м и при наличии четырёх колен под углом 90º и задвижки. Определить также мощность, потребляемую газодувкой для перемещения двуокиси углерода, если её КПД составляет 50%.

ЗАДАЧА №30

Центробежный насос, перекачивая 280 л/мин воды, создаёт напор 22 м. Определить, пригоден ли этот насос для перекачивания хлорбензола при температуре 60°С в количестве 15 м3/ч по чугунному трубопроводу диаметром 70×2,5 мм из ёмкости с атмосферным давлением в аппарат с избыточным давлением 0,3 кгс/см2. Геометрическая высота подъёма 8,5 м, длина трубопровода 124 м. На трубопроводе установлены семь колен-угольников и прямоточный вентиль. Определить также мощность, потребляемую электродвигателем, если общий КПД насосной установки составляет 55%.

ЗАДАЧА №31

Бинарную смесь бензол-толуол, содержащую 30 % массовых бензола, при температуре 40°С транспортируют по новому стальному трубопроводу при помощи монтежю. Аппарат, в который подаётся смесь, находится под избыточным давлением 4 кгс/см^2. Массовый расход смеси 10,6 т/ч, скорость потока в трубопроводе 2,5 м/с. Длина трубопровода 28 м, геометрическая высота подъёма 5 м. На трубопроводе установлены 11 колен-угольников, два нормальных вентиля и диафрагма, диаметр отверстия в которой в 2,5 раза меньше диаметра трубопровода.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Внутренний диаметр трубопровода.

2) Гидравлическое сопротивление трубопровода и избыточное давление в монтежю.

ЗАДАЧА №32

По горизонтальному трубопроводу диаметром 90×4 мм и длиной 95 м подают метанол осевым насосом. Коэффициент гидравлического трения 0,032. Сумма коэффициентов местных сопротивлений, установленных на трубопроводе, составляет 62. Температура метанола 40 °С.

ОПРЕДЕЛИТЬ:

1) Уравнение характеристики сети.

2) Рабочую точку при работе на данную сеть насоса, зависимость напора которого от производительности выражена уравнением: $H = 4,0 - 0,0038 \cdot \dot{V} - 0,000022 \cdot \dot{V}^2$, где H – напор насоса (м), $\dot{V}$ – производительность насоса (м^3/ч).

3) Мощность на валу насоса, если КПД насоса составляет 45%.

ЗАДАЧА №33

Поршневой насос двойного действия перекачивает воду из открытого резервуара в реактор, находящийся под избыточным давлением 15 кгс/см^2, и расположенный на 10 м выше. Диаметр поршня насоса 200 мм, диаметр штока 10 мм, ход поршня 400 мм, число оборотов привода 90 об/мин, объёмный КПД насоса 95 %. Транспортировка воды осуществляется по стальному трубопроводу с незначительной коррозией диаметром 133×4 мм и длиной 25 м. Температура воды 25 °С. На трубопроводе установлены пять колен (угольников), два вентиля нормальных и диафрагма, диаметр отверстия в которой в 2,5 раза меньше диаметра трубопровода. Атмосферное давление 740 мм рт. ст.

Определите:

1) производительность насоса и скорость воды в трубопроводе;

2) критерий Рейнольдса и коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);

3) сумму коэффициентов местных сопротивлений и потерю напора в трубопроводе;

4) напор насоса и мощность на валу насоса, если его полный КПД равен 60 %;

5) максимальную высоту установки насоса, пренебрегая кавитационным запасом и приняв потери напора во всасывающем трубопроводе равными 6 м.

ЗАДАЧА №34

Дифференциальный манометр, подключённый к установленной на трубопроводе диафрагме, показывает перепад давления 350 мм рт. ст. Диаметр трубопровода 90×4 мм, диаметр отверстия в диафрагме 44,9 мм. По трубопроводу течёт вода при температуре

20 °С. Трубопровод новый стальной с незначительной коррозией. Помимо диафрагмы, на трубопроводе установлены, три прямоточных вентиля и десять колен (угольников). Транспортировка воды по трубопроводу длиной 45 м осуществляется с помощью центробежного насоса, КПД которого составляет 70 %. Вода перекачивается из одной открытой ёмкости в другую открытую ёмкость, находящуюся на 12 м выше. Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Потери напора во всасывающей трубе составляют четверть от потерь напора по трубопроводу. Частота вращения рабочего колеса насоса 2900 об./мин.

Определите:

1) расход и скорость воды в трубопроводе;
2) коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);
3) сумму коэффициентов местных сопротивлений и потерю напора в трубопроводе;
4) напор насоса и мощность на валу насоса;
5) запас на кавитацию и максимальную высоту всасывающей линии насоса.

ЗАДАЧА №35

Дифференциальный манометр, подключённый к установленной на трубопроводе диафрагме, показывает перепад давления 320 мм рт. ст. Диаметр трубопровода 133×4 мм, диаметр отверстия в диафрагме 68,4 мм. По трубопроводу течёт вода при температуре 25 °С. Трубопровод новый стальной с незначительной коррозией. Помимо диафрагмы, на трубопроводе установлены, два нормальных вентиля и семь колен (угольников). Транспортировка воды по трубопроводу длиной 40 м осуществляется с помощью центробежного насоса, КПД которого составляет 65 %. Вода перекачивается из одной открытой ёмкости в другую открытую ёмкость, находящуюся на 15 м выше. Атмосферное давление 740 мм рт. ст. Потери напора во всасывающей трубе составляют четверть от потерь напора по трубопроводу. Частота вращения рабочего колеса насоса 2900 об./мин.

Определите:

1) расход и скорость воды в трубопроводе;
2) коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);
3) сумму коэффициентов местных сопротивлений и потерю напора в трубопроводе;
4) напор насоса и мощность на валу насоса;
5) запас на кавитацию и максимальную высоту всасывающей линии насоса.

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.

Задачи для самостоятельной работы на семинарах

Задача 16

В трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменного аппарата производят нагрев 4 т/ч бинарной смеси бензол-толуол от начальной температуры 30 °С до конечной температуры 80 °С. Содержание низкокипящего компонента в бинарной смеси 40 % масс. В качестве теплагента используют насыщенный водяной пар, подаваемый в межтрубное пространство под избыточным давлением 0,5 кгс/см^2. Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Потери тепла в окружающую среду составляют 10 % от тепловой нагрузки теплообменника. Определить тепловую нагрузку теплообменного аппарата и расход греющего пара.

Задача 17

В межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменного аппарата производят конденсацию паров бинарной смеси бензол-толуол при температуре 110 °С.

Расход бинарной смеси 2 т/ч, содержание низкокипящего компонента в бинарной смеси 65 % масс. В качестве хладагента используется вода, подаваемая в трубное пространство при температуре 20 °С. Расход охлаждающей воды составляет 15 т/ч. Потери тепла в окружающую среду составляют 12 % от тепловой нагрузки теплообменника. Определить тепловую нагрузку теплообменного аппарата и конечную температуру охлаждающей воды.

Задача 18

В трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменного аппарата производят испарение 12 кг/с бензола при нормальном атмосферном давлении. В качестве теплагента используют насыщенный водяной пар, подаваемый в межтрубное пространство под абсолютным давлением 2 кгс/см^2. Потери тепла в окружающую среду составляют 6 % от тепловой нагрузки теплообменника. Определить тепловую нагрузку теплообменного аппарата и расход греющего пара.

Задача 19

Определить среднюю движущую силу процесса теплопередачи и средние температуры теплоносителей для кожухотрубчатого теплообменника, где происходит нагрев жидкости от 20 °С до 70 °С с помощью насыщенного водяного пара, подаваемого под избыточным давлением 0,5 кгс/см^2. Атмосферное давление принять равным 750 мм рт. ст.

Задача 20

Определить среднюю движущую силу процесса теплопередачи и средние температуры теплоносителей для реактора с мешалкой, где происходит охлаждение жидкости от 80 °С до 60 °С с помощью хладагента, подающегося в змеевик, если хладагент при этом нагревается 25 °С до 50 °С.

Задача 21

Определить среднюю движущую силу процесса теплопередачи и средние температуры теплоносителей для реактора с мешалкой, где происходит нагрев жидкости от 20 °С до 70 °С с помощью насыщенного водяного пара, подаваемого в рубашку реактора под избыточным давлением 0,5 кгс/см^2. Атмосферное давление принять равным 750 мм рт. ст.

Задача 22

В теплообменнике, обогреваемом насыщенным водяным паром, производится нагрев бензола от 20 °С до 70 °С. Избыточное давление насыщенного водяного пара составляет 1 кгс/см^2, атмосферное давление 750 мм рт. ст. Расход жидкого бензола составляет 49 м^3/ч. Тепловые потери составляют 5 % от тепловой нагрузки теплообменника. Определить ориентировочную поверхность теплообменника и подобрать под неё стандартные кожухотрубчатый, двухтрубный и пластинчатый теплообменники.

Задача 23

В теплообменнике производится охлаждение 10 т/ч бензола от 75 °С до 35 °С. В

качестве хладагента используется вода, температура которой меняется от 20 °С до 30 °С. Тепловыми потерями пренебречь. Определить ориентировочную поверхность теплообменника и подобрать под неё стандартные кожухотрубчатый, двухтрубный и пластинчатый теплообменники.

Задача 24

В двухтрубном теплообменнике производится охлаждение 0,7 т/ч бензола от 75 °С до 30 °С. В качестве хладагента используется вода, подаваемая в кольцевой зазор между трубами, температура воды меняется от 23 °С до 28 °С. Тепловыми потерями пренебречь. Неразборный двухтрубный теплообменник изготовлен из труб диаметром 57×4 мм и 25×3 мм и состоит из 9 секций длиной 3 м каждая. Выполнить поверочный расчёт теплообменника и определить коэффициент запаса теплообменника по поверхности теплопередачи.

Задача 25

В пластинчатом теплообменнике производится подогрев 10 т/ч бензола от 20 °С до 70 °С. В качестве теплагента используется насыщенный водяной пар, подаваемый под избыточным давлением 1 кгс/см². Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Тепловыми потерями пренебречь. Пластинчатый теплообменник собран из 28 платин площадью 0,2 м² каждая. Хладагент движется по двухпакетной схеме. Выполнить поверочный расчёт теплообменника и определить коэффициент запаса теплообменника по поверхности теплопередачи.

Задача 26

В кубе-кипятильнике производится испарение 4 т/ч бензола при нормальном атмосферном давлении. В качестве теплагента используется насыщенный водяной пар, подаваемый под избыточным давлением 0,2 кгс/см². Тепловыми потерями пренебречь. Подобрать теплообменник и выполнить его поверочный расчёт.

Задача 27

Определить необходимую толщину тепловой изоляции плоской стенки дымохода квадратного сечения, по которому транспортируются дымовые газы при температуре 160 °С. Дымоход установлен в помещении, температура воздуха в котором составляет 20 °С. В качестве теплоизоляционного материала используется асбест. Дымоход изготовлен из листовой стали марки Ст3 толщиной 10 мм. На внутренней поверхности дымохода присутствует слой окалины (ржавчины) толщиной 1 мм. Коэффициент теплоотдачи от дымовых газов принять равным 8 Вт/(м²·К).

Задача 28

Определить необходимую толщину тепловой изоляции цилиндрической стенки паропровода, по которому транспортируется 1,5 т/ч насыщенного водяного пара при температуре 150 °С. Паропровод установлен в помещении, температура воздуха в котором составляет 25 °С. В качестве теплоизоляционного материала используется стеклянная вата. Паропровод изготовлен из стальной трубы диаметром 108×4 мм, марка стали Ст3. Определить также долю тепловых потерь в окружающую среду от тепловой нагрузки паропровода, если длина трубопровода 100 м.

Контрольная работа №2 (по разделу 2)

ЗАДАЧА №1

Насыщенный пар толуола в количестве 2000 кг/ч конденсируется при давлении 760 мм. рт. ст. в кожухотрубном вертикальном конденсаторе. Жидкий толуол не переохлаждается. Тепло конденсации отводится водой, нагревающейся от 20 до 40°С. Вода движется в стальных трубах (марка стали Ст.3) диаметром 33×3 мм со скоростью 0,35 м/с. Коэффициент теплопередачи от пара к воде составляет 640 Вт/(м^2·К). Потерей тепла в окружающую среду и термическими сопротивлениями загрязнений пренебречь. Определить:
1) поверхность теплопередачи в аппарате; 2) расход охлаждающей воды;
3) коэффициенты теплоотдачи; 4) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №2

На наружной поверхности змеевика, изготовленного из стальной (марка стали Ст.3) трубы диаметром 28×2 мм и длиной 5 м, конденсируется при давлении 760 мм рт. ст. насыщенный пар изопропилового спирта. Диаметр витка змеевика составляет 0,3 м. В трубе змеевика протекает метанол, температура которого увеличивается от 12 до 29°С. Коэффициент теплопередачи от конденсирующегося пара к метанолу равен 600 Вт/(м^2·К). Потерями тепла и термическими сопротивлениями загрязнений пренебречь. Определить: 1) количество конденсирующегося изопропанола и охлаждающего метанола; 2) коэффициенты теплоотдачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №3

На наружной поверхности змеевика, изготовленного из стальной (марка стали Ст. 3) трубы диаметром 26×3 мм, конденсируется при давлении 760 мм рт. ст. 60 кг/ч насыщенного пара изопропилового спирта. Диаметр витка змеевика составляет 0,23 м. Отвод тепла осуществляется водой, нагревающейся от 10 до 22°С. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара составляет 980 Вт/(м^2·К). Термическим сопротивлением загрязнений стенок пренебречь. Определить: 1) длину трубы, из которой изготовлен змеевик; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №4

В стальном змеевике (марка стали Ст. 3) подогревается четырёххлористый углерод от 20°С до температуры кипения при атмосферном давлении. Диаметр трубы змеевика 56×3 мм, а диаметр витка змеевика 500 мм. Нагрев осуществляется конденсирующимся на внешней поверхности трубы насыщенным водяным паром. Давление пара 1,6 ата, его расход 16,5 кг/ч. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке равен 12900 Вт/(м^2·К). Потери тепла и термические сопротивления загрязнений можно не учитывать. Определить: 1) количество нагреваемой жидкости (кг/ч); 2) поверхность теплопередачи змеевика; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №5

По кольцевому зазору двухтрубного холодильника протекает 30%-ный раствор HCl со скоростью 1,2 м/с, охлаждаясь от 52 до 29°С. Охлаждающая вода движется противотоком, нагреваясь от 13 до 29°С. Коэффициент теплоотдачи от стенки к воде равен 5830 Вт/(м^2·К). Холодильник изготовлен из стальных (Х18Н10Т) незагрязнённых

труб диаметром 62×3 мм и 36×3 мм. Потери тепла можно не учитывать. Определить: 1) расход кислоты (кг/ч) и охлаждающей воды ($м^3$/ч); 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №6

По внутренней трубе противоточного двухтрубного теплообменника длиной 4 м, состоящего из стальных (Х18Н10Т) труб диаметром 52×2 мм и 33×2,5 мм, протекает вода, нагреваясь от 24 до 32°С. По внешней – уксусная кислота, охлаждаясь от 91 до 83°С. Расход уксусной кислоты 4,82 т/ч. Коэффициент теплоотдачи от стенки к воде равен 4880 Вт/($м^2$·К). Потерями тепла и загрязнениями можно пренебречь. Определить: 1) расход охлаждающей воды ($м^3$/ч); 2) запас поверхности в теплообменнике (%); 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №7

В трубе змеевика охлаждается 750 кг/ч 100%-ной уксусной кислоты от температуры её конденсации при 760 мм рт. ст до 36°С. Поверхность теплопередачи змеевика 5 $м^2$, диаметр стальной (Х18Н10Т) трубы змеевика 52×3 мм, диаметр витка 450 мм. Охлаждение производится водой, которая нагревается от 15 до 27°С. Потери тепла и загрязнения стенок можно не учитывать. Определить: 1) коэффициенты теплоотдачи, предварительно найдя коэффициент теплопередачи; 2) расход охлаждающей воды (кг/ч); 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №8

В двухтрубном холодильнике по кольцевому зазору между стальными (Ст.3) трубами диаметром 59×3,5 мм и 28×2,5 мм протекает изопропиловый спирт со скоростью 0,76 м/с. Температура спирта на входе в аппарат 81°С, на выходе 29°С. Охлаждающая вода движущаяся противотоком изменяет свою температуру от 15 до 23°С. Коэффициент теплоотдачи от поверхности стенки к воде равен 6340 Вт/($м^2$·К). Потерями тепла и термическими сопротивлениями загрязнений пренебречь. Определить: 1) расход охлаждаемого спирта (кг/ч) и воды ($м^3$/ч); 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №9

В стальном (Ст.3) двухтрубном теплообменнике по внутренней трубе диаметром 33×3 мм протекает хлорбензол со скоростью 0,8 м/с. Температура хлорбензола на входе в аппарат 24°С, на выходе 68°С. По зазору кольцевого сечения противотоком протекает горячая вода с температурой на входе 90°С, на выходе 46°С. Коэффициент теплоотдачи от воды к поверхности внутренней трубы равен 1870 Вт/($м^2$·К). Потерей тепла в окружающее пространство и термическими сопротивлениями загрязнений пренебречь. Определить: 1) расход нагреваемой жидкости (кг/ч) и греющей воды ($м^3$/ч); 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №10

В змеевиковом подогревателе по стальной (марка стали Х18Н10Т) трубе диаметром 33×3 мм течёт хлороформ со скоростью 0,6 м/с, нагреваясь от 18 до 86°С. С внешней стороны змеевик обогревается насыщенным водяным паром под давлением 3 ата. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе змеевика равен 9300 Вт/($м^2$·К). Диаметр

витков змеевика 270 мм. Потерями тепла и загрязнениями стенок можно пренебречь. Определить: 1) количество нагреваемой жидкости и расход пара (кг/ч); 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №11

В кольцевом зазоре двухтрубного теплообменника, состоящего из стальных труб (марка стали Х18Н10Т) диаметром 57×3,5 мм и 25×2 мм, охлаждается 1350 кг/ч ацетона от 56 до 44°С. Охлаждающая вода движется противотоком и нагревается от 22 до 28°С. Коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воде составляет 4950 Вт/(м^2·К). Термическими сопротивлениями загрязнений и потерями тепла пренебречь. Определить: 1) расход охлаждающей воды (м^3/ч); 2) длину трубы теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №12

В вертикальном кожухотрубном конденсаторе на внешней поверхность стальных (Ст.3) труб диаметром 33×3 мм конденсируется насыщенный водяной пар при давлении 1,5 ата. Конденсат удаляется при температуре конденсации. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубам составляет 9300 Вт/(м^2·К). По трубам протекает охлаждающая вода со скоростью 0,4 м/с. Число труб в конденсаторе 19. Температура воды на входе 15°С, на выходе 45°С. Потерями тепла пренебречь. Определить: 1) расход охлаждающей воды (м^3/ч) и греющего пара (кг/ч); 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №13

В межтрубном пространстве кожухотрубного теплообменника конденсируется при 760 мм рт. ст. 1730 кг/ч насыщенного пара этанола. Теплообменник выполнен из стальных труб диаметром 26×3 мм, число которых 61. Охлаждающая вода нагревается от 25 до 35°С. Коэффициент теплоотдачи от пара к поверхности стенок труб 1390 Вт/(м^2·К). Стенки труб считать незагрязнёнными, потерями тепла пренебречь. Определить: 1) расход охлаждающей воды; 2) высоту труб аппарата; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №14

В вертикальном кожухотрубном теплообменнике при давлении 760 мм рт. ст. конденсируется 2140 кг/ч насыщенного пара этанола. Теплообменник выполнен из стали (Ст.3), содержит 127 стальных труб диаметром 29×3 мм. Охлаждающая вода подаётся с начальной температурой 25°С и проходит по трубам со скоростью 0,45 м/с. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара 1630 Вт/(м^2·К). Потерями тепла пренебречь, стенки труб считать незагрязнёнными. Определить: 1) высоту труб аппарата; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №15

В вертикальном кожухотрубном теплообменнике со стальными (Ст.3) трубами диаметром 42×2 мм и длиной 1 м протекает водяной раствор, нагреваясь от 20 до 80°С. Коэффициент теплоотдачи от внутренних стенок труб к раствору равен 930 Вт/(м^2·К). Число труб в аппарате равно 20. Обогрев ведётся насыщенным водяным паром с давлением 3 ати. Температуру наружных стенок труб (со стороны пара) принять равной 135°С, проверив впоследствии справедливость этого допущения. Термическими сопротивлениями загрязнений поверхности пренебречь. Определить: 1) расход греющего

пара; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №16

В горизонтальном кожухотрубном теплообменнике в межтрубном пространстве охлаждается жидкость от 95 до 35°С. Теплоёмкость жидкости 2,92 кДж/(кг·К). Коэффициент теплоотдачи от этой жидкости к трубам равен 585 Вт/(м^2·К). По стальным (Ст.3) трубам теплообменника (диаметр труб 27×2,5 мм) протекает охлаждающая вода, температура которой увеличивается от 15 до 45°С. Скорость воды в трубах 0,4 м/с. Число труб 19. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь. Термические сопротивления загрязнений стенок не учитывать. Определить: 1) количество охлаждаемой жидкости (кг/ч); 2) поверхность теплопередачи теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №17

В двухтрубном холодильнике по внутренней стальной (Ст.3) трубе диаметром 27×2,5 мм протекает жидкость со скоростью 1 м/с. Температура жидкости на входе 80°С, на выходе 30°С. Теплоёмкость жидкости 2,94 кДж/(кг·К), плотность 800 кг/м^3, теплопроводность 0,41 Вт/(м^2·К), вязкость 0,4 сПз. По зазору кольцевого сечения протекает охлаждающая вода, нагреваясь от 15 до 50°С. Коэффициент теплоотдачи от внутренней трубы к охлаждающей воде 935 Вт/(м^2·К). Стенки трубы считать незагрязнёнными, потерями тепла пренебречь. Определить: 1) расходы охлаждаемой и охлаждающей жидкостей; 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №18

В вертикальном кожухотрубном теплообменнике, имеющем 19 труб диаметром 18×2 мм и высотой 1,2 м, при давлении 760 мм рт. ст. конденсируется насыщенный пар этанола. Охлаждающая вода нагревается от 15 до 35°С. Коэффициент теплопередачи 700 Вт/(м^2·К). Определить: 1) достаточна ли поверхность теплопередачи для конденсации 350 кг/ч пара этанола (потери тепла не учитывать); 2) какое количество пара этанола (кг/ч) сконденсируется в аппарате, если на поверхности труб образуется слой накипи толщиной 0,5 мм; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №19

В стальном (марка стали Ст.3) двухтрубном теплообменнике по внутренней трубе диаметром 33×3 мм протекает жидкость со скоростью 0,8 м/с. Температура жидкости на входе 20°С, на выходе 60°С. Плотность жидкости 700 кг/м^3, теплоёмкость 2,1 кДж/(кг·К), вязкость 0,45 сПз, теплопроводность 0,41 Вт/(м·К). По зазору кольцевого сечения протекает горячая вода с температурой на входе 90°С, на выходе 50°С. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней трубе 875 Вт/(м^2·К). Потерями тепла пренебречь. Термические загрязнения стенок не учитывать. Определить: 1) расходы теплоносителей; 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №20

В змеевиковом подогревателе по стальной трубе (марка стали Ст.3) диаметром 36×3 мм протекает жидкость со скоростью 0,6 м/с. Температура жидкости на входе 15°С, на выходе 85°С. Плотность жидкости 800 кг/м^3, теплоёмкость 2,1 кДж/(кг·К), вязкость 0,4 сПз, теплопроводность 0,35 Вт/(м·К). С внешней стороны трубы змеевика обогревается насыщенным водяным паром с давлением 2 ати. Конденсат пара удаляется при

температуре насыщения. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе змеевика 9300 Вт/(м^2·К). Диаметр витка змеевика 2700 мм. Термическими сопротивлениями загрязнений стенок и тепловыми потерями пренебречь. Определить: 1) количество нагреваемой жидкости; 2) расход пара; 3) поверхность теплопередачи аппарата; 4) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №21

В горизонтальном кожухотрубном теплообменнике в межтрубном пространстве охлаждается жидкость от 95°С до 35°С. Теплоёмкость жидкости 2,92 кДж/(кг·К). Коэффициент теплоотдачи от этой жидкости к трубам 585 Вт/(м^2·К). По стальным (марка стали Ст.3) трубам диаметром 27×2,5 мм протекает охлаждающая вода, температура которой увеличивается от 15°С до 45°С. Скорость воды в трубах 0,4 м/с. Число труб 19. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь. Термические загрязнения стенок не учитывать. Определить: 1) количество охлаждаемой жидкости; 2) поверхность теплопередачи теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №22

По внутренней трубе диаметром 36×3 мм стального (марка стали Ст.3) двухтрубного подогревателя протекает жидкость со скоростью 1 м/с. Начальная температура жидкости 25°С, конечная 85°С. Плотность жидкости 850 кг/м^3, вязкость 0,4 сПз, теплоёмкость 3,14 кДж/(кг·К), теплопроводность 0,41 Вт/(м·К). В зазоре кольцевого сечения конденсируется насыщенный водяной пар с давлением 1 ати. Конденсат удаляется при температуре пара, коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней трубе 7000 Вт/(м^2·К). Потерями тепла и термическими сопротивлениями загрязнений стенок пренебречь. Определить: 1) расход греющего пара; 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №23

Жидкий толуол в количестве 866 кг/ч подогревается от 20°С до 60°С бензолом, конденсирующимся при нормальном атмосферном давлении в кольцевом пространстве двухтрубного теплообменника. Диаметр внутренней стальной (марка стали Ст.3) трубы теплообменника 44×3,5 мм. Коэффициент теплоотдачи от бензола к стенке составляет 990 Вт/(м^2·К). Определить: 1) поверхность теплопередачи; 2) наружную температуру стенки внутренней трубы теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №24

В стальном (марка стали Ст.3) двухтрубном теплообменнике во внутренней трубе диаметром 36×2 мм протекает толуол в количестве 1500 кг/ч и охлаждается от 90°С до 35°С. Между трубами движется охлаждающая вода, нагреваясь от 15°С до 40°С. Коэффициент теплоотдачи от стенки внутренней трубы к воде 580 Вт/(м^2·К). Потерями тепла и термическими сопротивлениями загрязнений стенок пренебречь. Определить: 1) расход воды на охлаждение; 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №25

На наружной поверхности стального (марка стали Ст.3) змеевика диаметром 28×2 мм и длиной 5 м конденсируется при 760 мм рт. ст. изопропанол. Диаметр витка змеевика составляет 0,3 м. В трубе змеевика протекает вода, температура которой увеличивается от 8°С до 22°С. Коэффициент теплопередачи 700 Вт/(м^2·К). Потери тепла незначительны, загрязнениями стенок пренебречь. Определить: 1) количество конденсирующегося спирта (кг/ч); 2) коэффициент теплоотдачи со стороны пара; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №26

На наружной поверхности змеевика, изготовленнго из стальной (марка стали Ст.3) трубы диаметром 26×3 мм конденсируется при 760 мм рт. ст. 60 кг/ч насыщенного пара изопропилового спирта. Отвод тепла конденсации производится водой, нагревающейся от 10°С до 22°С. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара составляет 980 Вт/(м^2·К). Диаметр витка змеевика равен 0,23 м. Термическим сопротивлением загрязнений стенок пренебречь. Потери тепла незначительны. Определить: 1) длину трубы, из которой изготовлен змеевик; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №27

В стальных трубах диаметром 20×2 мм и длиной 2 м кожухотрубного теплообменника со скоростью 0,8 м/с проходит бензол и нагревается от 20°С до температуры кипения при 760 мм рт. ст. Греющий насыщенный водяной пар давления 0,8 ати в количестве 3300 кг/ч конденсируется на наружной поверхности труб и его конденсат отводится при температуре конденсации. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара равен 10500 Вт/(м^2·К). Из-за наличия загрязнений стенок труб коэффициент теплопередачи в аппарате на 25% меньше рассчитанного без учёта этих загрязнений. Определить: 1) поверхность теплопередачи; 2) число труб и число ходов в теплообменнике; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №28

В стальном (марка стали Ст.3) змеевике подогревается бензол от 20°С до температуры кипения при нормальном атмосферном давлении. Диаметр трубы 56×3 мм, диаметр витка 500 мм. Нагревание осуществляется конденсирующимся на внешней поверхности трубы змеевика насыщенным водяным паром с давлением 0,6 ати. Расход пара составляет 86,5 кг/ч, а коэффициент теплоотдачи от пара к стенке равен 12900 Вт/(м^2·К). Потери тепла и термические сопротивления загрязнений стенок не учитывать. Определить: 1) поверхность теплопередачи змеевика; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №29

Бензол в количестве 880 кг/ч охлаждается от температуры кипения при 760 мм рт. ст. до 20°С во внутренней трубе двухтрубного теплообменника. Длина трубы, изготовленной из стали (марка стали Ст.3), 0,74 м, отношение длины к внутреннему диаметру равно 20, а толщина стенки 4 мм. Хладоагент – толуол – движется противотоком в кольцевом зазоре. Коэффициент теплопередачи от бензола к толуолу 210 Вт/(м^2·К). Термические сопротивления загрязнений стенок учесть по их средним значениям для органических жидкостей. Определить: 1) коэффициенты теплоотдачи; 2) составить схему

аппарата.

ЗАДАЧА №30

В стальной (марка стали Ст.3) кожухотрубный кипятильник, имеющий 61 трубу диаметром 25×2 мм и высотой 1 м, поступает при температуре кипения и испаряется при 760 мм рт. ст. толуол. Тепло подводится от конденсирующегося в межтрубном пространстве насыщенного водяного пара с давлением 2 ати. Конденсат не охлаждается. Коэффициенты теплоотдачи со стороны пара и кипящего толуола равны соответственно 10500 и 1630 Вт/(м^2·К). Потерями тепла пренебречь, поверхности труб считать незагрязнёнными. Определить: 1) расход греющего пара; 2) расход испаряемого толуола; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №31

Во внутренней трубе диаметром 29×3 мм стального (марка стали Ст.3) горизонтального двухтрубного теплообменника нагревается 0,75 м^3/ч воды от 20°С до 50°С. Нагревание проводится насыщенным водяным паром с давлением 2 ата. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке внутренней трубы 12200 Вт/(м^2·К). Термические сопротивления загрязнений стенок учесть по их средним значениям для воды среднего качества и водяного пара. Определить: 1) длину трубы теплообменника; 2) расход греющего пара; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №32

Во внутренней трубе диаметром 27×2,5 мм стального (марка стали Ст.3) двухтрубного теплообменника охлаждается 2000 кг/ч толуола от его температуры кипения до 40°С. Давление 760 мм рт. ст. Охлаждение производится водой, движущейся противотоком. Температура воды на входе в аппарат 15°С. Расход воды 6,1 м^3/ч. Коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к воде составляет 1400 Вт/(м^2·К). Термическими сопротивлениями загрязнений стенок пренебречь. Определить: 1) температуру воды на выходе их теплообменника; 2) длину трубы теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №33

В трубе змеевика охлаждается 3500 кг/ч 100%-ной уксусной кислоты от температуры 60°С до 36°С. Поверхность теплопередачи змеевика 15 м^2, диаметр витка 450 мм. Конструкционный материал змеевика – нержавеющая сталь. Охлаждение производится водой, движущейся противотоком, которая нагревается от 15°С до 27°С. Диаметр труб змеевика 51×3 мм. Потери тепла не учитывать. Термические сопротивления загрязнений стенок трубы змеевика учесть по средним их значениям для указанных теплоносителей. Потери тепла не учитывать. Определить: 1) коэффициент теплоотдачи от поверхности труб змеевика к воде; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №34

Насыщенный пар толуола в количестве 1000 кг/ч конденсируется при 760 мм рт. ст. в кольцевом пространстве двухтрубного теплообменника. По внутренней трубе протекает 4000 кг/ч воды с начальной температурой 10°С. Коэффициенты теплоотдачи со стороны пара толуола и воды равны соответственно 1160 и 960 Вт/(м^2·К). Толщина стенки трубы,

выполненной из стали (марка стали Ст. 3), составляет 4 мм. Потерями тепла пренебречь, стенки труб считать незагрязнёнными. Определить: 1) средние температуры внутренней и внешней поверхностей стенки внутренней трубы; 2) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №35

В кольцевом пространстве стального (марка стали Ст.3) двухтрубного теплообменника конденсируется при 760 мм рт. ст. насыщенный пар изопропилового спирта. Отвод тепла конденсации производится водой, нагревающейся от 12°С до 26°С. Расход воды во внутренней трубе диаметром 36×3 мм составляет 1300 кг/ч. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара равен 1080 Вт/(м^2·К), потери тепла в окружающую среду составляют 3350 кДж/ч. Термическими сопротивлениями загрязнений стенок труб пренебречь. Определить: 1) длину внутренней трубы теплообменника; 2) расход греющего пара; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №36

Метанол в количестве 80 т/ч поступает в трубное пространство одноходового кожухотрубчатого теплообменника, где нагревается от 15 до 40°С горячей водой, поступающей в межтрубное пространство и охлаждающейся от 90 до 40°С. Теплообменник имеет 111 труб диаметром 25×2 мм. Коэффициент теплоотдачи от воды к наружной поверхности труб 930 Вт/(м^2·К). Определить: 1) коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности труб к метанолу; 2) длину труб теплообменника.

ЗАДАЧА №37

Для охлаждения воды, поступающей во внешнюю трубу двухтрубного теплообменника, используется холодильный рассол (раствор хлорида кальция с концентрацией 24,7% масс.) нагревающийся от -25°С до -15°С. Средняя температура воды 4°С. Диаметр внутренней трубы теплообменника 25×2 мм, длина 3 м. Определить во сколько раз увеличится коэффициент теплоотдачи от рассола к поверхности трубы, если скорость движения рассола увеличить с 0,1 м/с до 1,2 м/с.

ЗАДАЧА №38

В трубном пространстве одноходового кожухотрубчатого теплообменника нагревается от 15 до 42°С метиловый спирт, расход 81 т/ч. В межтрубном пространстве противотоком проходит вода, температура которой изменяется от 90 до 40°С. Коэффициент теплоотдачи от воды к наружной поверхности труб 840 Вт/(м^2·К). Число труб теплообменника 111, их внутренний диаметр 25×2 мм. При расчете учесть термические сопротивления загрязнений стенок. Определить: 1) объёмный расход воды (м^3/ч); 2) коэффициент теплоотдачи от поверхности труб к метанолу; 3) коэффициент теплопередачи; 4) поверхность теплопередачи и длину теплообменника.

ЗАДАЧА №39

По кольцевому пространству горизонтального двухтрубного теплообменника со скоростью 0,9 м/с движется 98%-ная серная кислота, охлаждаясь от 80 до 64°С. Во внутренней трубе теплообменника противотоком движется вода, нагреваясь от 20 до 50°С. Диаметры труб 54×4,5 и 26×3 мм. Коэффициент теплоотдачи от поверхности трубы к воде 1400 Вт/(м^2·К). Определить: 1) коэффициент теплоотдачи от серной кислоты к поверхности трубы; 2) коэффициент теплопередачи; 3) длину труб теплообменника.

ЗАДАЧА №40

В стальных трубах диаметром 25×2 мм одноходового кожухотрубчатого теплообменника со скоростью 0,75 м/с проходит толуол, нагреваясь от 20°С до температуры кипения. Нагрев осуществляется насыщенным водяным паром, имеющем давление 1 ати. Расход пара 3 т/ч. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара равен 10000 Вт/(м^2·К). Определить: 1) поверхность теплопередачи; 2) число и длину труб теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №41

В кольцевом зазоре двухтрубного теплообменника движется вода со скоростью 0,5 м/с, нагреваясь от 22 до 46ºС. Во внутренней трубе диаметром 45×2 мм противотоком движется хлорбензол охлаждаясь от температуры кипения до 50ºС. Расход хлорбензола 3 т/ч. Коэффициент теплоотдачи со стороны хлорбензола 530 Вт/(м^2·К). Тепловыми потерями пренебречь. При расчёте учесть термические сопротивления загрязнений. Определить: 1) диаметр внешней трубы; 2) поверхность теплопередачи; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №42

В стальных трубах (марка стали Х18Н10Т) четырёхходового кожухотрубчатого теплообменника движется нитробензол нагреваясь от 20ºС до температуры кипения, насыщенным водяным паром, находящимся под давлением 50 ата и поступающим в межтрубное пространство. Расход пара 10 т/ч. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара 9000 Вт/(м^2·К). При расчёте пренебречь тепловыми потерями и термическими сопротивлениями загрязнений. Определить: 1) поверхность теплопередачи; 2) число и длину труб теплообменника; 3) составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №43

Для подогрева 0,25 л/с метанола от 20°С до температуры кипения используется насыщенный водяной пар под давлением 4 ата. Нагрев осуществляется в змеевике диаметром 20×2 мм, длиной 5 м, состоящим из 5 витков с диаметром витка 310 мм. Определить: 1) расход пара; 2) запас по поверхности теплопередачи.

ЗАДАЧА №44

По змеевику проходит 1,5 т/ч толуола, охлаждающегося от 90 до 30°С. Охлаждение производится водой, нагревающейся от 15 до 40°С. Труба змеевика стальная диаметром 57×3,5 мм. Коэффициент теплоотдачи со стороны воды 580 Вт/(м^2·К). Диаметр витка змеевика 0,4 м. Определить необходимую длину змеевика и расход воды, учтя термические сопротивления загрязнений стенок.

ЗАДАЧА №45

В теплообменнике «труба в трубе» производится охлаждение этанола от температуры кипения до 20°С, водой, подающейся в кольцевой зазор и имеющей начальную температуру 7°С. Скорость течения метанола 1,5 м/с, воды – 2 м/с. Теплообменник состоит из труб диаметрами 42×3,5 и 25×3 мм. Трубы теплообменника загрязнённые. Определить: 1) конечную температуру воды; 2) коэффициент

теплопередачи; 3) площадь поверхности теплопередачи и длину теплообменника.

ЗАДАЧА №46

В межтрубное пространство кожухотрубчатого конденсатора подаётся при нормальном атмосферном давлении пары бензола. Образующийся конденсат отводится без охлаждения. В качестве хладагента используется вода, поступающая во внутритрубное пространство и нагревающаяся от 20 до 30°С. Скорость воды во внутритрубном пространстве составляет 1,5 м/с. Характеристики конденсатора: диаметр труб 25×2 мм, длина труб 3 м, число труб 384, число ходов 6. Термическими сопротивлениями загрязнений стенок пренебречь. Определить: 1) расход бензола; 2) коэффициент теплоотдачи; 3) запас по площади поверхности теплопередачи.

ЗАДАЧА №47

В теплообменнике «труба в трубе» производится охлаждение метанола от температуры кипения до 25°С, водой, подающейся во внутреннюю трубу и имеющей начальную температуру 10°С. Скорость течения метанола 0,5 м/с, воды – 1 м/с. Теплообменник состоит из труб диаметрами 42×3,5 и 25×3 мм. Термическими сопротивлениями загрязнений пренебречь. Определить: 1) конечную температуру воды; 2) коэффициент теплопередачи; 3) площадь поверхности теплопередачи и длину теплообменника.

ЗАДАЧА №48

В стальных трубах диаметром 25×2 мм одноходового кожухотрубчатого теплообменника со скоростью 0,75 м/с проходит толуол, нагреваясь от 20°С до температуры кипения. Нагрев осуществляется насыщенным водяным паром, имеющем давление 1 ати. Расход пара 3 т/ч. Коэффициент теплоотдачи со стороны пара равен 10000 Вт/(м^2·К). Определить: 1) поверхность теплопередачи; 2) число и длину труб теплообменника; 3) составить схему аппарата.

Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем. (Основные массообменные процессы).

Задачи для самостоятельной работы на семинарах

Задача 29

Определите коэффициент диффузии азота в воздухе при температуре 30 °С и давлении 1 кгс/см^2. Сравните полученное расчётное значение с экспериментальным.

Задача 30

Определите коэффициент диффузии этанола в воде при температуре 50 °С. Сравните полученное расчётное значение с экспериментальным.

Задача 31

Определите коэффициент диффузии этанола в воде при температуре 50 °С, считая раствор сильно разбавленным. Сравните полученное расчётное значение с экспериментальным.

Задача 32

В абсорбере под давлением 1 кгс/см^2 производится поглощение аммиака водой из его смеси с воздухом. Считая равновесную линию прямой, найдите уравнение равновесной линии в относительных массовых и относительных мольных концентрациях, если константа Генри в условиях абсорбции составляет 1507 мм рт. ст.

Задача 33

Для условий задачи 32 определите количество поглощённого абсорбтива, если степень поглощения составляет 80 %, а на абсорбцию подаётся 10 000 м³/ч газовой смеси при температуре 20 °С, содержащей 15 % абсорбтива.

Задача 34

Для условий задач 32 и 33 определите расход абсорбента (поглотителя) и состав жидкой фазы на выходе из абсорбера, если коэффициент избытка поглотителя 1,4. Орошение абсорбера производится чистым поглотителем.

Задача 35

Для условий задач 33 и 34 построить рабочую и равновесную линии и определить движущую силу процесса абсорбции.

Задача 36

Воду насыщают углекислым газом при температуре 15°С и давлении 2 кгс/см2. Полученный раствор подаётся в десорбер, где происходит удаление углекислого газа при температуре 40°С и давлении 1 кгс/см2. Определить концентрацию углекислого газа в воде на выходе из десорбера и степень извлечения.

Задача 37

В насадочный десорбер подается 5 м^3/ч воды, содержащей углекислый газ. В десорбере при температуре 50°С и давлении 760 мм рт. ст. производится отдувка углекислого газа воздухом. Содержание углекислого газа в воде на входе в десорбер 2 г/л, на выходе 0,2 г/л. Диаметр колонны 1 м. Фиктивная скорость воздуха в колонне 0,7 м/с. Линия равновесия описывается уравнением $\overline{Y} = 50 \cdot \overline{X}$. Коэффициент массопередачи по жидкой фазе $80 \frac{кг\ CO_2}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кг\ CO_2}{кг\ H_2O}}$. Коэффициент смачиваемости насадки $\Psi = 70\%$. Определить высоту насадки.

Задача 38

Смолу хвойных деревьев (живицу) в количестве 2,5 тонны перегоняют в токе насыщенного водяного пара под нормальным атмосферным давлением. Живица, содержащая 88% масс. скипидара подаётся в аппарат при 30°С. Внешний подогрев отсутствует, потери тепла в окружающую среду 10% от полезно затраченной теплоты. Молярная масса скипидара 136 кг/кмоль, удельная теплоёмкость живицы 1,76 кДж/(кг·К), удельная теплота фазового перехода скипидара 310 кДж/кг. Нагрев осуществляется насыщенным водяным паром подающимся под давлением 1,5 кгс/см2. Степень насыщения водяного пара скипидаром 0,7. Определить: 1) расход пара на перегонку;

2) состав отгоняемых паров; 3) парциальные давления компонентов в смеси паров.

Задача 39

Рассчитать потоки, составы и физико-химические свойства (плотность, вязкость, теплоёмкость, удельную теплоту фазового перехода) в ректификационной колонне, где производится разделение 1000 кг/ч смеси метанол-вода. Содержание метанола в исходной смеси 20% мол., в дистилляте 95% мол., в кубовой жидкости 5% мол. Коэффициент запаса флегмы определить по упрощённому уравнению Андервуда-Джилиленда. Построить x-y и t-x,y диаграммы, на x-y диаграмме построить рабочие линии.

Задача 40

Для условий задачи 39 определить тепловую нагрузку дефлегматора и кипятильника ректификационной колонны. Смесь подаётся на ректификацию нагретой до температуры кипения. Потери тепла составляют 5% от тепловой нагрузки кипятильника.

Задача 41

Для условий задачи 39 рассчитать диаметр ректификационной колонны, если:

а) колонна насадочная, заполнена в навал кольцами Рашига размером 50×50×5 мм;

б) колонна тарельчатая с ситчатыми тарелками;

в) колонна тарельчатая с колпачковыми тарелками, диаметр колпачка 60 мм, расстояние от верхнего края колпачка до вышерасположенной тарелки 0,5 м.

Задача 42

Для условий задачи 41 рассчитать число единиц переноса, высоту единицы переноса и высоту насадки, если коэффициент массопередачи для верхней части колонны составляет 0,033 кмоль/(м^2·с), для нижней 0,041 кмоль/(м^2·с).

Задача 43

Для адсорбционной очистки 40 %-го водного раствора этилового спирта от примесей в адсорбер диаметром 0,8 м загружено 180 кг активированного угля марки СКТ-4.

Цилиндрические гранулы угля имеют диаметр 1 мм, высоту 3 мм. Кажущаяся плотность частиц 670 кг/м^3; насыпная плотность гранул 430 кг/м^3.

За 1 час в аппарате очищается 90 м^3 жидкости при температуре 20 °С.

Определить:

1) Режим течения жидкости в слое.

2) Гидравлическое сопротивление зёрен.

Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем. (Основные гидромеханические процессы)

Задачи для самостоятельной работы на семинарах

Задача 44

При фильтровании водной суспензии при температуре 20 °С получен осадок с влажностью 14 %масс. (до просушки!).

Твёрдые частицы осадка имеют плотность ρ_S = 1600 кг/м^3; размер частиц (диаметр эквивалентного шара) $d_э$ = 200 мкм; фактор формы ψ = 0,3.

Рассчитать удельное сопротивление слоя осадка.

Задача 45

Фильтровальный патрон изготовлен прокаткой и спеканием порошка титана. Лист патрона толщиной 4 мм имеет поры размером 5 мкм; сопротивление этой фильтровальной перегородки, найденное при лабораторных испытаниях, составляет $2{,}8\cdot10^{10}$ м$^{-1}$.

Рассчитать долю свободного сечения перегородки.

Задача 46

Рассчитать удельное сопротивление осадка, сопротивление фильтрующей перегородки и время фильтрования на промышленном нутч-фильтре площадью 10 м^2 при избыточном давлении 1,5 ати и температуре 20°С 15 м^3 водной суспензии, содержащей 10% (об.) твёрдой фазы, если при лабораторном испытании на фильтре диаметром 10 см за 5 минут было получено 0,4 л фильтрата, а за 30 минут – 1,2 л. Поразность осадка составляет 0,3. Определить время промывки осадка, если объём промывной воды втрое меньше объёма фильтрата.

Задача 47

Рассчитать поверхность барабанного вакуум-фильтра, на котором производится разделение 15 т/ч суспензии мела в воде при температуре 20°С. Доля твёрдой фазы в суспензии 10% (масс.), влажность полученного осадка 20% (масс.), фильтрат практически свободен от твердой фазы. Доля погруженной поверхности фильтрата 0,35. Показания вакуумметра 650 мм рт. ст. Частота вращения барабана 0,4 мин$^{-1}$. Удельное сопротивление осадка $5\cdot10^{14}$ м$^{-2}$, сопротивление фильтровальной перегородки $8\cdot10^{11}$ м$^{-1}$.

Задача 48

Определить необходимое число параллельно работающих нутч-фильтров диаметром 1,2 м каждый, в которых отделяются кристаллы соды от её насыщенного водного раствора при температуре 20 °С. Насыщенный раствор содержит 20 %масс. растворённой соды; плотность раствора 1168 кг/м^3. Содержание твёрдой фазы в суспензии 5 %масс.; влажность получаемого осадка 45 %масс.

Не более чем за 60 минут надо получать 5,4 м^3 фильтрата, практически свободного от твёрдых частиц.

Фильтрование проводить при разрежении 510 мм рт. ст.

Опытами установлено, что удельное сопротивление осадка составляет $8{,}64\cdot10^{11}$ м$^{-2}$, а сопротивление фильтровальной перегородки $2{,}03\cdot10^{9}$ м$^{-1}$.

Определить так же, какая масса осадка будет получена, и какова будет его высота на фильтре по окончании процесса?

Задача 49

На фильтр-прессе, состоящим из рам размером 1000×1000×45 мм и имеющим общую площадь поверхности фильтрования 80 м^2, предполагается разделять 18 т водной суспензии нерастворимого вещества, содержащей 8 %масс. твёрдой фазы с плотностью частиц 2000 кг/м^3.

Конечная влажность осадка может быть 36 % масс.

Температура разделяемой суспензии 30 °С.

Известно, что удельное сопротивление слоя осадка составляет $2{,}91 \cdot 10^{14}$ м$^{-2}$, а сопротивление фильтровальной перегородки $1{,}22 \cdot 10^{11}$ м$^{-1}$.

Определить, какое давление суспензии на входе её в фильтр (по показанию манометра) должен создавать насос, чтобы стадия фильтрования занимала не более 20 минут.

Возможно ли отфильтровать на данном фильтре все 18 тонн при заданных условиях без остановки аппарата на очистку?

Задача 50

В вертикальном цилиндрическом аппарате «КС» производится охлаждение сферических гранул нитрата аммония в потоке атмосферного воздуха. Воздух, имеющий температуру 23 °С, при атмосферном давлении 733 мм рт. ст. подаётся под решётку аппарата с расходом 150000 м^3/ч (в пересчёте на нормальные условия!).

Охлаждаемые гранулы с кажущейся плотностью ρ_S = 1660 кг/м^3 имеют следующий фракционный состав:

Фракция, мм	1…2	2…3	3…4	4…5
Содержание частиц, %масс.	11,3	82,7	4,3	1,7
Средний диаметр гранул фракции, мм	1,41	2,45	3,46	4,47

Насыпная плотность этих гранул $\rho_{нас}$ = 860 кг/м^3.

Определить нижний и верхний пределы скорости воздуха, при которых возможен режим псевдоожижения.

Контрольная работа №1 (по разделу 3)

ЗАДАЧА №1

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси соляровым чистым маслом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1000 м^3/ч паровоздушной смеси;
2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 30°С;
3) Содержание бензола в исходной смеси 5% об.;
4) Улавливается 80% поступающего в абсорбер бензола;
5) Концентрация бензола в вытекающем из абсорбера масле составляет 75%, от равновесной с концентрацией выходящего газа;
6) Диаметр абсорбера 1 м;
7) Насадка из колец Рашига 25×25×3;
8) Коэффициент смачивания насадки 0,95;
9) Коэффициент массопередачи K_y = 0,7 кг бензола/(м^2·час·кг бензола/кг возд.);
10) Уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 0{,}5\overline{X}$ (относительные массовые концентрации).

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №2

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится улавливание паров метанола водой из паро-воздушной смеси при следующих условиях:

1) Поступающая в абсорбер паровоздушная смесь содержит 60 г метилового спирта на 1 м^3 загрязнённого воздуха;
2) В абсорбере давление 760 мм рт. ст., температура 30°С;

3) Расход поступающего в абсорбер воздуха 1000 м^3/ч при условиях в абсорбере;

4) От всего поступающего в абсорбер метилового спирта поглощается 95%;

5) Расход поступающей в абсорбер чистой воды 3000 кг/ч;

6) Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 1{,}25\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) КПД колонны 0,25.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере, среднюю движущую силу процесса $\Delta\overline{Y}_{cp}$ (по газовой фазе) и удельный расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №3

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров ацетона водой из паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера по паровоздушной смеси 1000 м^3/ч;

2) Абсолютное давление в абсорбере 1 кгс/см^2, температура 27°С;

3) Содержание ацетона в паровоздушной смеси 7% об.;

4) Поглощается водой 95% ацетона, поступающего в абсорбер;

5) Удельный расход поглотителя 1,6 кг/кг воздуха;

6) Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 1{,}2\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) Высота насадки, эквивалентная одной теоретической ступени изменения концентрации 0,3 м;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки абсорбера, среднюю движущую силу процесса и расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №4

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится поглощение паров метилового спирта водой из смеси с воздухом при следующих условиях:

1) Объёмный расход паровоздушной смеси, поступающей в абсорбер, 1480 м^3/ч в пересчёте на нормальные условия (0°С и 760 мм рт. ст.), содержание метилового спирта в нём 5% об.;

2) Степень улавливания метанола 93%;

3) Объёмный расход чистой воды, поступающей на орошение, 2,8 м^3/ч;

4) Уравнение линии равновесия при температуре абсорбции $Y^* = 1{,}47X$ (относительные молярные концентрации);

5) Абсорбер заполнен керамическими кольцами Рашига 35×35×4;

6) Коэффициент массопередачи K_y = 0,28 кмоль спирта/(м^2·час·кмоль спирта/кмольвозд.);

7) Средняя фиктивная скорость газа (отнесённая к полному сечению колонны) 1,1 м/с;

8) Температура абсорбции 20°С;

9) Коэффициент смачиваемости насадки ψ=1;

10) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и диаметр абсорбера. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №5

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание аммиака из аммиачно-воздушной смеси водой при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1000 м^3/ч исходной смеси;

2) Содержание аммиака в исходной смеси 3% об.;

3) Степень улавливание аммиака 95%;

4) Насадка из керамических колец 15×15×2мм;

5) Коэффициент смачивания насадки ψ=1;

6) Расход воды на орошение в 4 раза больше минимально возможного;

7) Температура в абсорбере 10°С и давление 760 мм рт. ст;

8) Коэффициент массопередачи $К_у$ = 7,5 кг аммиака/($м^2$·час·кг аммиака/кг возд.);

9) Уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 0{,}32\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

10) Средняя скорость газа в сечении абсорбера 1 м/с;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и диаметр абсорбера, расход воды на орошение. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №6

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров спирта водой из его паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность аппарата (при нормальных условиях) 1600 $м^3$/ч паровоздушной смеси;

2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 20°С;

3) Содержание спирта в исходной смеси 7% об.;

4) Улавливается 96% поступающего в абсорбер спирта;

5) Концентрация спирта в вытекающей из абсорбера воде составляет 85%, от равновесной с концентрацией выходящего газа;

6) Коэффициент массопередачи $К_у$ = 0,4 кг спирта/($м^2$·час·кг спирта/кг возд.);

7) Уравнение равновесной линии $Y^* = 1{,}25X$ (относительные молярные концентрации);

8) Насадка из колец Рашига 25×25×3;

9) Коэффициент смачивания насадки 1;

10) Фиктивная скорость газа в абсорбере 0,7 м/с.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Расход поглотителя и высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №7

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси минеральным маслом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1500 $м^3$/ч исходной смеси;

2) Расход масла на орошение 3000 кг/ч, его молекулярная масса 54;

3) Содержание бензола в исходной паровоздушной смеси 8% об.;

4) Степень улавливания бензола 98%;

5) Насадка из керамических колец 25×25×3 мм;

6) Коэффициент смачивания насадки ψ = 1;

7) Средняя скорость газа в поперечном сечении скруббера 1,2 м/с;

8) Средняя температура в аппарате 20°С, давление 760 мм рт. ст.;

9) Уравнение равновесной линии $Y^* = 0{,}6X$ (относительные молярные концентрации);

10) Коэффициент массопередачи $К_у$ = 0,5 кг бензола/($м^2$·час·кг бензола/кг возд.).

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №8

В непрерывнодействующем противоточном абсорбере производится улавливание паров толуола из паровоздушной смеси минеральным маслом при следующих условиях:

1) Улавливается 200 кг/ч паров толуола;
2) Содержание паров толуола в исходной смеси 5% об;
3) Степень улавливания толуола 85%;
4) Уравнение равновесной линии $Y^* = 0{,}527X$ (относительные молярные концентрации);
5) Коэффициент массопередачи, отнесённый к единице поверхности контакта фаз, K_x = 5,5 кмоль толуола/(м^2·час·кмоль толуола/кмоль масла);
6) Расход поглотителя (минерального масла) на 50% больше минимально возможного.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Поверхность контакта фаз и расход поглотителя в абсорбере. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №9

В непрерывнодействующей насадочной колонне диаметром 800 мм с насадочной из керамических колец размером 25×25×3 производится десорбция углекислого газа воздухом из жидкости при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 20°С.

1) Расход жидкости равен 10 м^3/ч, плотность жидкости равна 1050 кг/м^3;
2) Содержание углекислого газа в исходной жидкости 2,5 г CO_2/кг жидкости, после десорбции 0,1 г CO_2/кг жидкости;
3) Средняя скорость воздуха в колонне (считая на полное поперечное сечение колонны) равна 0,7 м/с;
4) Коэффициент массопередачи по жидкой фазе, отнесённой к 1 м^2 смоченный поверхности насадки, равенK_x = 100 г CO_2/(м^2·час·г CO_2/кг жидк.);
5) Коэффициент смачивания насадки ψ = 0,75;
6) Равновесная концентрация углекислого газа в жидкости определяется уравнением $\overline{Y}^* = 0{,}32\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);
7) Входящий в колонну воздух CO_2 не содержит.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №10

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится улавливание паров метанола из его паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность аппарата (при нормальных условиях) 2500 м^3/ч смеси;
2) Расход орошающей воды 4,3 м^3/ч;
3) Начальная концентрация газа 10% об.;
4) Степень улавливания метанола 95%;
5) Коэффициент массоотдачи в газовой фазе $\beta_y = 0{,}5\frac{кмоль\ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ метанола}{кмоль\ воздуха}}$;
6) Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_x = 0{,}87\frac{кмоль\ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ метанола}{кмоль\ воды}}$;
7) Уравнение равновесной линии: $Y^* = 1{,}47X$ (относительные молярные концентрации);
8) Температура абсорбции 27°С, давление 760 мм рт. ст.;
9) Поверхность контакта фаз, развиваемая на одной тарелке, равна 85 м^2;
10) Расстояние между тарелками 400 мм.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту тарельчатой колонны. Составить схему абсорбера.

ЗАДАЧА №11

В насадочной абсорбционной колонне, заполненной керамическими кольцами Рашига размером 35×35×4 мм, производится поглощение сероуглерода маслом из паровоздушной смеси.

1) Диаметр колонны 2,5 м;

2) В абсорбер поступает на разделение 5000 м^3/ч паровоздушной смеси, содержащей 3% об. сероуглерода;

3) Аппарат работает под давлением 760 мм рт. ст. при температуре 20°С;

4) Масло, поступающее на орошение, CS_2 не содержит;

5) Содержание сероуглерода в масле, выходящем из абсорбера, составляет 80% от количества, равновесного с входящим газом;

6) Равновесные данные описываются уравнением: $\overline{Y}^* = 0{,}3\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) Коэффициент массопередачи $K_y = 2{,}85 \frac{кмоль\ сероуглерода}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ сероуглерода}{кмоль\ воздуха}}$;

8) Коэффициент смачивания насадки ψ = 1;

9) Поглощается 85% сероуглерода из паровоздушной смеси.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Расход поглотителя, высоту насадочной части колонны. Составить схему абсорбера.

ЗАДАЧА №12

В скруббере при 20°С и 745 мм. рт. ст. происходит поглощение бензола из его смеси с азотом чистым маслом.

1) Содержание бензола в смеси 10% об;

2) Расход смеси 2 000 м^3/ч;

3) Расход масла 48 000 кг/ч, молекулярная масса масла 240 кг/кмоль;

4) Движение фаз противоточное;

5) В скруббере улавливается 95% бензола;

5) Уравнение линии равновесия при растворении бензола в масле $Y^* = 1{,}2X$ (относительные молярные концентрации);

6) Коэффициент массопередачи $K_y = 0{,}27 \frac{кмоль\ бензола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ бензола}{кмоль\ азота}}$;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Необходимую поверхность массопередачи. Составить схему установки.

ЗАДАЧА №13

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится поглощение двуокиси серы водой из смеси с воздухом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 18 000 м^3/ч исходной смеси;

2) Температура абсорбции 20°С и давлении 760 мм рт. ст.;

3) Содержание двуокиси серы в исходной смеси 18% об.;

4) Содержание двуокиси серы в очищенном газе 0,6% об.;

5) Расход воды на абсорбцию в 1,65 раза больше минимального;

6) Уравнение линии равновесия $Y^* = 2{,}67X$ (относительные молярные концентрации);

7) Коэффициент массопередачи, отнесённый к единице поверхности контакта фаз, $K_y = 3{,}0 \frac{кмоль\ \ SO_2}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ \ SO_2}{кмоль\ \ воздуха}}$;

8) Поверхность контакта фаз, развиваемая на одной тарелке, равна 70 м^2.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №14

В тарельчатом колонном аппарате производится поглощение аммиака из аммиачно-воздушной смеси водой при следующих условиях:

1) Температура в абсорбере 20°С и общее давление на выходе 810 мм рт. ст.;

2) Парциальное давление аммиака в воздушно-аммиачной смеси на выходе из колонны 5 мм рт. ст. (это соответствует степени поглощения 97%);

3) Удельный расход поглотителя составляет 2 кг воды/кг возд., что в 5 раз больше минимально возможного;

4) Коэффициент распределения не зависит от концентрации – линия равновесия прямая;

5) коэффициент полезного действия колонны 0,25.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере и среднюю движущую силу процесса в кг аммиака/кг возд. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №15

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание газообразных загрязнений из воздуха при следующих условиях:

1) Расход загрязнённого воздуха, приведённый к нормальным условиям, 10000 м^3/ч;

2) Фиктивная скорость воздуха в колонне 0,5 м/с.

3) Молярная масса загрязнений 27 кг/кмоль;

4) Начальная концентрация загрязнений 7% об., конечная 0,5% об.;

5) Коэффициент массоотдачи в газовой фазе $\beta_y = 20 \frac{кг\ \ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кг\ \ метанола}{кг\ \ воздуха}}$;

6) Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_x = 40 \frac{кг\ \ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кг\ \ метанола}{кг\ \ воздуха}}$;

7) Уравнение равновесной линии: $\overline{Y}^* = 1{,}2 \cdot \overline{X}$ (относительные молярные концентрации);

8) Насадка неупорядоченная, состоящая из колец Рашига размером 50×50×5 мм;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту и диаметр насадочной колонны. Составить схему абсорбера.

ЗАДАЧА №16

В насадочной абсорбционной колонне, заполненной керамическими кольцами Рашига размером 35×35×4 мм, производится поглощение паров бензола из паровоздушной смеси соляровым маслом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1500 м^3/ч паровоздушной смеси;

2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 25°С;

3) Содержание бензола в исходной газовой смеси 7% об.;

4) Улавливается 90% поступающего в абсорбер бензола;

5) Концентрация бензола во входящем в абсорбер масле 0,5% (масс.), в выходящем масле 15% (масс.);

6) Диаметр абсорбера 1 м;

7) Коэффициент смачивания насадки 0,95;

8) Коэффициент массопередачи $K_y = 2 \cdot 10^{-4}$ кг бензола/(м^2·с·кг бензола/кг возд.);

9) Уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 0,4 \cdot \overline{X}$ (относительные массовые концентрации).

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №17

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится улавливание паров этанола водой из паро-воздушной смеси при следующих условиях:

1) Поступающая в абсорбер паровоздушная смесь содержит 50 г этилового спирта на 1 м^3 загрязнённого воздуха;

2) В абсорбере давление 760 мм рт. ст., температура 25°С;

3) Расход поступающего в абсорбер воздуха 1500 м^3/ч при условиях в абсорбере;

4) От всего поступающего в абсорбер этилового спирта поглощается 90%;

5) Расход поступающей в абсорбер чистой воды 4000 кг/ч;

6) Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 1,3 \cdot \overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) КПД колонны 0,3.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере, среднюю движущую силу процесса $\Delta\overline{Y}_{cp}$ (по газовой фазе) и удельный расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №18

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится поглощение аммиака чистой водой из его смеси с воздухом:

1) Расход инертного газа (чистого воздуха) 10000 м^3/ч (при рабочих условиях);

2) В абсорбере давление 760 мм рт. ст., температура 20°С;

3) Содержание аммиака в исходной газовой смеси 7% об.;

4) Степень извлечения аммиака 90%;

5) Фиктивная скорость газа в абсорбере 0,8 м/с;

6) Коэффициент избытка поглотителя 1,3;

6) Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 0,61 \cdot \overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) КПД колонны 0,62;

8) Расстояние между тарелками 0,6 м.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Диаметр и высоту абсорбера. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №19

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров ацетона водой из паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера по паровоздушной смеси 1000 м^3/ч;

2) Абсолютное давление в абсорбере 1 кгс/см^2, температура 27°С;

3) Содержание ацетона в паровоздушной смеси 7% об.;

4) Поглощается водой 95% ацетона, поступающего в абсорбер;

5) Удельный расход поглотителя 1,6 кг/кг воздуха;

6) Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 1,2\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) Высота насадки, эквивалентная одной теоретической ступени изменения концентрации 0,3 м;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки абсорбера, среднюю движущую силу процесса и расход поглотителя. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №20

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится поглощение паров метилового спирта водой из смеси с воздухом при следующих условиях:

1) Объёмный расход паровоздушной смеси, поступающей в абсорбер, 1480 $м^3$/ч в пересчёте на нормальные условия (0°С и 760 мм рт. ст.), содержание метилового спирта в нём 5% об.;

2) Степень улавливания метанола 93%;

3) Объёмный расход чистой воды, поступающей на орошение, 2,8 $м^3$/ч;

4) Уравнение линии равновесия при температуре абсорбции $Y^* = 1{,}47X$ (относительные молярные концентрации);

5) Абсорбер заполнен керамическими кольцами Рашига 35×35×4;

6) Коэффициент массопередачи $К_у$ = 0,28 кмоль спирта/($м^2$·час·кмоль спирта/кмоль возд.);

7) Средняя фиктивная скорость газа (отнесённая к полному сечению колонны) 1,1 м/с;

8) Температура абсорбции 20°С;

9) Коэффициент смачиваемости насадки ψ=1;

10) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и диаметр абсорбера. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №21

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание аммиака из аммиачно-воздушной смеси водой при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1000 $м^3$/ч исходной смеси;

2) Содержание аммиака в исходной смеси 3% об.;

3) Степень улавливание аммиака 95%;

4) Насадка из керамических колец 15×15×2мм;

5) Коэффициент смачивания насадки ψ=1;

6) Расход воды на орошение в 4 раза больше минимально возможного;

7) Температура в абсорбере 10°С и давление 760 мм рт. ст;

8) Коэффициент массопередачи $К_у$ = 7,5 кг аммиака/($м^2$·час·кг аммиака/кг возд.);

9) Уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 0{,}32\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

10) Средняя скорость газа в сечении абсорбера 1 м/с;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки и диаметр абсорбера, расход воды на орошение. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №22

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров спирта водой из его паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность аппарата (при нормальных условиях) 1600 $м^3$/ч паровоздушной смеси;

2) Давление в абсорбере 760 мм рт. ст, температура 20°С;

3) Содержание спирта в исходной смеси 7% об.;

4) Улавливается 96% поступающего в абсорбер спирта;

5) Концентрация спирта в вытекающей из абсорбера воде составляет 85%, от равновесной с концентрацией выходящего газа;

6) Коэффициент массопередачи K_y = 0,4 кг спирта/(м^2·час·кг спирта/кг возд.);

7) Уравнение равновесной линии $Y^* = 1{,}25X$ (относительные молярные концентрации);

8) Насадка из колец Рашига 25×25×3;

9) Коэффициент смачивания насадки 1;

10) Фиктивная скорость газа в абсорбере 0,7 м/с.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Расход поглотителя и высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №23

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится улавливание паров бензола из паровоздушной смеси минеральным маслом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 1500 м^3/ч исходной смеси;

2) Расход масла на орошение 3000 кг/ч, его молекулярная масса 54;

3) Содержание бензола в исходной паровоздушной смеси 8% об.;

4) Степень улавливания бензола 98%;

5) Насадка из керамических колец 25×25×3 мм;

6) Коэффициент смачивания насадки ψ = 1;

7) Средняя скорость газа в поперечном сечении скруббера 1,2 м/с;

8) Средняя температура в аппарате 20°С, давление 760 мм рт. ст.;

9) Уравнение равновесной линии $Y^* = 0{,}6X$ (относительные молярные концентрации);

10) Коэффициент массопередачи K_y = 0,5 кг бензола/(м^2·час·кг бензола/кг возд.).

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №24

В непрерывнодействующем противоточном абсорбере производится улавливание паров толуола из паровоздушной смеси минеральным маслом при следующих условиях:

1) Улавливается 200 кг/ч паров толуола;

2) Содержание паров толуола в исходной смеси 5% об;

3) Степень улавливания толуола 85%;

4) Уравнение равновесной линии $Y^* = 0{,}527X$ (относительные молярные концентрации);

5) Коэффициент массопередачи, отнесённый к единице поверхности контакта фаз, K_x = 5,5 кмоль толуола/(м^2·час·кмоль толуола/кмоль масла);

6) Расход поглотителя (минерального масла) на 50% больше минимально возможного.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Поверхность контакта фаз и расход поглотителя в абсорбере. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №25

В непрерывнодействующей насадочной колонне диаметром 800 мм с насадочной из керамических колец размером 25×25×3 производится десорбция углекислого газа воздухом из жидкости при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 20°С.

1) Расход жидкости равен 10 м^3/ч, плотность жидкости равна 1050 кг/м^3;

2) Содержание углекислого газа в исходной жидкости 2,5 г CO_2/кг жидкости, после десорбции 0,1 г CO_2/кг жидкости;

3) Средняя скорость воздуха в колонне (считая на полное поперечное сечение колонны) равна 0,7 м/с;

4) Коэффициент массопередачи по жидкой фазе, отнесённой к 1 м^2 смоченный поверхности насадки, равенK_x = 100 г CO_2/(м^2·час·г CO_2/кг жидк.);

5) Коэффициент смачивания насадки ψ = 0,75;

6) Равновесная концентрация углекислого газа в жидкости определяется уравнением $\overline{Y}^* = 0{,}32\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) Входящий в колонну воздух CO_2 не содержит.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту насадки. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №26

В тарельчатом колонном аппарате производится поглощение аммиака из аммиачно-воздушной смеси водой при следующих условиях:

1) Температура в абсорбере 20°С и общее давление на выходе 810 мм рт. ст.;

2) Парциальное давление аммиака в воздушно-аммиачной смеси на выходе из колонны 5 мм рт. ст. (это соответствует степени поглощения 97%);

3) Удельный расход поглотителя составляет 2 кг воды/кг возд., что в 5 раз больше минимально возможного;

4) Коэффициент распределения не зависит от концентрации – линия равновесия прямая;

5) коэффициент полезного действия колонны 0,25.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере и среднюю движущую силу процесса в кг аммиака/кг возд. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №27

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится улавливание паров метанола из его паровоздушной смеси при следующих условиях:

1) Производительность аппарата (при нормальных условиях) 2500 м^3/ч смеси;

2) Расход орошающей воды 4,3 м^3/ч;

3) Начальная концентрация газа 10% об.;

4) Степень улавливания метанола 95%;

5) Коэффициент массоотдачи в газовой фазе $\beta_y = 0{,}5\frac{кмоль\ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ метанола}{кмоль\ воздуха}}$;

6) Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_x = 0{,}87\frac{кмоль\ метанола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ метанола}{кмоль\ воды}}$;

7) Уравнение равновесной линии: $Y^* = 1{,}47X$ (относительные молярные концентрации);

8) Температура абсорбции 27°С, давление 760 мм рт. ст.;

9) Поверхность контакта фаз, развиваемая на одной тарелке, равна 85 м^2;

10) Расстояние между тарелками 400 мм.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту тарельчатой колонны. Составить схему абсорбера.

ЗАДАЧА №28

В насадочной абсорбционной колонне, заполненной керамическими кольцами Рашига размером 35×35×4 мм, производится поглощение сероуглерода маслом из паровоздушной смеси.

1) Диаметр колонны 2,5 м;

2) В абсорбер поступает на разделение 5000 м^3/ч паровоздушной смеси, содержащей 3% об. сероуглерода;

3) Аппарат работает под давлением 760 мм рт. ст. при температуре 20°С;

4) Масло, поступающее на орошение, CS_2 не содержит;

5) Содержание сероуглерода в масле, выходящем из абсорбера, составляет 80% от количества, равновесного с входящим газом;

6) Равновесные данные описываются уравнением: $\overline{Y}^* = 0{,}3\overline{X}$ (относительные массовые концентрации);

7) Коэффициент массопередачи $K_y = 2{,}85 \frac{кмоль\ сероуглерода}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ сероуглерода}{кмоль\ воздуха}}$;

8) Коэффициент смачивания насадки ψ = 1;

9) Поглощается 85% сероуглерода из паровоздушной смеси.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Расход поглотителя, высоту насадочной части колонны. Составить схему абсорбера.

ЗАДАЧА №29

В скруббере при 20°С и 745 мм. рт. ст. происходит поглощение бензола из его смеси с азотом чистым маслом.

1) Содержание бензола в смеси 10% об;

2) Расход смеси 2 000 м^3/ч;

3) Расход масла 48 000 кг/ч, молекулярная масса масла 240 кг/кмоль;

4) Движение фаз противоточное;

5) В скруббере улавливается 95% бензола;

5) Уравнение линии равновесия при растворении бензола в масле $Y^* = 1{,}2X$ (относительные молярные концентрации);

6) Коэффициент массопередачи $K_y = 0{,}27 \frac{кмоль\ бензола}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ бензола}{кмоль\ азота}}$;

ОПРЕДЕЛИТЬ: Необходимую поверхность массопередачи. Составить схему установки.

ЗАДАЧА №30

В непрерывнодействующем тарельчатом абсорбере производится поглощение двуокиси серы водой из смеси с воздухом при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 18 000 м^3/ч исходной смеси;

2) Температура абсорбции 20°С и давлении 760 мм рт. ст.;

3) Содержание двуокиси серы в исходной смеси 18% об.;

4) Содержание двуокиси серы в очищенном газе 0,6% об.;

5) Расход воды на абсорбцию в 1,65 раза больше минимального;

6) Уравнение линии равновесия $Y^* = 2{,}67X$ (относительные молярные концентрации);

7) Коэффициент массопередачи, отнесённый к единице поверхности контакта фаз, $K_y = 3{,}0 \frac{кмоль\ SO_2}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ SO_2}{кмоль\ воздуха}}$;

8) Поверхность контакта фаз, развиваемая на одной тарелке, равна 70 м^2.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Число тарелок в абсорбере. Составить схему аппарата.

ЗАДАЧА №31

В непрерывнодействующем насадочном абсорбере производится поглощение углекислого газа чистым *флотореагентом Т-66* из смеси с метаном при следующих условиях:

1) Производительность абсорбера 20 000 м^3/ч исходной смеси (при рабочих условиях);

2) Температура абсорбции 15°С, давление 750 мм рт. ст.;

3) Содержание углекислого газа в исходной смеси 40% об., в очищенном газе 0,5% об.;

4) Расход поглотителя на абсорбцию в 2 раза больше минимального;

5) Зависимость растворимости углекислого газа от давления выражается уравнением $\alpha = 386{,}5 \cdot p/(124 - p)$, где растворимость α выражена в *м^3* углекислого газа (при нормальных условиях) на *м^3* поглотителя, а давление *p* выражено в *кгс/см^2*;

6) Плотность флотореагента Т-66 при рабочих условиях составляет 1033 кг/м^3, вязкость 30,5 мПа·с, его молярная масса равна 160 кг/кмоль;

7) Коэффициент массопередачи по газовой фазе $K_y = 3{,}0 \frac{кмоль\ SO_2}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ SO_2}{кмоль\ воздуха}}$;

8) Насадка состоит из керамических колец Паля размером 60×60×6 мм, коэффициент смачиваемости насадки 85%.

ОПРЕДЕЛИТЬ: Высоту абсорбера. Построить равновесную и рабочую линии. Составить схему аппарата.

Контрольная работа №2 (по разделу 3)

ЗАДАЧА №1

В насадочной ректификационной колонне разделяется смесь тетрахлорметан-толуол. Нагрузка колонны по исходной смеси 7,2 т/ч, содержание тетрахлорметана в исходной смеси 40 % масс., в дистилляте 96 % масс., в кубовой жидкости 12 % масс. Давление в колонне нормальное атмосферное, при котором относительная летучесть компонентов составляет 2,4. Коэффициент избытка флегмы 2.

Определить:

1) Массовые расходы кубовой жидкости и дистиллята.

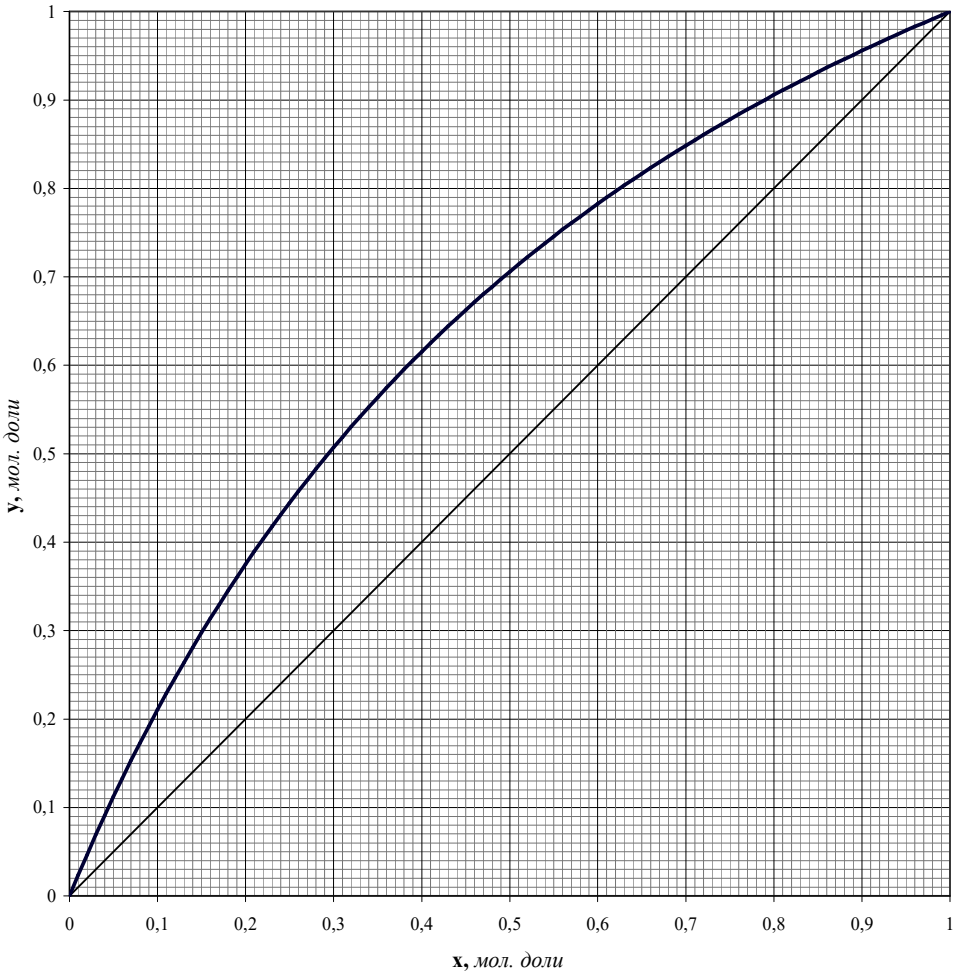
2) Флегмовое число и массовый расход флегмы.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 78 °С, кубовая жидкость – при 108 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 99 °С.

4) Высоту колонны, если высота участка насадки, эквивалентная одной теоретической ступени разделения составляет 2 м, а диаметр колонны составляет 400 мм.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №2

В ректификационную колонну с ситчатыми переливными тарелками поступает на разделение бинарная смесь бензол-толуол, содержание бензола в которой 35 % масс. В процессе разделения получают 3,6 т/ч дистиллята, содержащего 94 % масс. бензола, и кубовую жидкость, содержащую 94 % масс. толуола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,5.

Определить:

1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости.

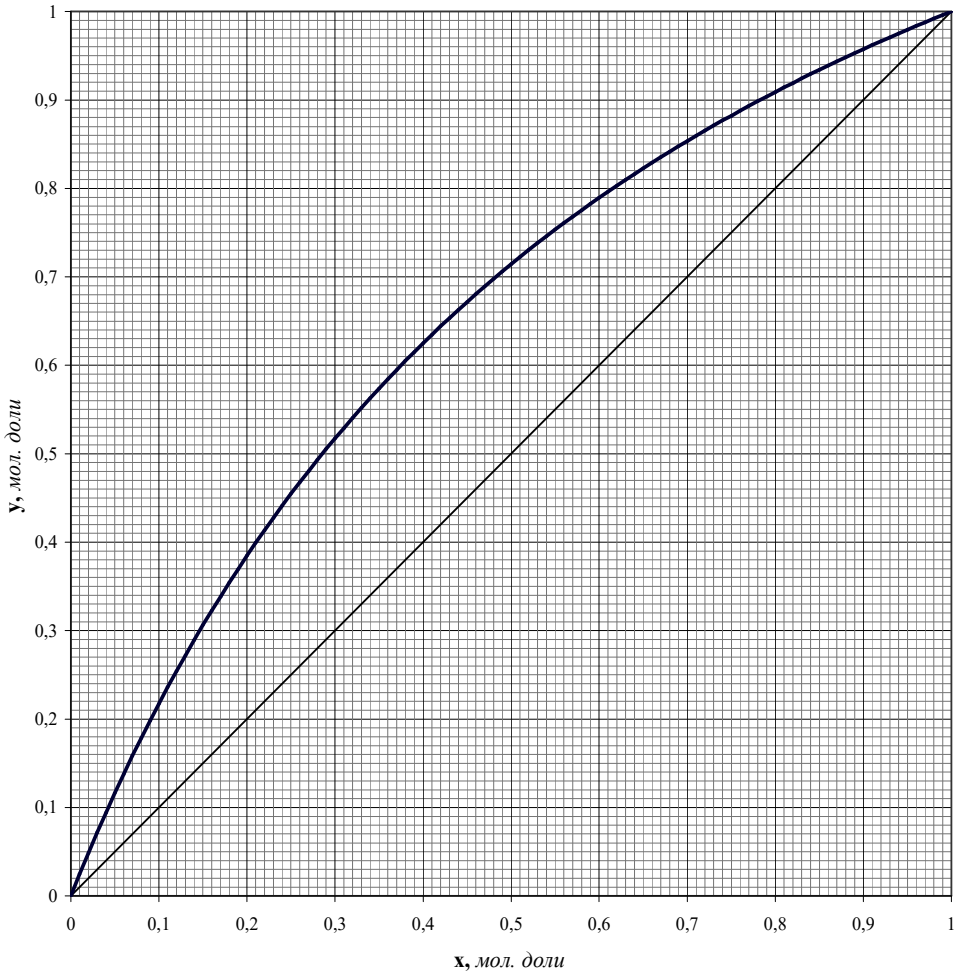
2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 110 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,5 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №3

В ректификационную колонну поступает 36 т/ч бинарной смеси гексан-толуол, содержащей 30 % масс. гексана. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}59 \cdot x + 0{,}38$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 3,3.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

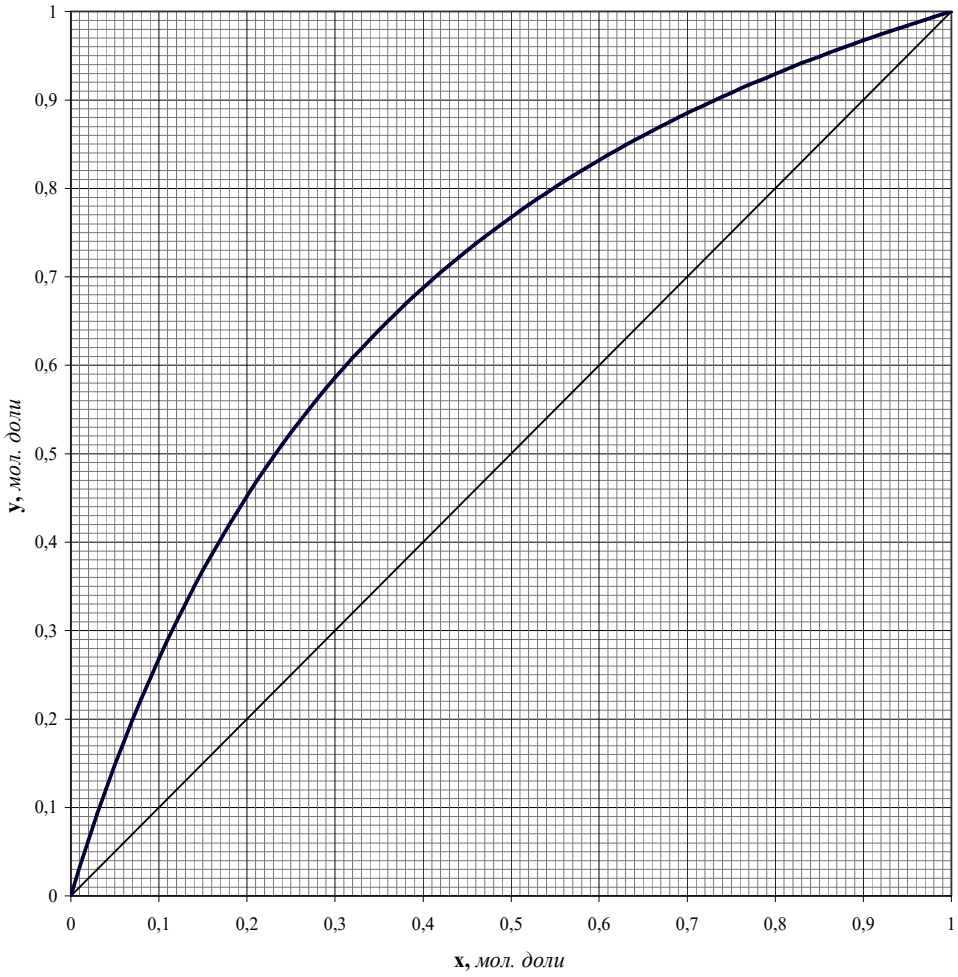
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 15 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 70 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв диаметр колонны равным 2 м, а расстояние между тарелками 0,5 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №4

Водный раствор уксусной кислоты разделяют в насадочной колонне непрерывного действия при атмосферном давлении. В результате ректификации получают 2 т/ч дистиллята, содержащего 90 % масс. воды, и 14 т/ч кубовой жидкости, содержащей 2 % масс. воды. Колонна заполнена в навал керамическими кольцами Рашига размером 50×50×5 мм.

Определить:

1) Массовый расход и состав исходной смеси.

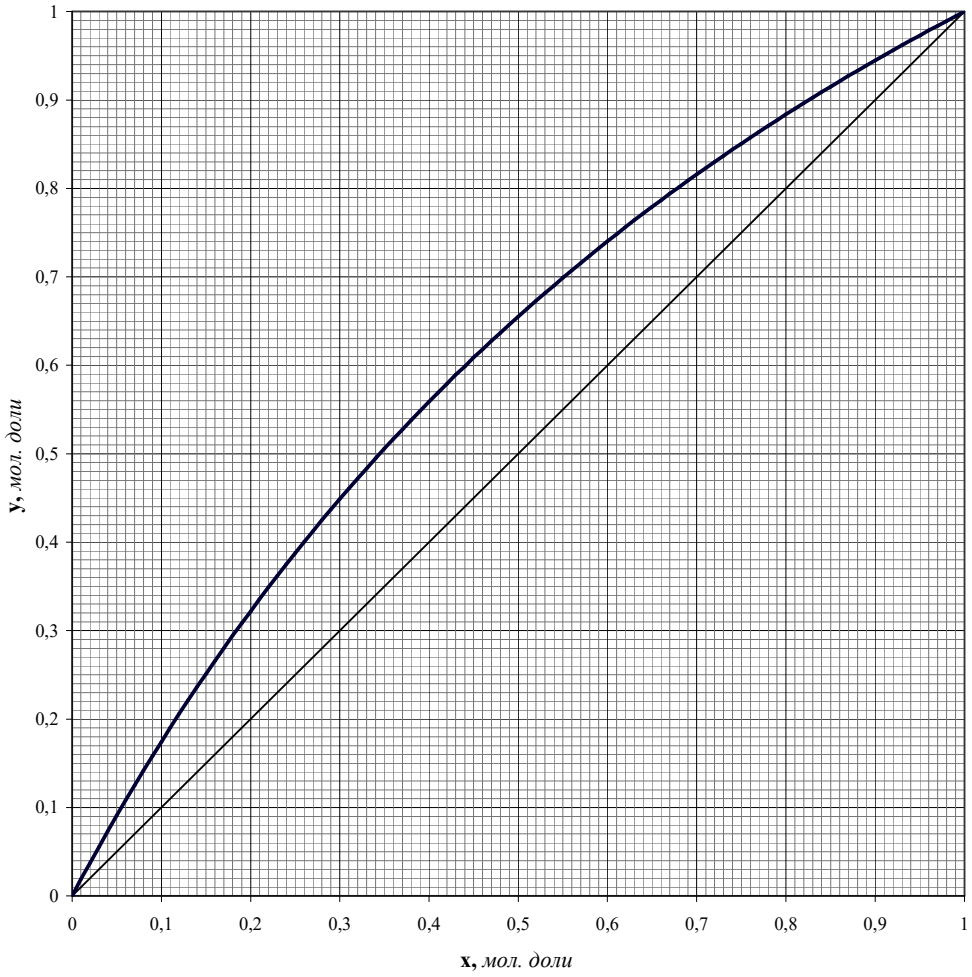
2) Минимальное флегмовое число и флегмовое число, если относительная летучесть компонентов постоянна и равна 1,9, а коэффициент избытка флегмы равен 2.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 115 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 4,9, для верхней части 9,8, а высота единицы переноса для нижней части 2,4 м, для верхней части 1,8 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №5

При ректификации 330 кмоль/ч бинарной смеси этанол-бутанол получают 80 кмоль/ч дистиллята. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 2{,}1 \cdot x - 0{,}09$. Относительная летучесть компонентов принять равной 4,5.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости, число питания и флегмовое число, воспользовавшись уравнением рабочей линии.

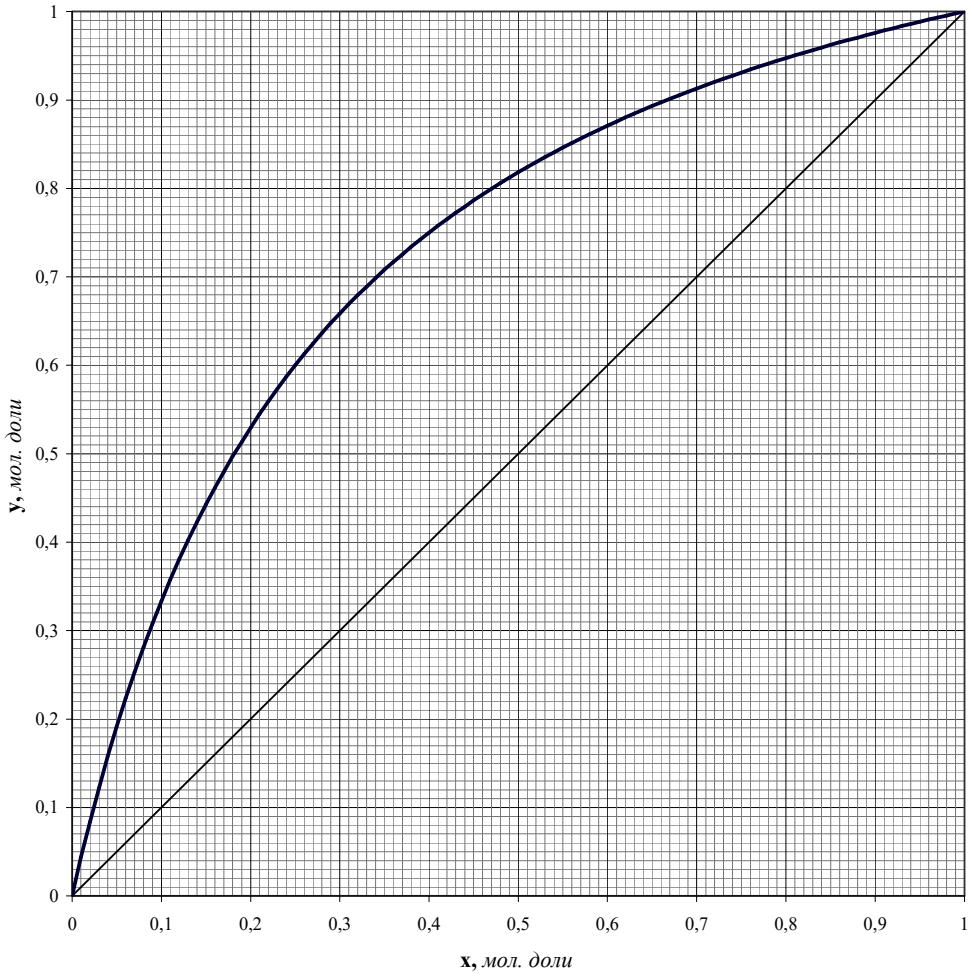
2) Состав дистиллята, если в исходной смеси содержится 29 % мол. этанола.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 80 °С, кубовая жидкость – при 112 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 100 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 40%, а расстояние между тарелками 0,6 м. Диаметр колонны принять равным 1,2 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №6

В ректификационной колонне непрерывного действия в результате разделения бинарной смеси хлороформ-уксусная кислота получают 15 т/ч дистиллята, содержащего 98 % масс. хлороформа, и 18 т/ч кубовой жидкости, содержащей 90 % масс. уксусной кислоты. Относительную летучесть компонентов принять равной 6.

Определить:

1) Массовый расход и состав исходной смеси.

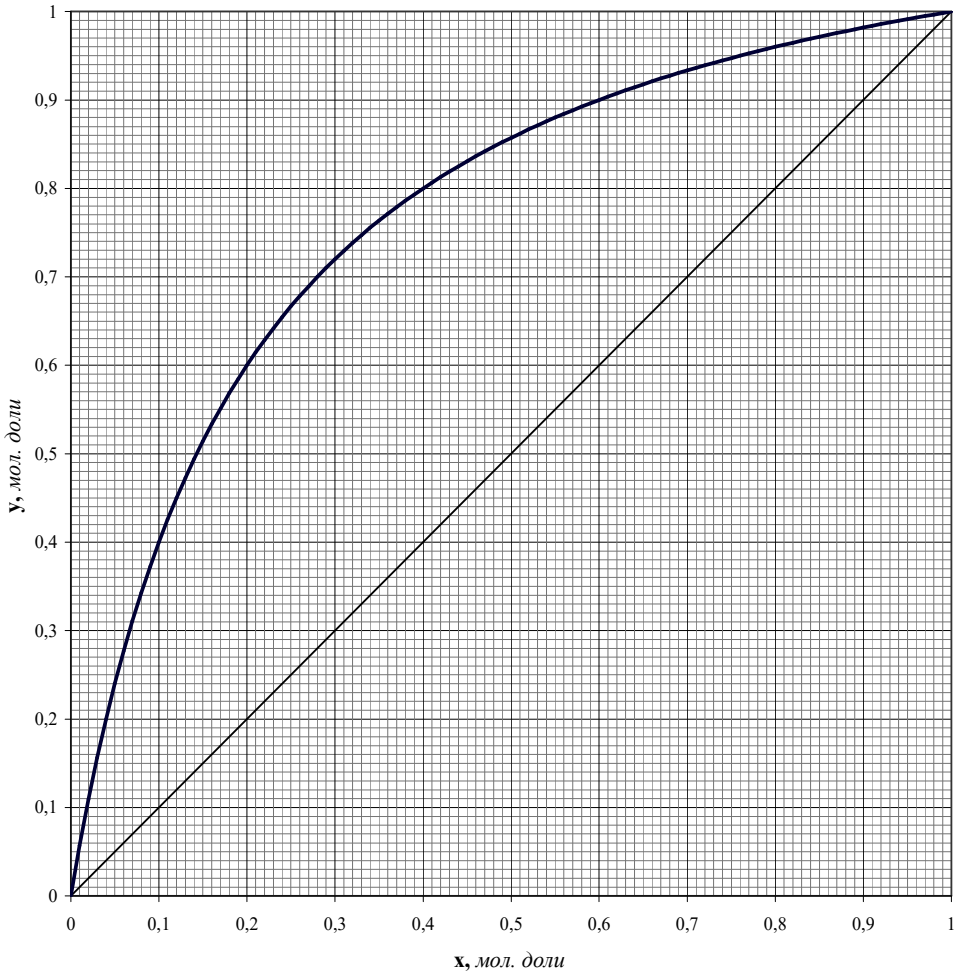
2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 62 °С, кубовая жидкость – при 108 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 80 °С.

4) Высоту колонны, если одной теоретической ступени соответствует участок насадки высотой 2,4 м, а диаметр колонны 1,8 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №7

В ректификационной колонне при нормальном атмосферном давлении подвергают разделению 20 т/ч смесь сероуглерод-тетрахлорметан, содержание сероуглерода в которой 20 % масс. В результате разделения получают дистиллят, содержащий 90 % масс. сероуглерода. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}5 \cdot x - 0{,}015$.Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,6.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости, воспользовавшись уравнением рабочей линии; расход кубовой жидкости и дистиллята.

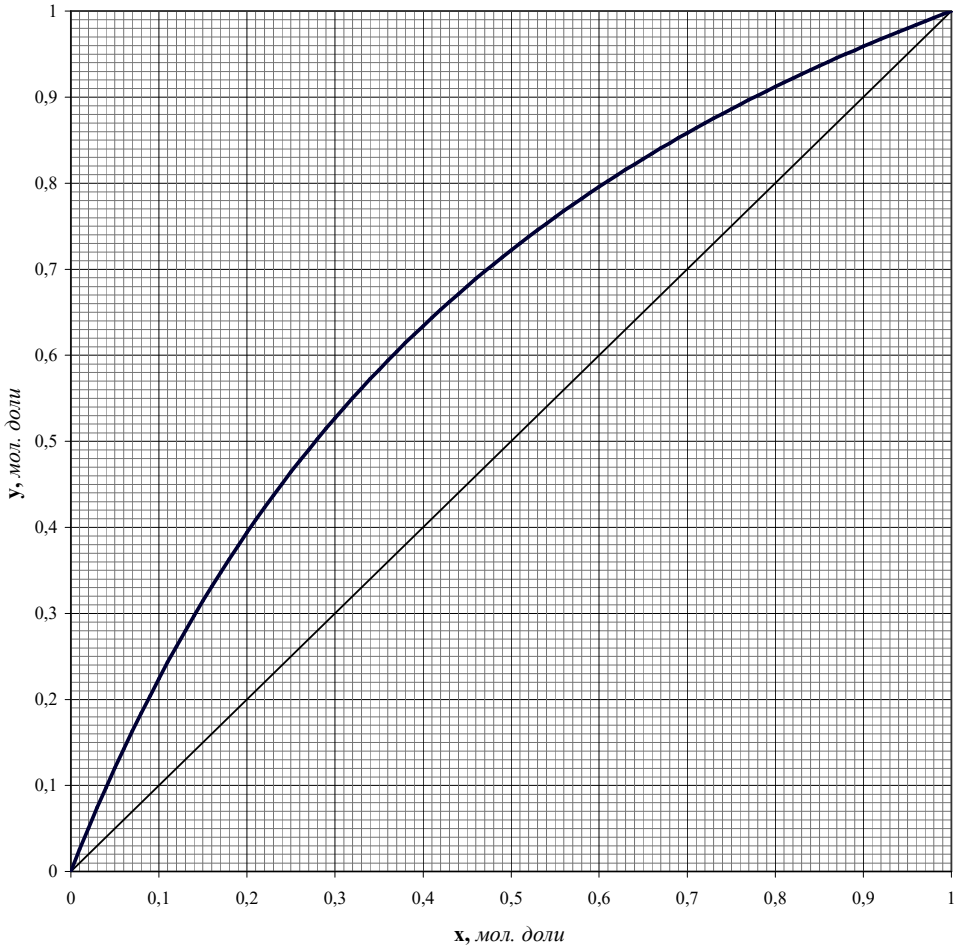
2) Число питания и флегмовое число.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки колпачковые с диаметром колпачка 80 мм, а расстояние от верхнего края колпачка до вышерасположенной тарелки 0,38 м. Температуры жидкости и пара принять равными 76 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если одной теоретической терелке соответствует 1,4 реальных тарелки, расстояние между которыми составляет 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №8

Бинарную смесь ацетон-толуол при нормальном атмосферном давлении разделяют в тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия. Расход исходной смеси 36 т/ч, содержание ацетона в исходной смеси 22 % масс. В процессе разделения получают 7,2 т/ч дистиллята, содержащего 90 % масс. ацетона.

1) Определить расход и состав кубовой жидкости.

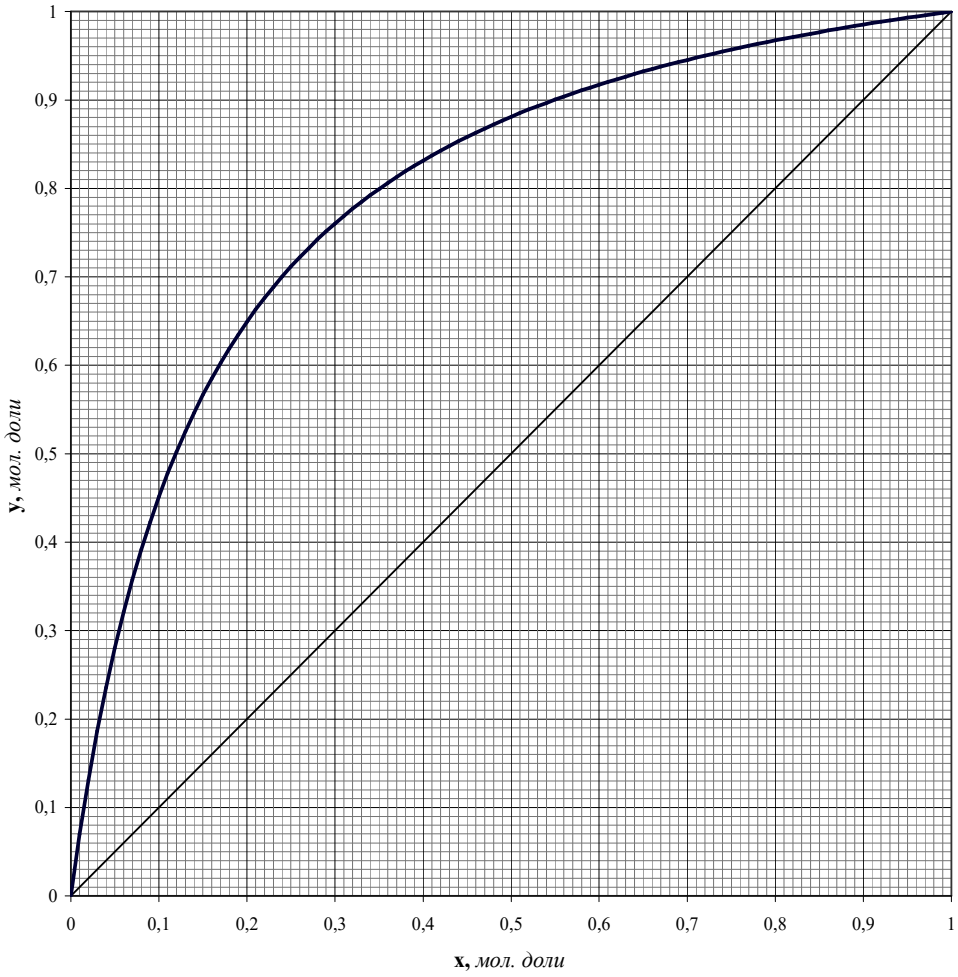
2) Минимальное флегмовое число, приняв относительную летучесть компонентов равной 7,4, и флегмовое число, приняв коэффициент избытка флегмы равным 2.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки решетчатый провальные, с шириной щели 6 мм и долей свободного сечения 0,2 м²/м². Температуру жидкости принять равной 97 °С, а температуру пара равной 108 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №9

В ректификационную колонну поступает 25 т/ч бинарной смеси гексан-гептан, содержащей 35 % масс. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}7 \cdot x + 0{,}27$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,7.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

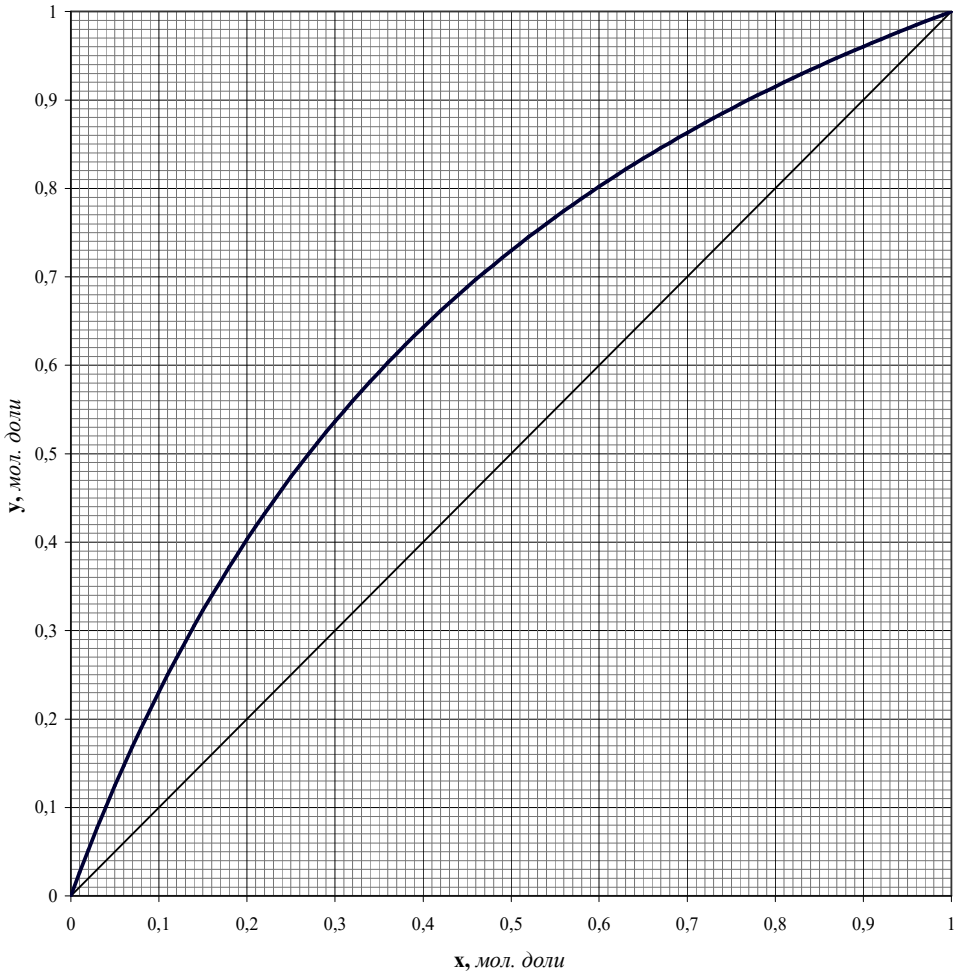
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 19 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 70 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 65%, и приняв диаметр колонны равным 1,6 м, а расстояние между тарелками 0,45 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №10

Бинарную смесь тетрахлорметан-толуол в количестве 14,4 т/ч разделяют в насадочной ректификационной колонне, получая 9,6 т/ч кубовой жидкости. Содержание тетрахлорметана в исходной смеси 40 % масс., в дистилляте 96 % масс. Давление в колонне нормальное атмосферное, при котором относительная летучесть компонентов составляет 2,4. Коэффициент избытка флегмы 2.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости и расход дистиллята.

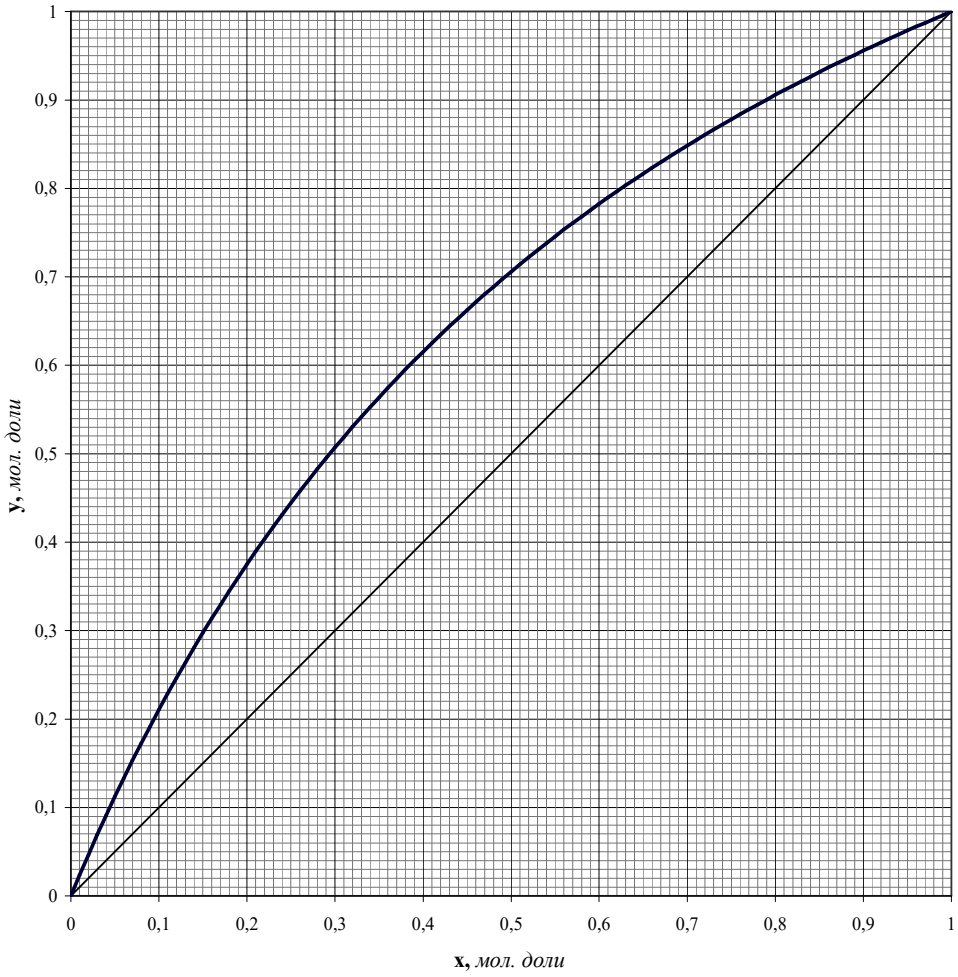
2) Флегмовое число и массовый расход флегмы.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, если дистиллят покидает колонну при температуре 78 °С, кубовая жидкость – при 108 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 99 °С. Потери принять равными 3% от тепловой нагрузки кипятильника.

4) Высоту колонны, если высота участка насадки, эквивалентная одной теоретической ступени разделения составляет 2,5 м, а диаметр колонны составляет 800 мм.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №11

Бинарную смесь бензол-толуол, содержащую 35 % масс. бензола, разделяют в ректификационной колонне с ситчатыми тарелками. В процессе разделения получают 5,4 т/ч дистиллята, содержащего 94 % масс. бензола, и кубовую жидкость, содержащую 94 % масс. толуола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,5.

Определить:

1) Расходы исходной смеси и кубовой жидкости.

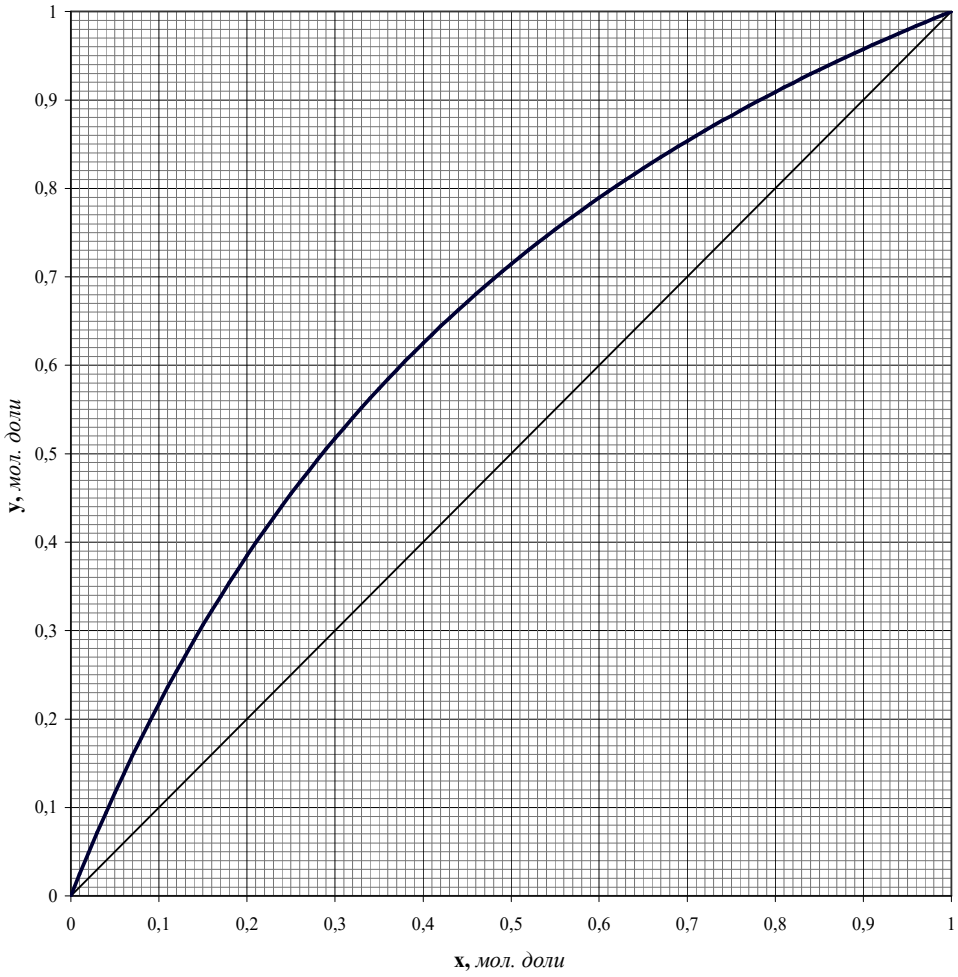
2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 110 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 45%, а расстояние между тарелками 0,45 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №12

Бинарную смесь гексан-толуол в количестве 12 т/ч разделяют в ректификационной колонне. Содержание гексана в исходной смеси 30 % масс. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}59 \cdot x + 0{,}38$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 3,3.

Определить:

1) Состав дистиллята ифлегмовое число.

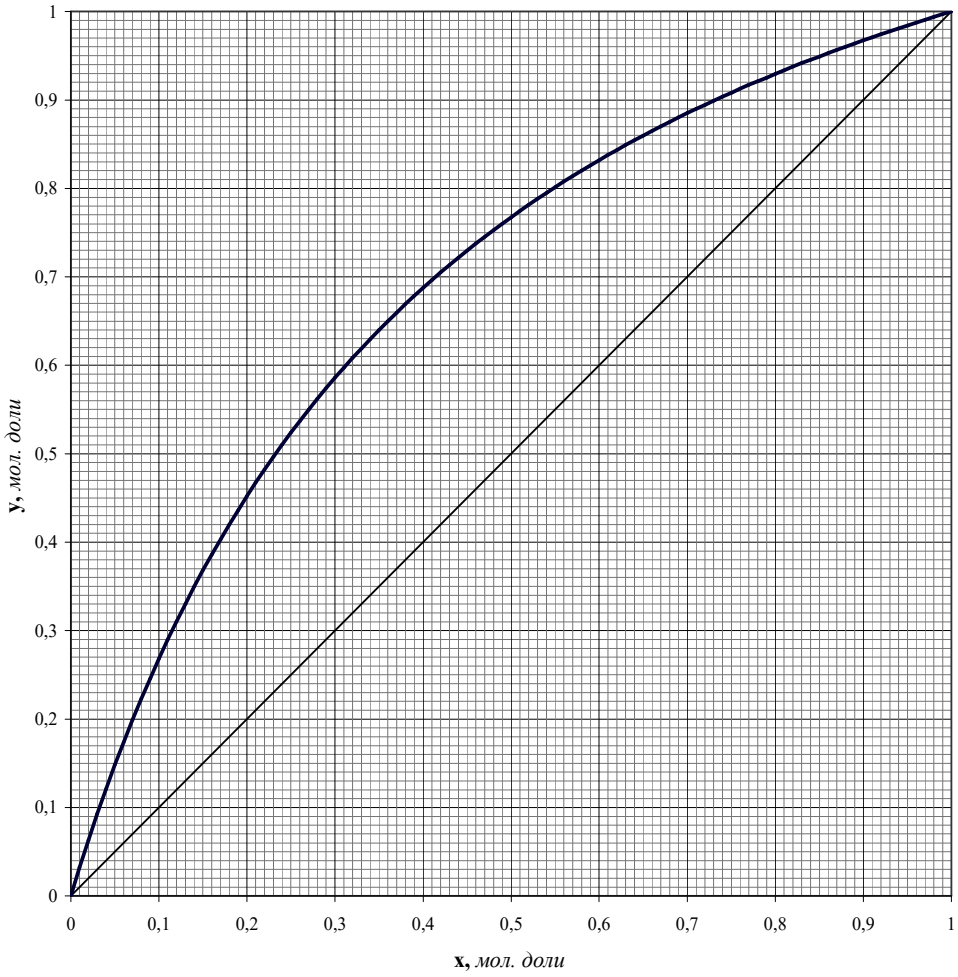
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 5 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 70 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 55%, и приняв диаметр колонны равным 1,0 м, а расстояние между тарелками 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №13

В насадочной колонне непрерывного действия при атмосферном давлении разделяют водный раствор уксусной кислоты. В результате ректификации получают 4 т/ч дистиллята, содержащего 90 % масс. воды, и 12 т/ч кубовой жидкости, содержащей 2 % масс. воды. Колонна заполнена в навал керамическими кольцами Рашига размером 50×50×5 мм.

Определить:

1) Расход и состав исходной смеси.

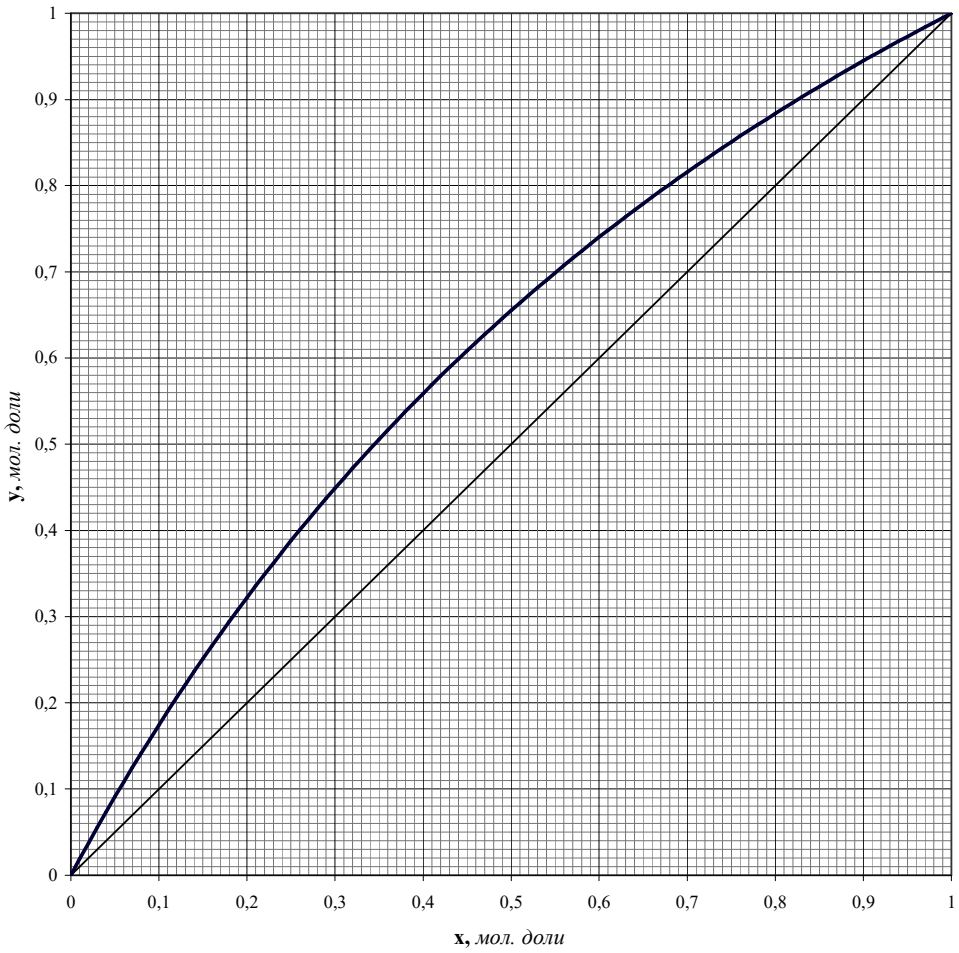
2) Минимальное флегмовое число, приняв относительную летучесть компонентов равной 1,9, и флегмовое число, приняв коэффициент избытка флегмы равным 2.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 115 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 5,6, для верхней части 9,2; а высота единицы переноса для нижней части 2,8 м, для верхней части 2,3 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №14

В тарельчатой ректификацонной колонне непрерывного действия разделяют 500 кмоль/ч бинарной смеси этанол-бутанол получают 120 кмоль/ч дистиллята. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 2{,}1 \cdot x - 0{,}09$. Относительную летучесть компонентов принять равной 4,5.

Определить:

1) Число питания, состав кубовой жидкости и флегмовое число (воспользовавшись уравнением рабочей линии).

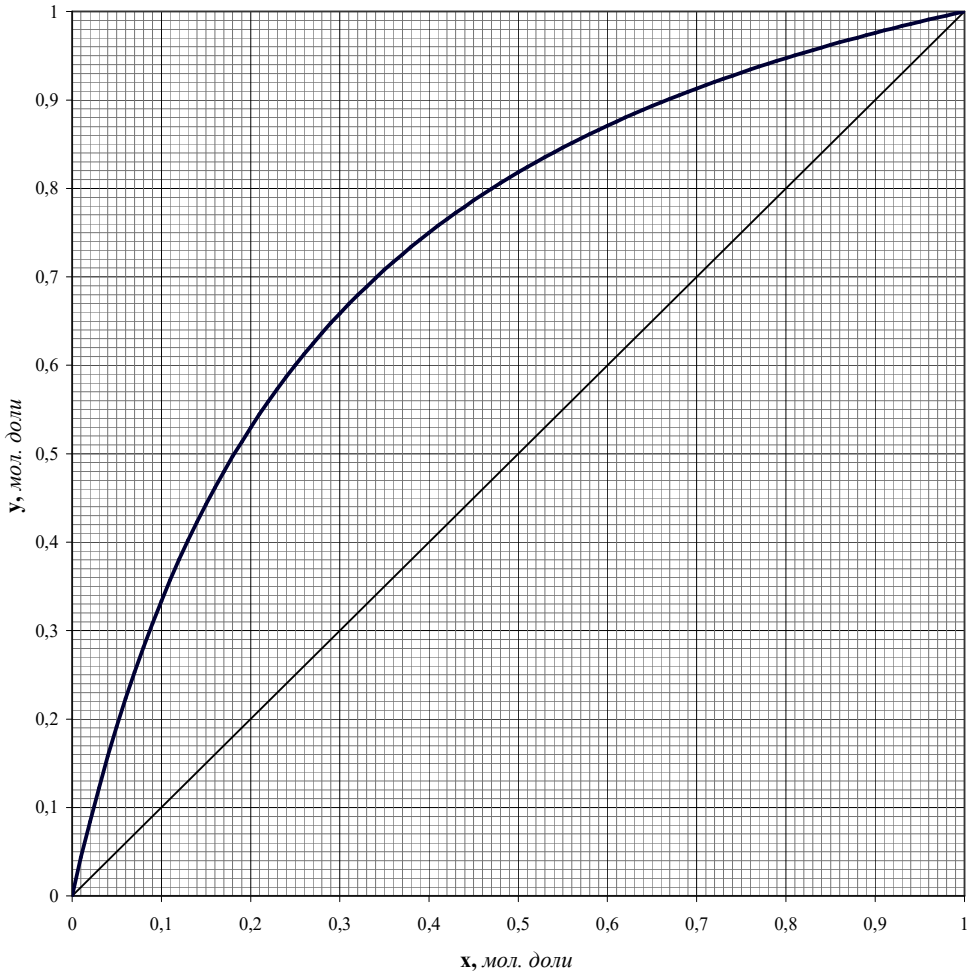
2) Состав дистиллята, если исходная смесь содержит 29 % мол. этанола.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 80 °С, кубовая жидкость – при 112 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 100 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,5 м. Диаметр колонны принять равным 1,8 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №15

При ректификационном разделении смеси хлороформ-уксусная кислота получают 5 т/ч дистиллята, содержащего 98 % масс. хлороформа, и 6 т/ч кубовой жидкости, содержащей 90 % масс. уксусной кислоты. Относительную летучесть компонентов принять равной 6.

Определить:

1) Расход и состав исходной смеси.

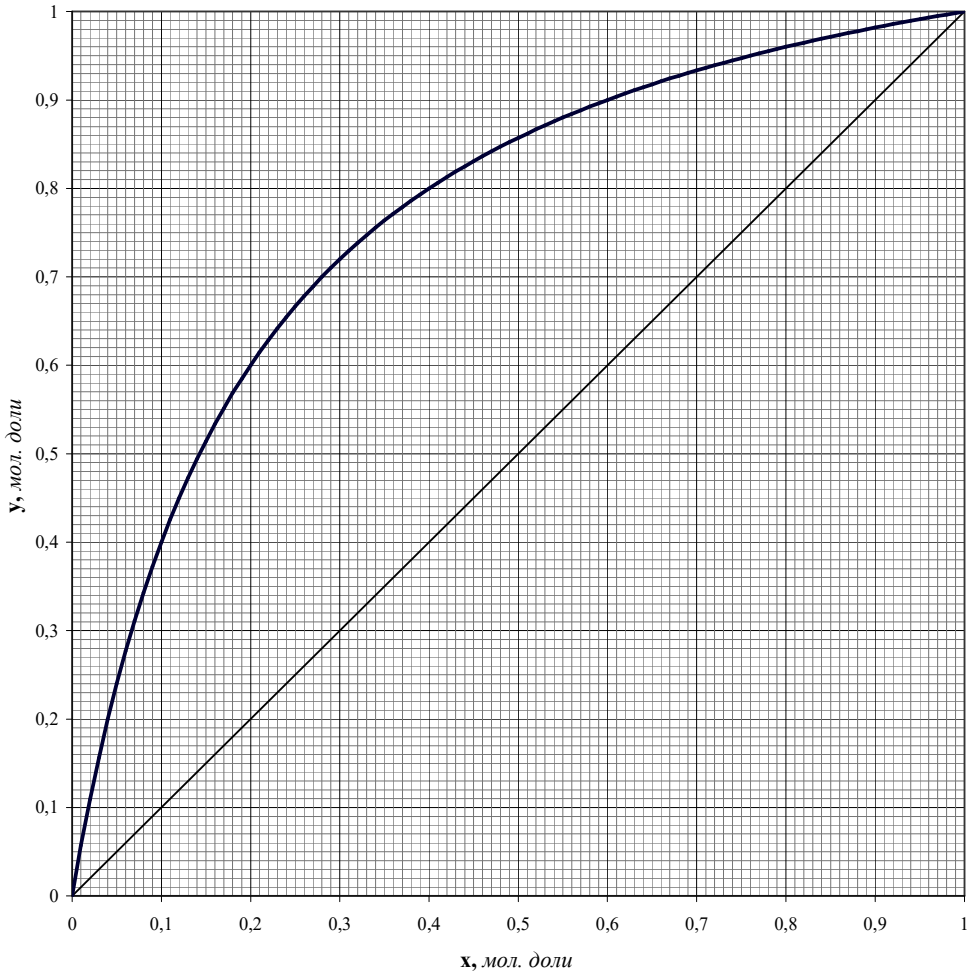
2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 62 °С, кубовая жидкость – при 108 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 80 °С.

4) Высоту колонны, если одной теоретической ступени соответствует участок насадки высотой 1,6 м, а диаметр колонны 1 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №16

В ректификационной колонне при нормальном атмосферном давлении подвергают разделению 15 т/ч смесь сероуглерод-тетрахлорметан, содержание сероуглерода в которой 20 % масс. В результате разделения получают дистиллят, содержащий 90 % масс. сероуглерода. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}5 \cdot x - 0{,}015$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,6.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости, воспользовавшись уравнением рабочей линии; расход кубовой жидкости и дистиллята.

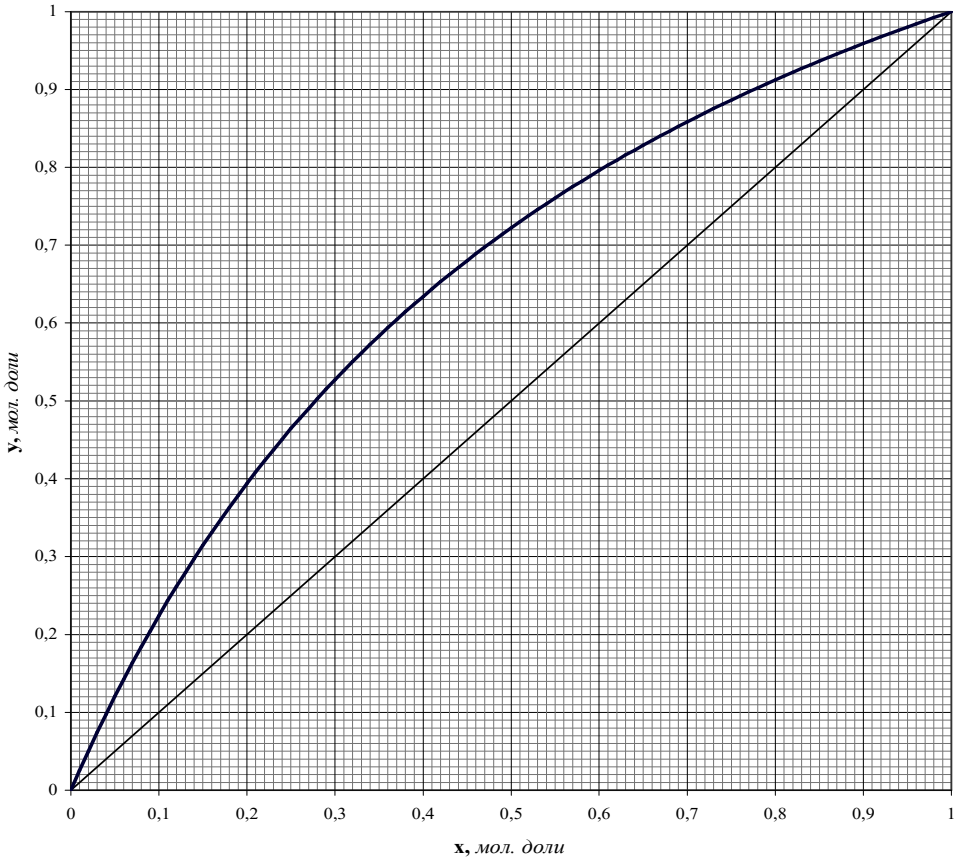
2) Число питания и флегмовое число.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки колпачковые с диаметром колпачка 80 мм, а расстояние от верхнего края колпачка до вышерасположенной тарелки 0,38 м. Температуры жидкости и пара принять равными 76 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если одной теоретической тарелке соответствует 1,6 реальных тарелок.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №17

Бинарную смесь ацетон-толуол при нормальном атмосферном давлении разделяют в тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия. Расход исходной смеси 16 т/ч, содержание ацетона в исходной смеси 22 % масс. В процессе разделения получают 3,2 т/ч дистиллята, содержащего 90 % масс. ацетона.

1) Определить расход и состав кубовой жидкости.

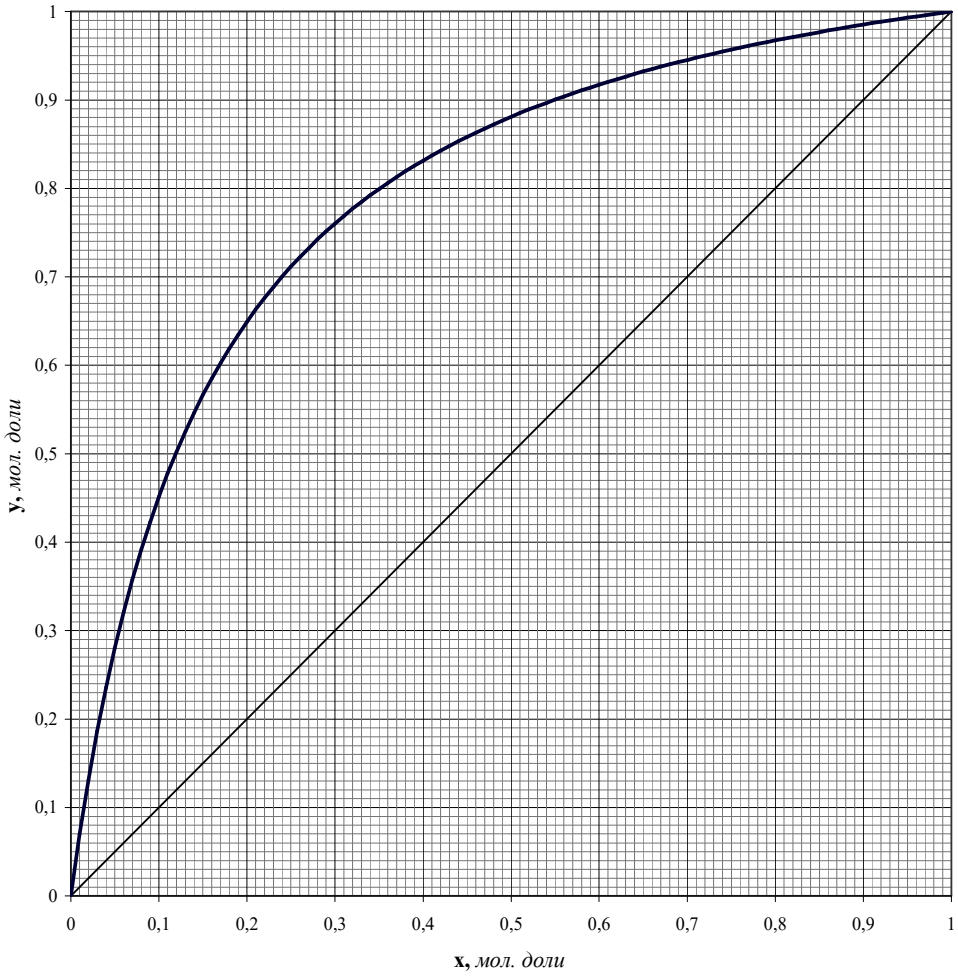
2) Минимальное флегмовое число, приняв относительную летучесть компонентов равной 7,4, и флегмовое число, приняв коэффициент избытка флегмы равным 2.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки решетчатый провальные, с шириной щели 6 мм и долей свободного сечения 0,2 м²/м². Температуру жидкости принять равной 97 °С, а температуру пара равной 108 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,45 м. Диаметр колонны принять равным 1 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №18

В ректификационную колонну поступает 35 т/ч бинарной смеси гексан-гептан, содержащей 35 % масс. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}7 \cdot x + 0{,}27$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,7.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

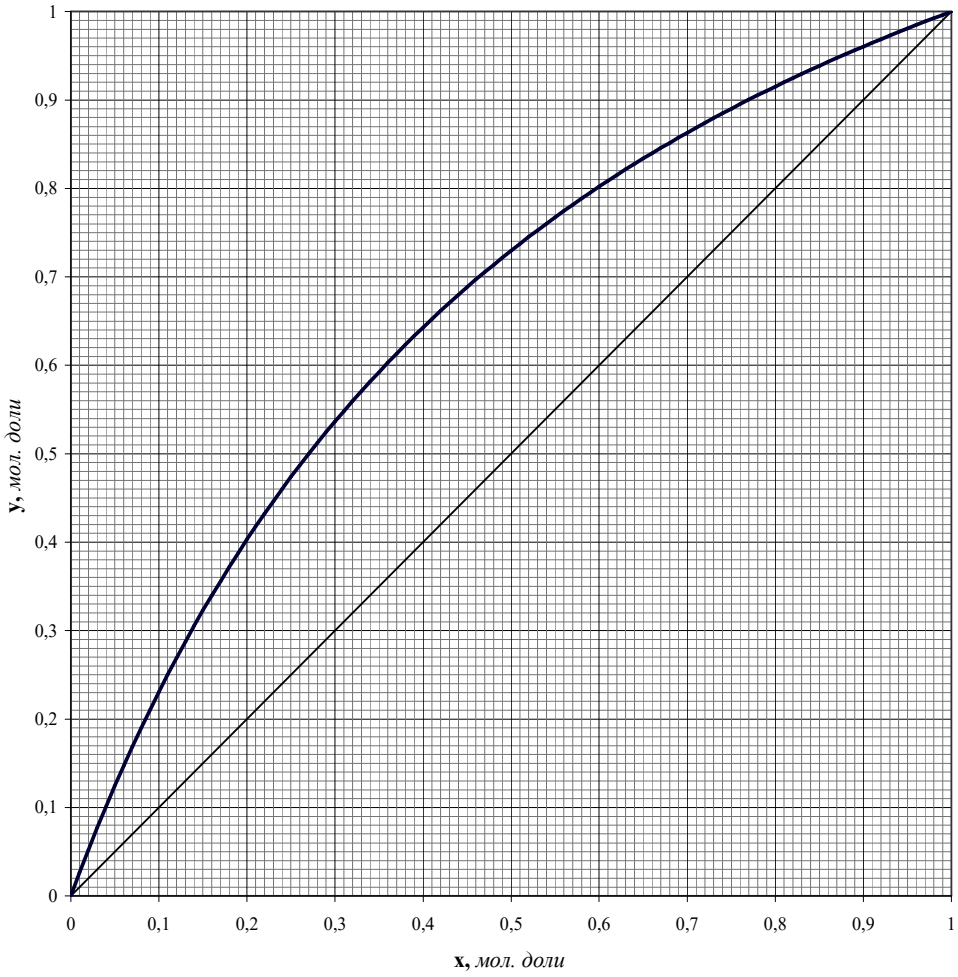
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 26 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 70 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 55%, и приняв диаметр колонны равным 1,4 м, а расстояние между тарелками 0,35 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №19

В процессе ректификации бинарной смеси метанол-этанол получают 11 т/ч дистиллята и 19 т/ч кубовой жидкости, содержащей 12 % масс. метанола. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}8 \cdot x + 0{,}18$. Относительную летучесть компонентов принять равной 1,58.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

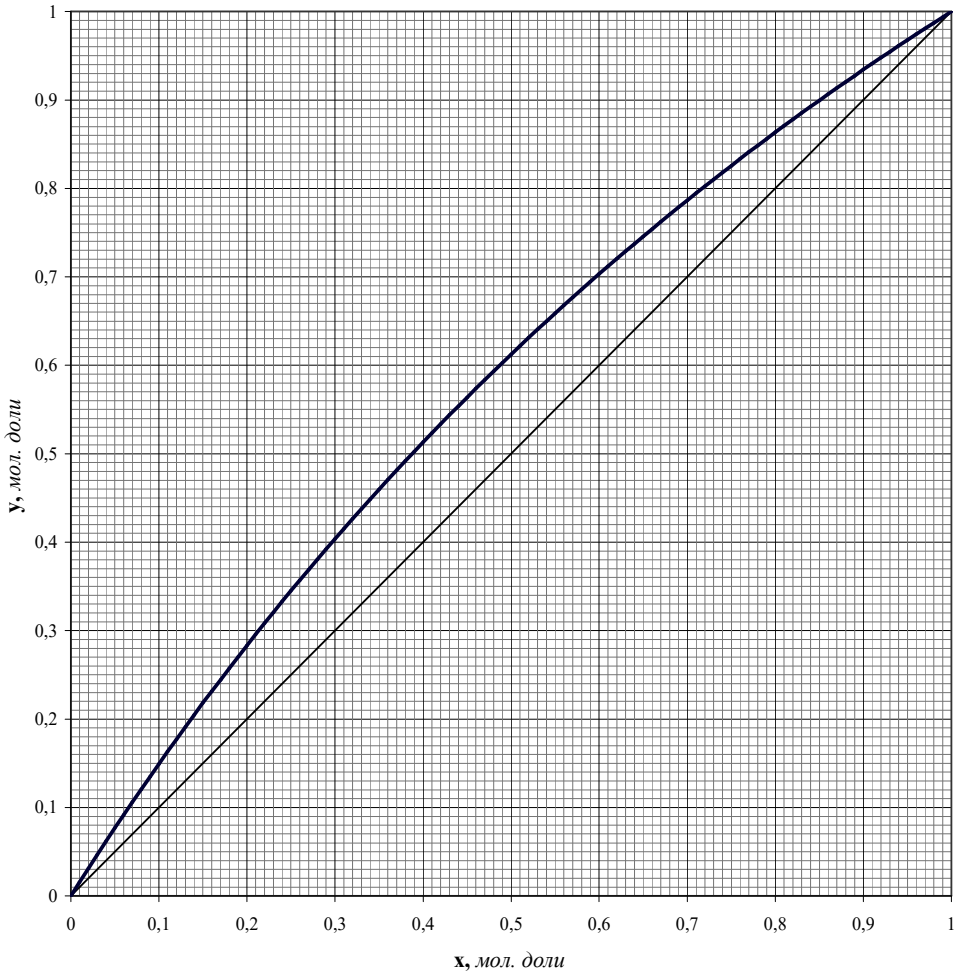
2) Расход и состав исходной смеси.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если колонна заполнена внавал керамическими кольцами Рашига размером 35×35×4 мм. Температуры жидкости и пара принять равными 77 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 4,3, для верхней части 5,5; а высота единицы переноса для нижней части 12 м, для верхней части 8,6 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №20

Ректификации подвергают 26 т/ч бинарной смеси хлороформ-толуол с относительной летучестью компонентов 4,7. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}87 \cdot x - 0{,}035$, верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}58 \cdot x + 0{,}404$.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

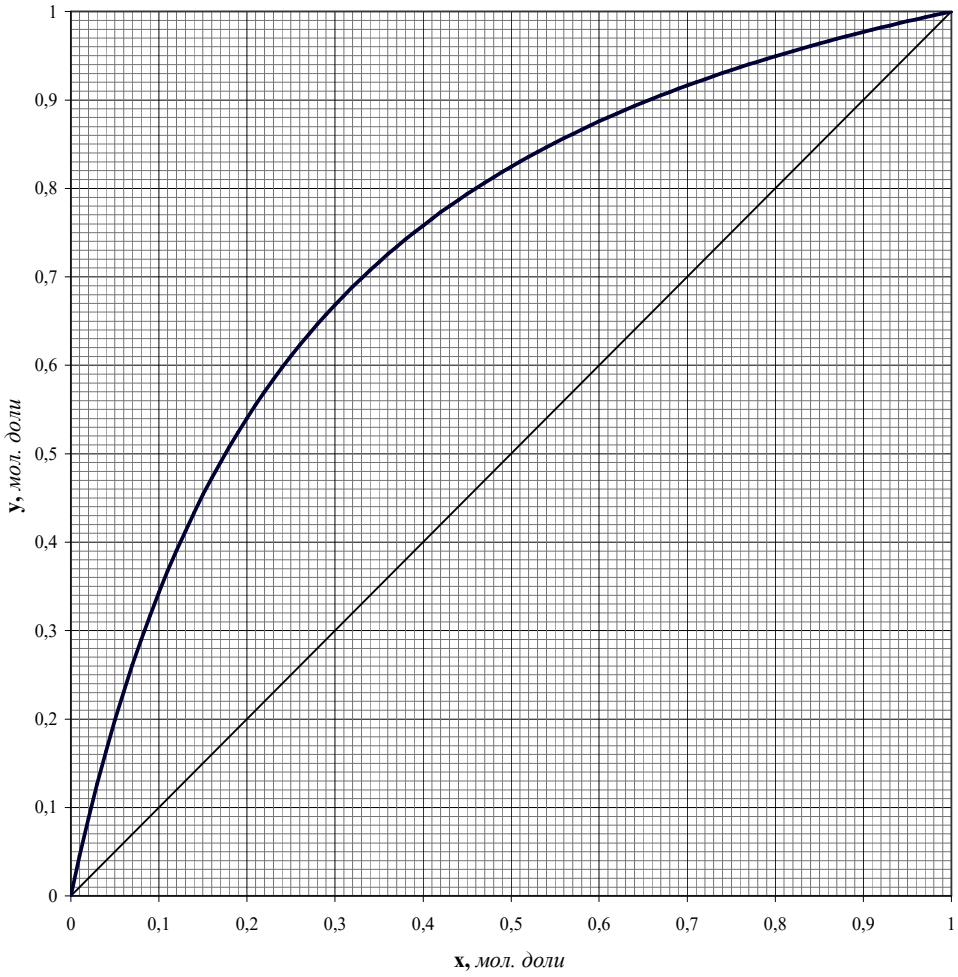
2) Состав исходной смеси, число питания и состав кубовой жидкости.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки ситчатые. Температуры жидкости и пара принять равными 107 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв расстояние между тарелками 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №21

При ректификации 32 т/ч бинарной смеси ацетон-этанол, содержащей 40 % масс. ацетона, получают 19 т/ч кубовой жидкости. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}8 \cdot x + 0{,}185$. Относительную летучесть компонентов принять равной 2,21.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

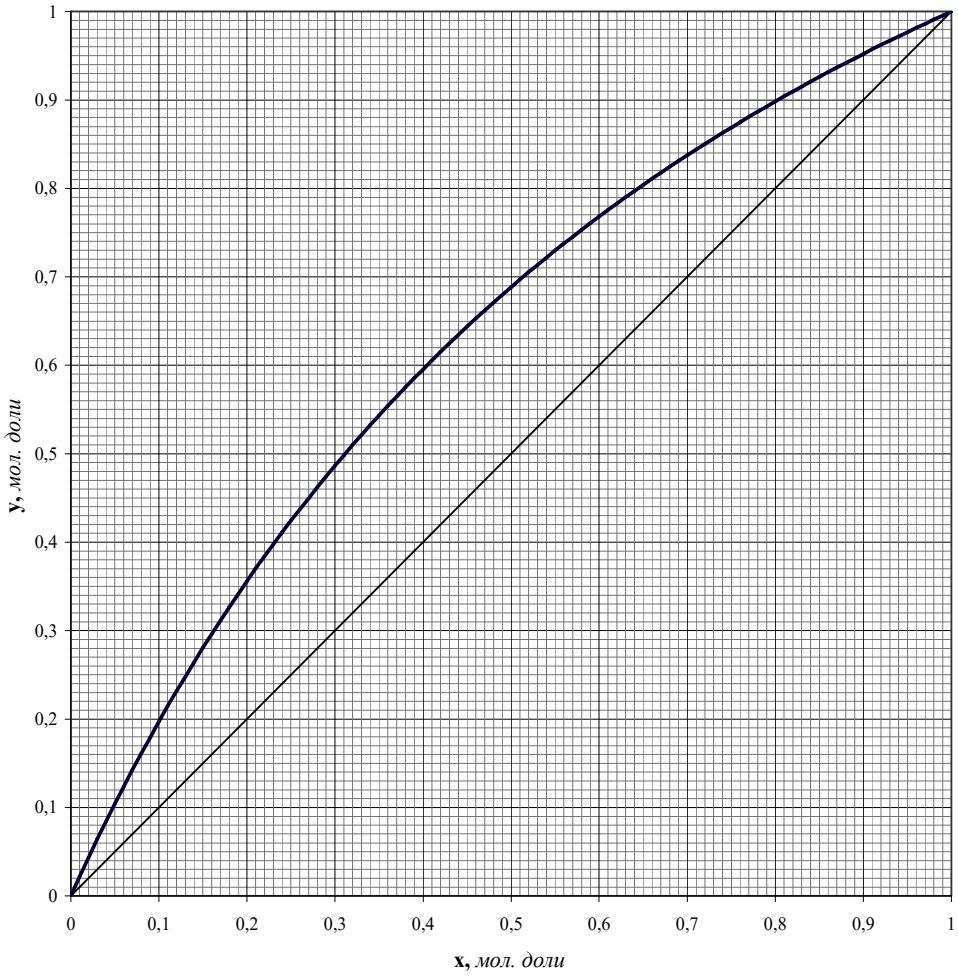
2) Состав кубовой жидкости.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 57 °С, кубовая жидкость – при 76 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 65 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 55%, а расстояние между тарелками 0,5 м. Диаметр колонны принять равным 1,6 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №22

Ректификацию 28 т/ч бинарной смеси ацетон-изопропанол, содержащей 30 % масс. ацетона, проводят при флегмовом числе 2,5 и числе питания 3,33. Выходящая из колонны кубовая жидкость содержит 95 % масс. изопропанола. Давление в колонне нормальное атмосферное, при котором относительная летучесть компонентов составляет 2,7.

Определить:

1) Расход и состав получаемого дистиллята.

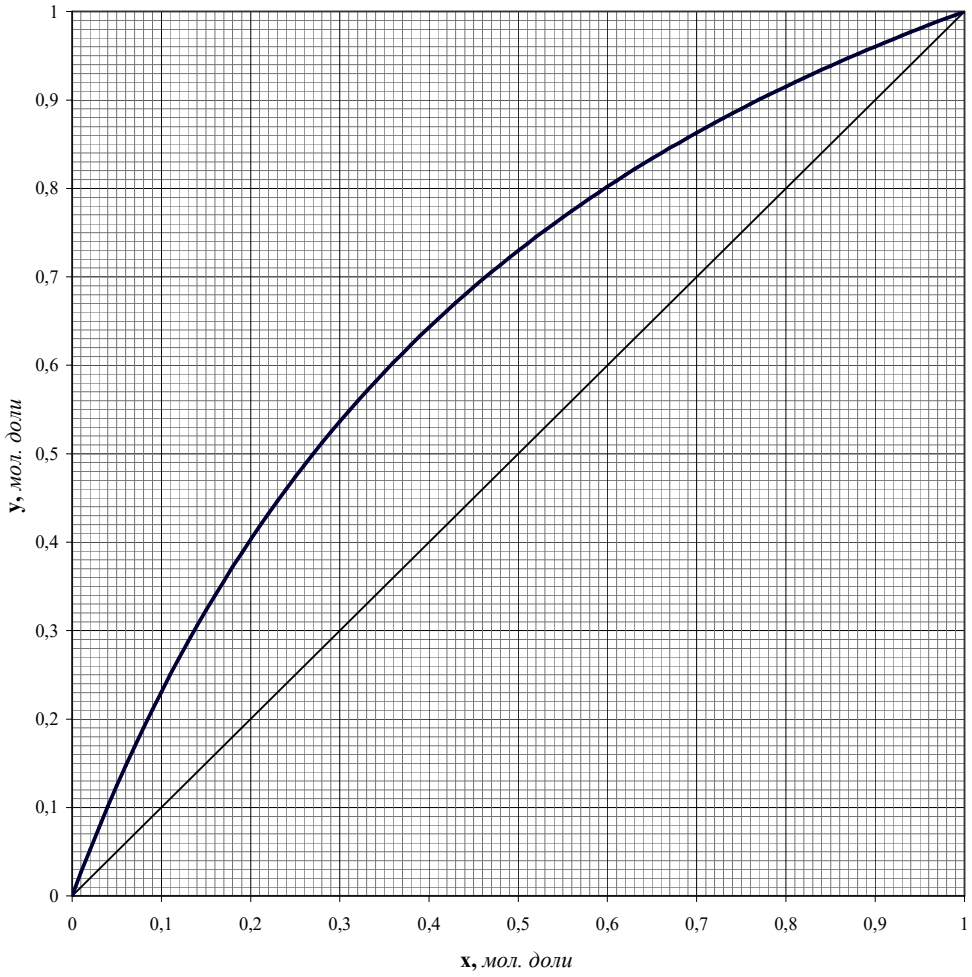
2) Расход флегмы.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки колпачковые с диаметром колпачка 80 мм, а расстояние от верхнего края колпачка до вышерасположенной тарелки 0,38 м. Температуры жидкости и пара принять равными 80 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 70%, и приняв расстояние между тарелками 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №23

В ректификационную колонну с ситчатыми переливными тарелками поступает на разделение бинарная смесь ацетон-бензол, содержание ацетона в которой 25 % масс. В процессе разделения получают 6 т/ч дистиллята, содержащего 90 % масс. ацетона, и кубовую жидкость, содержащую 90 % масс. бензола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,09.

Определить:

1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости.

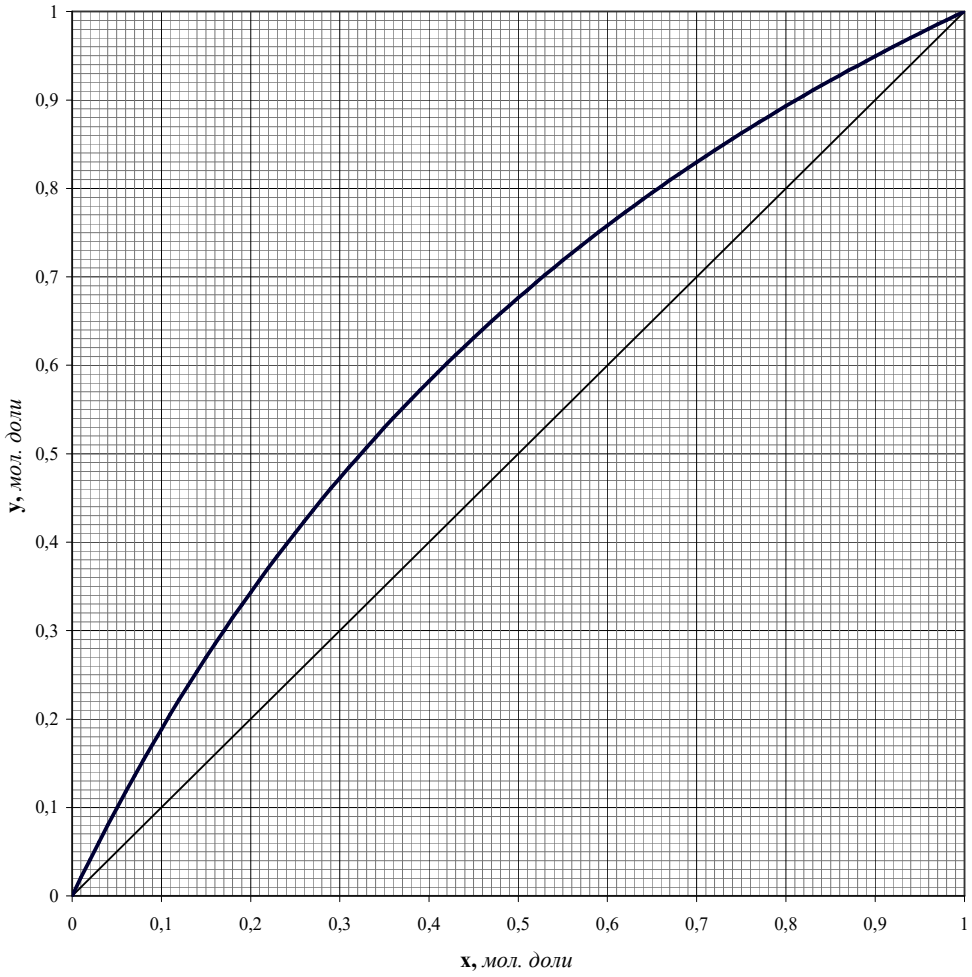
2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и воспользовавшись корреляцией Джиллиленда $R = 1,3 \cdot R_{\min} + 0,3$.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 78 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, а расстояние между тарелками 0,6 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №24

В ректификационную колонну поступает 24 т/ч бинарной смеси сероуглерод-тетрахлорметан, содержащей 25 % масс. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}71 \cdot x + 0{,}26$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,55.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

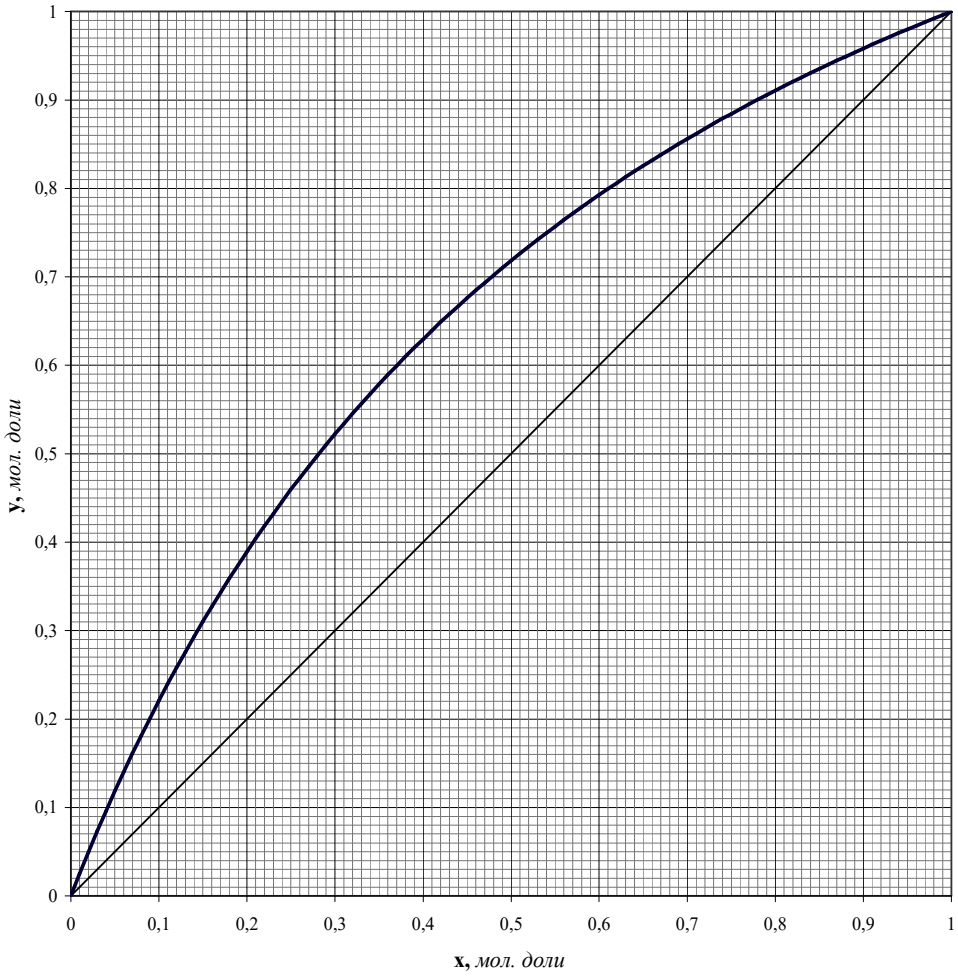
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 12 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 75 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 65%, и приняв диаметр колонны равным 2,4 м, а расстояние между тарелками 0,6 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №25

В ректификационной колонне при нормальном атмосферном давлении подвергают разделению 20 т/ч смесь хлороформ-тетрахлорметан, содержание хлороформа в которой 30 % масс. В результате разделения получают дистиллят, содержащий 96 % масс. хлороформа. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}26 \cdot x - 0{,}02$.Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 1,69.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости, воспользовавшись уравнением рабочей линии; расход кубовой жидкости и дистиллята.

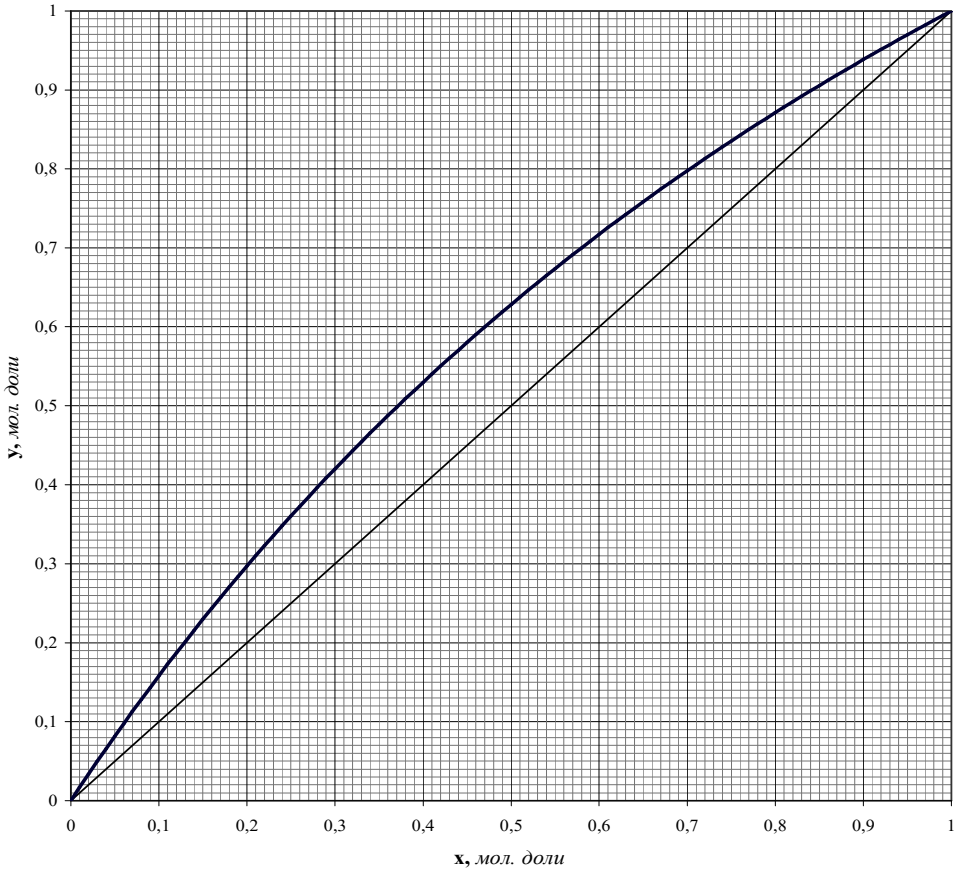
2) Число питания и флегмовое число.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки колпачковые с диаметром колпачка 80 мм, а расстояние от верхнего края колпачка до вышерасположенной тарелки 0,38 м. Температуры жидкости и пара принять равными 76 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 5,8, для верхней части 11,2; а высота единицы переноса для нижней части 5 м, для верхней части 4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №26

В ректификационную колонну поступает 40 т/ч бинарной смеси хлороформ-толуол, содержащей 40 % масс. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}59 \cdot x + 0{,}38$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 4,7.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

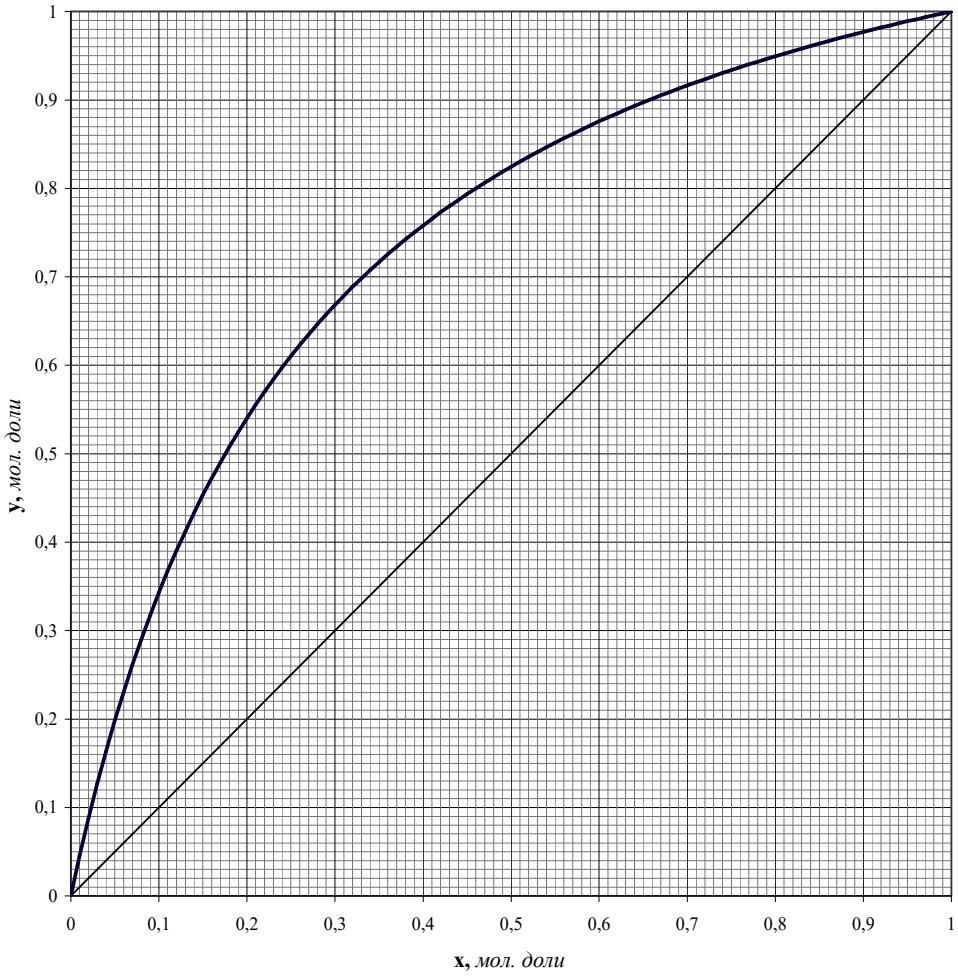
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 20 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 63 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв диаметр колонны равным 1,6 м, а расстояние между тарелками 0,45 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №27

Ректификации подвергают 26 т/ч бинарной смеси хлороформ-уксусная кислота с относительной летучестью компонентов 5,83. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 2{,}15 \cdot x - 0{,}061$, верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}48 \cdot x + 0{,}5$.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

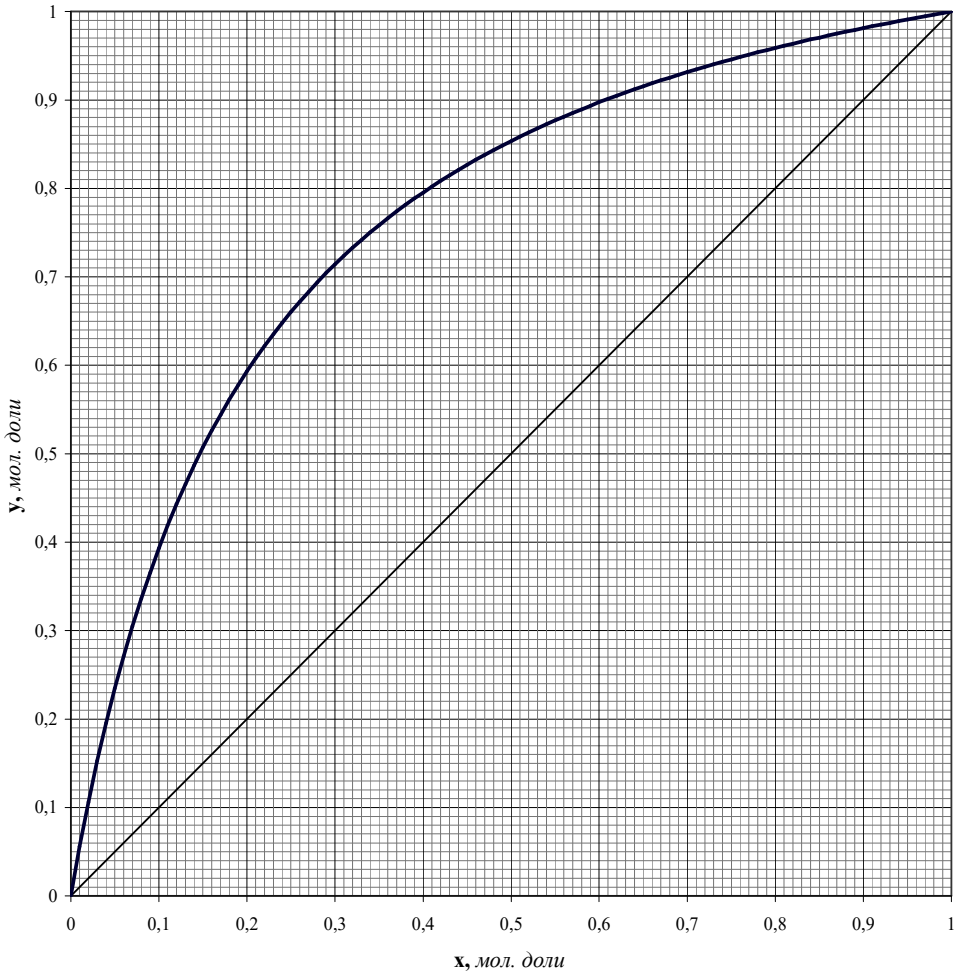
2) Состав исходной смеси, число питания и состав кубовой жидкости.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если тарелки ситчатые. Температуры жидкости 104 °С и пара 115 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв расстояние между тарелками 0,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №28

Ректификацию 25 т/ч бинарной смеси бензол-уксусная кислота, содержащей 40 % масс. бензола, проводят при числе питания 3. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}55 \cdot x + 0{,}4$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 4,1.

Определить:

1) Флегмовое число, состав и расход дистиллята.

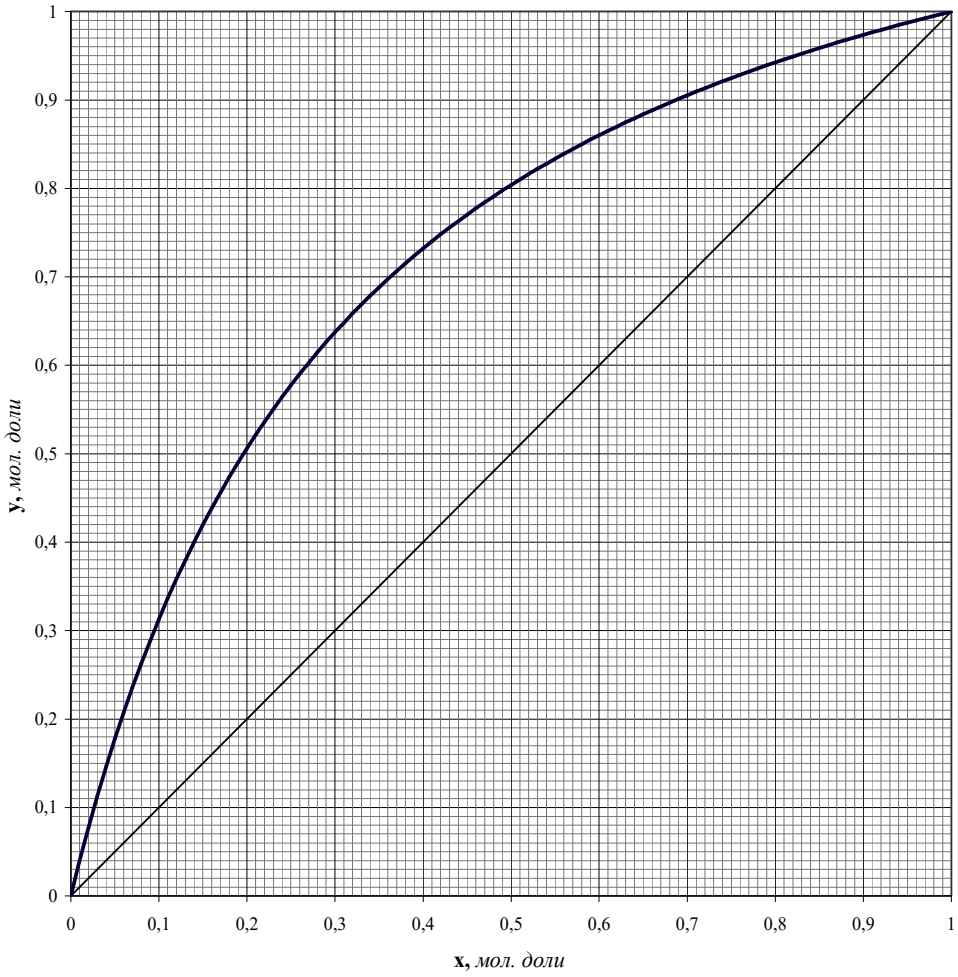
2) Расход и состав кубовой жидкости.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 82 °С, кубовая жидкость – при 110 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 93 °С.

4) Высоту колонны, если тарельчатый КПД колонны составляет 60%, расстояние между тарелками 0,6 м, а диаметр колонны 1,8 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №29

В насадочной ректификационной колонне разделяется смесь этилацетат-толуол. Нагрузка колонны по исходной смеси 18 т/ч, содержание этилацетата в исходной смеси 40 % масс., в дистилляте 92 % масс., в кубовой жидкости 8 % масс. Давление в колонне нормальное атмосферное, при котором относительная летучесть компонентов составляет 2,78. Коэффициент избытка флегмы 2.

Определить:

1) Массовые расходы кубовой жидкости и дистиллята.

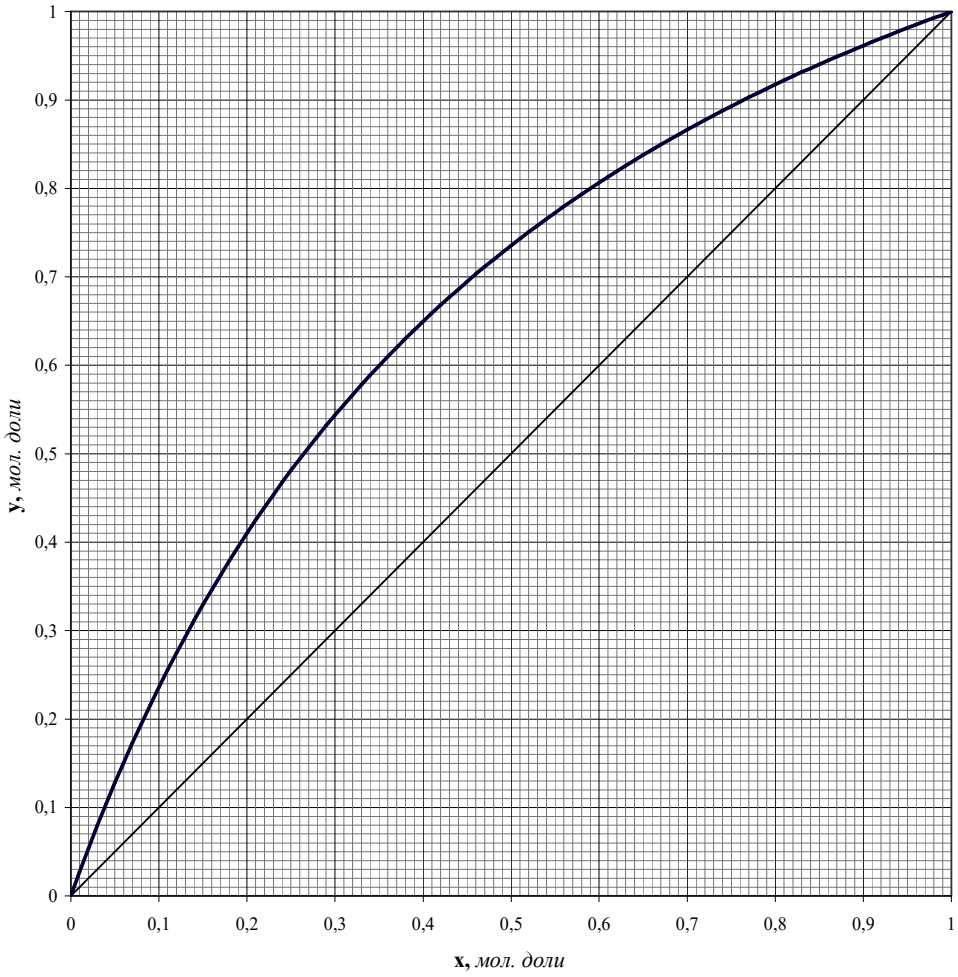
2) Флегмовое число и массовый расход флегмы.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 78 °С, кубовая жидкость – при 105 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 91 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв расстояние между тарелками 0,4 м, а диаметр колонны 2 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №30

В ректификационную колонну с решетчатыми провальными тарелками поступает на разделение бинарная смесь хлороформ-бензол, содержание хлороформа в которой 50 % масс. В процессе разделения получают 10 т/ч дистиллята, содержащего 95 % масс. хлороформа, и кубовую жидкость, содержащую 85 % масс. бензола. Давление в колонне нормальное атмосферное. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 1,81.

Определить:

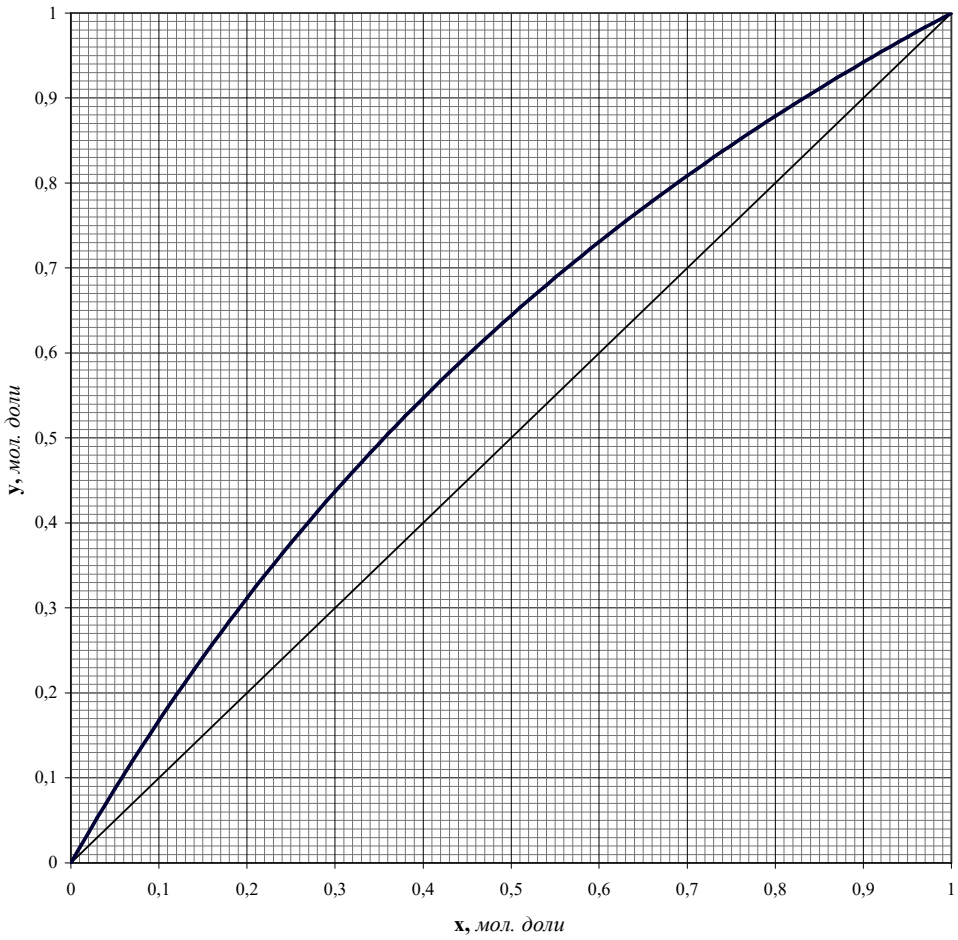
1) Массовые расходы исходной смеси и кубовой жидкости.

2) Флегмовое число, найдя предварительно минимальное флегмовое число, и приняв коэффициент избытка флегмы равным 2.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости и пара в этом сечении приблизительно равными 80 °С, ширину щели на тарелке 6 мм, а долю свободного сечения тарелки 0,2 $м^2/м^2$.

4) Высоту ректификационной колонны, если одной теоретической тарелке соответствует 1,5 реальных тарелок, а расстояние между тарелками 300 мм.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.



ЗАДАЧА №31

Ректификацию 25 т/ч бинарной смеси циклогексан-толуол, содержащей 30 % масс. циклогексана, проводят при числе питания 3,8. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}6 \cdot x - 0{,}066$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 2,33.

1) Флегмовое число и состав кубовой жидкости.

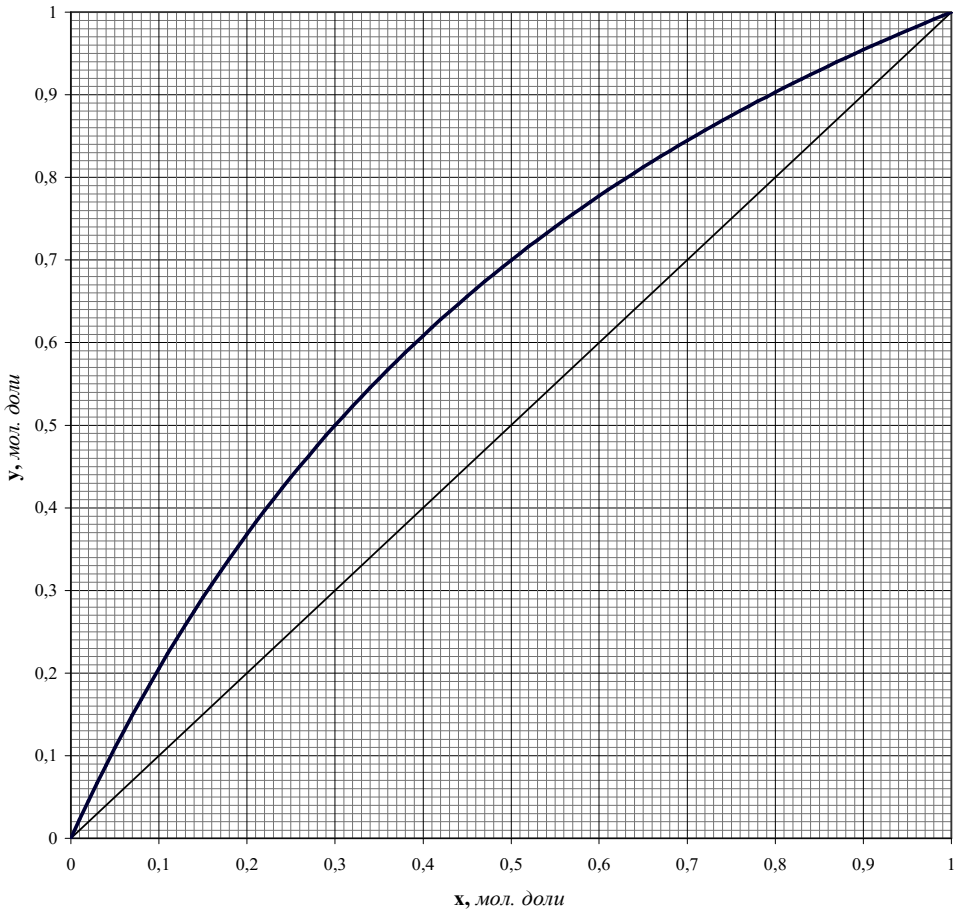
2) Расход и состав дистиллята.

3) Диаметр ректификационной колонны по её нижнему сечению, если колонна заполнена внавал керамическими кольцами Рашига размером 35×35×4 мм. Температуры жидкости и пара принять равными 108 °С.

4) Высоту колонны, если одной теоретической ступени соответствует участок насадки высотой 7 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №32

В ректификационной колонне с решётчатыми провальными тарелками разделяется смесь диэтиловый эфир-тетрахлорметан. Нагрузка колонны по исходной смеси 16 т/ч, содержание диэтилового эфира в исходной смеси 20 % масс., в дистилляте 85 % масс., в кубовой жидкости 5 % масс. Давление в колонне нормальное атмосферное, при котором относительная летучесть компонентов составляет 3,62. Коэффициент избытка флегмы 2.

Определить:

1) Массовые расходы кубовой жидкости и дистиллята.

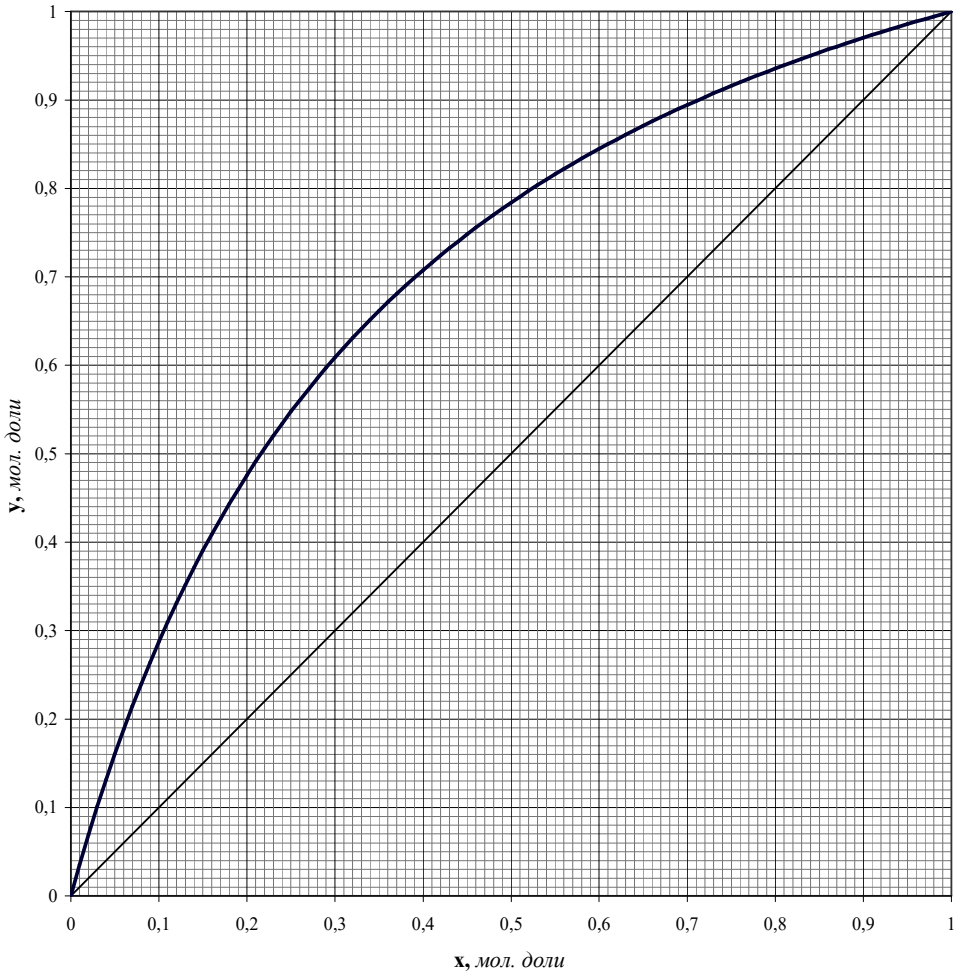
2) Флегмовое число и массовый расход флегмы.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, если ширина щели тарелок 4 мм, а доля свободного сечения тарелок 0,2 $м^2/м^2$. Температуру жидкости и пара принять равными 76 °С.

4) Высоту колонны, если одной теоретической тарелке соответствует 1,4 реальных тарелки.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №33

В ректификационную колонну поступает 20 т/ч бинарной смеси диэтиловый эфир-этанол, содержащей 40 % масс. диэтилового эфира. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}32 \cdot x + 0{,}63$. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 9,85.

Определить:

1) Флегмовое число и состав дистиллята.

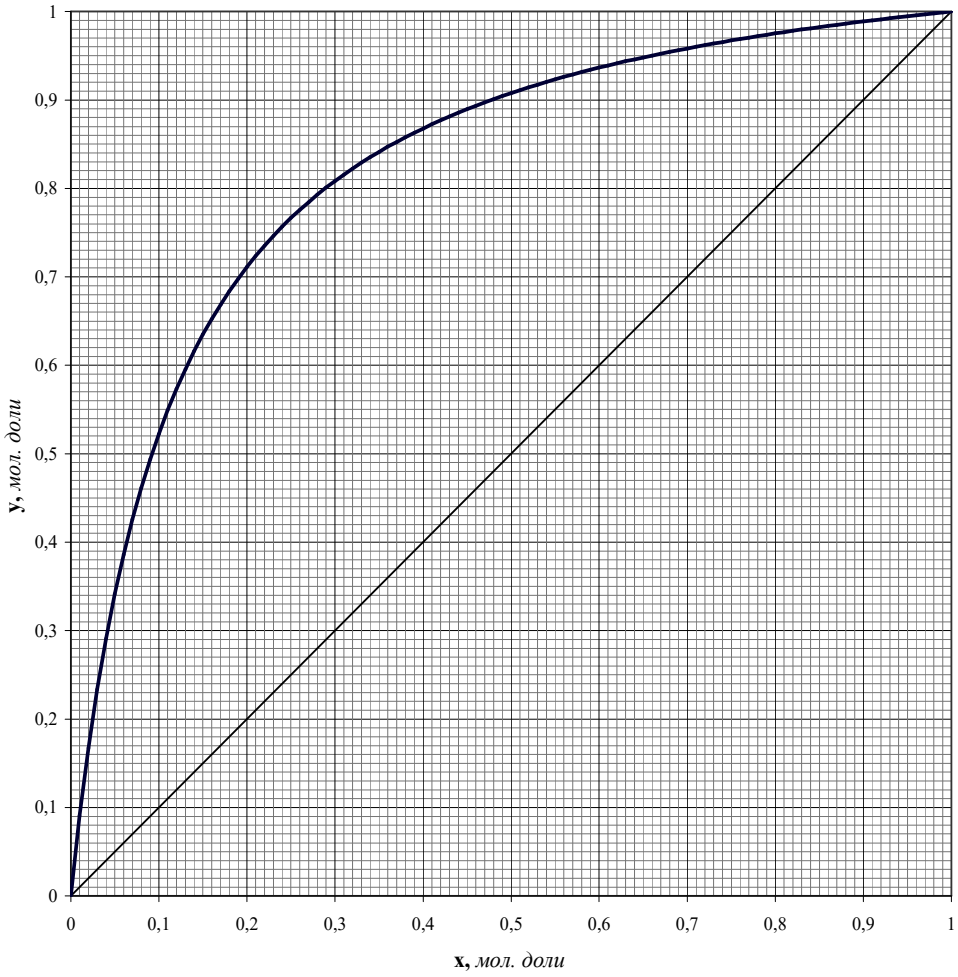
2) Расход и состав кубовой жидкости, если на орошение колонны поступает 3 т/ч флегмы.

3) Тепловую нагрузку дефлегматора, если температура кипения дистиллята составляет 36 °С.

4) Высоту колонны, построив кинетическую линию, считая КПД Мерфри постоянным и равным 60%, и приняв диаметр колонны равным 1,2 м, а расстояние между тарелками 0,5 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №34

Бинарную смесь ацетон-хлорбензол разделяют в насадочной колонне непрерывного действия при атмосферном давлении. В результате ректификации получают 5 т/ч дистиллята, содержащего 85 % масс. ацетона, и 25 т/ч кубовой жидкости, содержащей 5 % масс. ацетона. Колонна заполнена внавал керамическими кольцами Рашига размером 50×50×5 мм.

Определить:

1) Массовый расход и состав исходной смеси.

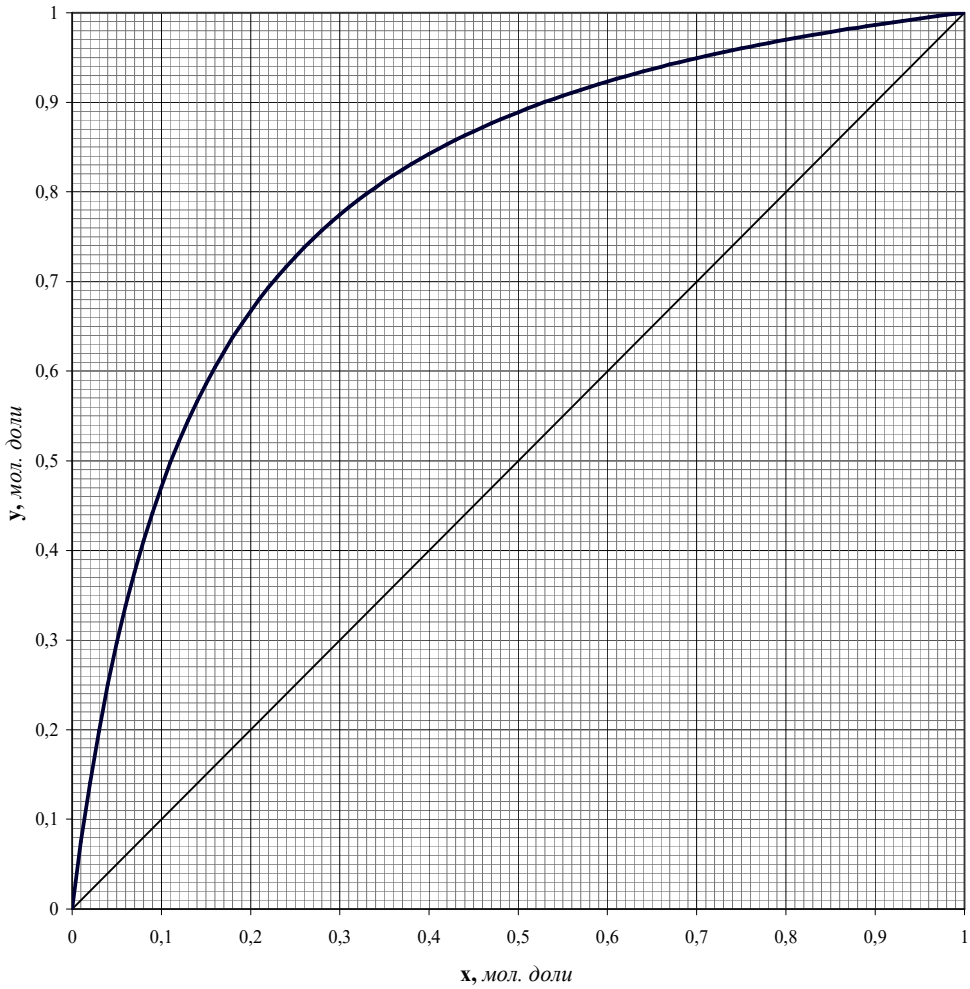
2) Минимальное флегмовое число и флегмовое число, если относительная летучесть компонентов постоянна и равна 8,01, а коэффициент избытка флегмы равен 2.

3) Диаметр колонны по её нижнему сечению, приняв температуру жидкости а в этом сечении равной 109 °С, а пара 129 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 2,7, для верхней части 2,1, а высота единицы переноса для нижней части 8,2 м, для верхней части 9,4 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



ЗАДАЧА №35

При ректификации 490 кмоль/ч бинарной смеси метанол-этанол получают 150 кмоль/ч дистиллята. Уравнение рабочей линии нижней (исчерпывающей) части колонны $y = 1{,}26 \cdot x - 0{,}035$. Относительная летучесть компонентов принять равной 1,58.

Определить:

1) Состав кубовой жидкости, число питания и флегмовое число, воспользовавшись уравнением рабочей линии.

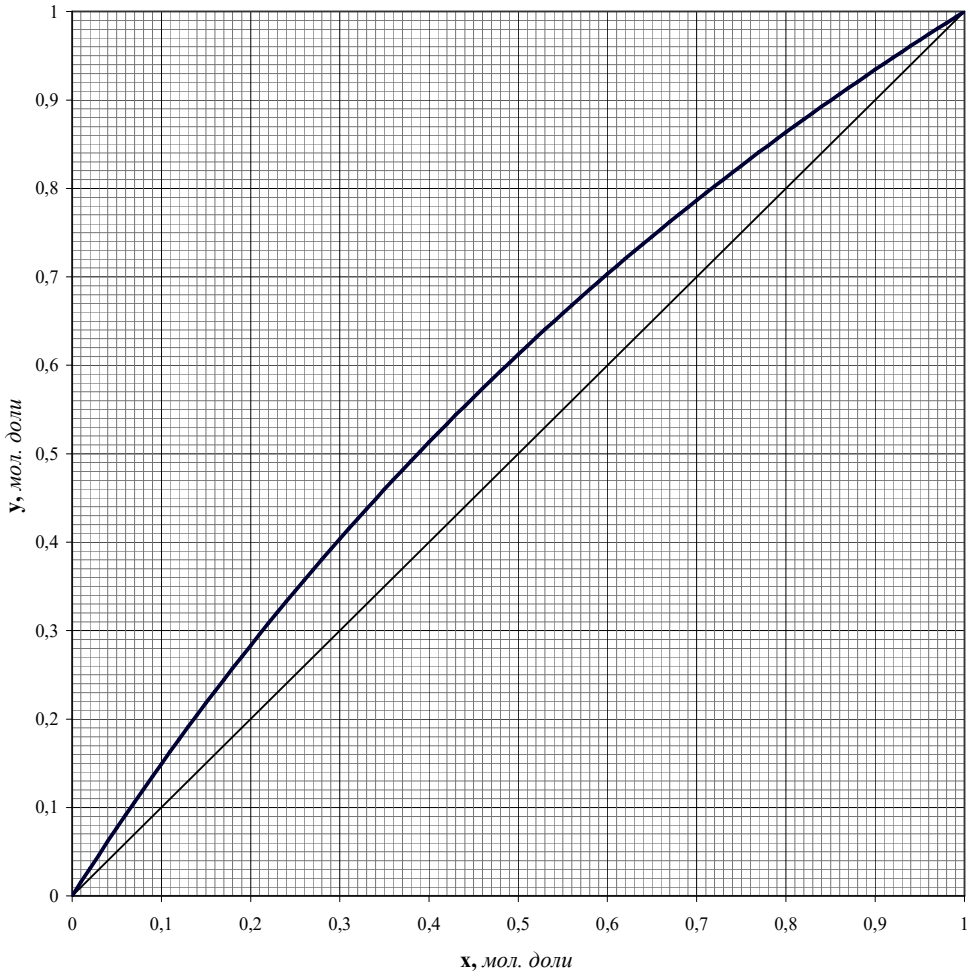
2) Состав дистиллята, если в исходной смеси содержится 30 % мол. метанола.

3) Тепловые нагрузки дефлегматора и кипятильника, пренебрегая потерями тепла, если дистиллят покидает колонну при температуре 65 °С, кубовая жидкость – при 76 °С, а исходная смесь поступает в колонну при 73 °С.

4) Высоту ректификационной колонны, если общее число единиц переноса составляет для нижней части 5,1, для верхней части 10,1, а высота единицы переноса для нижней части 2,2 м, для верхней части 1,4 м. Диаметр колонны 1,6 м.

5) Построить рабочие линии ректификационной колонны.

x,y диаграмма



4. Промежуточный контроль

4.1. ОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является **экзамен**.

ОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *к экзамену, зачету с оценкой – выбрать нужное* по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося*на экзамене, зачете с оценкой – выбрать нужное*

Оценка экзамена, зачета с оценкой	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине
«удовлетвори-тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
«неудовлетвори-тельно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий поданной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Разделы 1,2 (гидродинамические процессы и аппараты химической технологии; тепловые процессы и аппараты химической технологии).

Ответы на вопросы экзаменационного билета и решение экзаменационной задачи оцениваются из 40 баллов. Оценочные средства включают 50 экзаменационных билетов с теоретическими вопросами и задачами.

Экзаменационные билеты

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды?

2. Порядок расчёта поверхности теплопередачи теплообменников. Приведите соответствующие пояснения и обозначения, входящих в формулы величин.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие одноступенчатого центробежного насоса, сопоставив его с многоступенчатым центробежным насосом.

4. Определить высоту всасывающей линии, по которой из находящейся под атмосферным давлением ёмкости к центробежному насосу поступает вода со скоростью 1,5 м/с. Гидравлическое сопротивление всасывающей линии составляет 32 кПа. Вакуумметр, подключённый к всасывающей линии на одном уровне с насосом, показывает, что давление во всасывающей линии на 325 мм рт. ст. ниже атмосферного. Атмосферное давление 750 мм рт. ст.. Плотность воды 998,2 кг/м³.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Вывод уравнения неразрывности для неустановившегося потока жидкости.

2. Применение высокотемпературных промежуточных теплоносителей. Назовите области и способы их применения. Приведите примеры таких теплоносителей.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Плунжерный насос двойного действия подаёт воду по трубопроводу диаметром 20×2 мм. Диаметр плунжера насоса 100 мм, диаметр штока 10 мм, ход плунжера 200 мм. Частота вращения привода насоса 10 об/мин, объёмный КПД насоса 90 %. Определить потери напора в трубопроводе, если его длина 20 м. Коэффициент гидравлического трения принять равным 0,03, сумма коэффициентов местных сопротивлений 12. Температура воды 20 °С.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Вывод уравнения постоянства расхода для канала (трубопровода) с переменным поперечным сечением.

2. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в химической промышленности для отвода теплоты.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие поршневого насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Плунжерный насос двойного действия перекачивает 30 м³/ч воды при температуре 20 °С. Диаметр плунжера 200 мм при его ходе 250 мм, а диаметр штока 10 мм. Мощность на валу насоса 10 кВт, КПД насоса 50 %, а его объемный КПД 90 %. Определить напор насоса и число оборотов его вала в минуту.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Вывод уравнения Навье-Стокса для одномерного движения. Каков физический смысл слагаемых?

2. Назовите и сопоставьте друг с другом основные теплоносители, используемые в

химической промышленности для подвода теплоты.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Определить показание вакуумметра (в мм рт. ст.) установленного на центробежном насосе, перекачивающем жидкость с плотностью 930 кг/м³. Манометр, установленный на насосе, показывает давление 3,4 кгс/см². Вертикальное расстояние между манометром и вакуумметром 0,3 м. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы. Насос перекачивает жидкость из открытой емкости в аппарат, избыточное давление в котором 196 кПа. Геометрическая высота подъема жидкости 10 м. Потери напора 9 м.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Преобразование уравнений Навье-Стокса для покоящейся жидкости. (Уравнения Эйлера, основное уравнение гидростатики, закон Паскаля).

2. Как осуществляется отвод конденсата при использовании водяного пара в качестве теплоносителя? Каково назначение и принципы действия конденсатоотводчиков?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса двойного действия, сопоставив его с плунжерным насосом простого действия.

4. Определить производительность (в м³/час) центробежного насоса для перекачивания жидкости плотностью 916 кг/м³. Потребляемая насосом мощность 5,9 кВт; его КПД 73 %, показание вакуумметра, установленного на линии всасывания 450 мм рт. ст., показание манометра, установленного на линии нагнетания, 1,2 ати, расстояние между точками присоединения манометра и вакууметра 0,3 м. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для течения идеальной жидкости. Чем отличается идеальная жидкость от реальной?

2. Водяной пар как теплоноситель. Назовите области его применения, преимущества и недостатки перед другими теплоносителями. Какой пар и почему чаще используется в качестве теплоносителя – насыщенный или перегретый? Как определяется расход пара при заданной тепловой нагрузке?

3. Какие вы знаете насосы объемного типа? Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них.

4. В емкость, находящуюся под давлением 1,5 ати на высоте 10 м, перекачивается 28 т/ч жидкости плотностью 916 кг/м³ с помощью монтежю. Диаметр трубопровода 74×3 мм, его длина 56 м. Сумма коэффициентов местных сопротивлений 25, а коэффициент трения 0,02. Определить избыточное давление в монтежю.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера равновесия жидкости.

2. Каковы достоинства и недостатки использования топочных газов в качестве теплоносителей для подвода тепла?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие шестеренчатого насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. По трубопроводу диаметром 108×4 мм и длиной 200 м течет 25 м³/ч жидкости с плотностью 900 кг/м³. Сумма коэффициентов местных сопротивлений 30, коэффициент гидравлического трения принять равным 0,0253. Геометрическая высота подачи жидкости 10 м. Определить потерянный напор и показание манометра на входе в трубопровод, если на выходе жидкость находится под атмосферным давлением.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

1. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной жидкости. Каков его энергетический смысл?

2. Как определяется количество теплоты, передаваемой лучеиспусканием при взаимном излучении двух тел?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.

4. Центробежный насос перекачивает 30 м³/ч жидкости плотностью 996 кг/м³ по трубопроводам диаметром 96×3 мм из емкости с давлением 1 кгс/см² в емкость с давлением 2,5 кгс/см². Геометрическая высота подачи жидкости 15 м, потери напора в линии нагнетания 5 м, в линии всасывания 0,5 м. Давление насыщенного пара воды 32 мм рт. ст. Кавитационный запас насоса 2,2 м. Определить допустимую высоту всасывания и напор при допустимой высоте всасывания.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Приведите примеры практического использования этого уравнения.

2. Определение потерь тепла стенками аппаратов в окружающую среду.

3. Насосы для перекачки химически агрессивных жидкостей. Изобразите схему устройства и опишите действие одного из них (по выбору).

4. Насос перекачивает 40 м³/ч жидкости с плотностью 1000 кг/м³ из открытой емкости. Показание манометра, установленного на нагнетательной линии 4 кгс/см², показание вакуумметра на всасывающей линии 0,5 кгс/см². Расстояние между манометром и вакуумметром 0,4 м. Потери напора во всасывающей линии 0,5 м. Диаметр трубопроводов 96×3 мм. Определить напор насоса и высоту всасывания.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

1. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Опишите особенности движения реальной жидкости. Приведите вид уравнения Бернулли для реальной

жидкости. Каков его энергетический смысл?

2. Как определяется количество теплоты, передаваемой лучеиспусканием при взаимном излучении двух тел?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.

4. Какое избыточное давление надо создать в монтежю, если требуется подать 9 т/ч жидкости с плотностью 916 кг/м³, в аппарат, где имеется разрежение, равное 0,6 ати. Монтежю находится на 15 м ниже аппарата. Диаметр, трубопровода 42×2 мм, а сумма коэффициентов сопротивления трубопровода (местных и трения) равна 45.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

1. Вывод уравнения, представляющего энергетический баланс движения идеальной жидкости. Каков физический смысл слагаемых этого уравнения?

2. Взаимное излучение тел. Как определяется коэффициент взаимного излучения?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного и осевого (пропеллерного) насосов; сопоставьте их и назовите преимущественные области применения.

4. На какую высоту насос может подать 9,6 т/ч жидкости с плотностью 1100 кг/м³ из открытого резервуара в емкость, работающую под избыточным давлением 2,1 ати. Коэффициент гидравлического трения принять равным 0,021, а сумму коэффициентов местных сопротивлений 16. Длина трубопровода 25 м, его диаметр 42×2 мм. Полезная мощность насоса 0,928 кВт.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12

1. Вывод уравнения для распределения скорости по радиусу трубы при стационарном ламинарном течении.

2. Графически изобразите зависимости коэффициента теплоотдачи при кипении от разности температур между стенкой и кипящей жидкостью и от удельной тепловой нагрузки. Опишите основные режимы кипения.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие монтежю, сопоставив его с насосами других типов и назвав области применения.

4. Центробежный насос перекачивает жидкость плотностью 1100 кг/м³ по трубопроводу диаметром 42×2 мм мм со скоростью 3,32 м/с. Манометр, установленный на нагнетательном патрубке, показывает 3,24 ати, а вакуумметр на линии всасывания, расположенный на уровне манометра, показывает 450 мм рт. ст. Определить мощность на валу насоса, если его КПД составляет 80 %.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13

1. Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.

2. Вывод уравнения для расчета средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.

3. Приведите схему устройства любого известного вам смесительного теплообменника.

4. Насос перекачивает 10 т/ч горячей воды из открытой ёмкости. Плотность воды 983 кг/м³, давление паров воды 149,4 мм рт. ст. Атмосферное давление 9,8 м. Кавитационный запас насоса 1,95 м. Потери напора во всасывающей линии 0,4 м. Диаметр трубопровода 56×3 мм. Определить высоту всасывающей линии.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14

1. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. От чего зависит величина коэффициента трения?

2. Вывод уравнения для расчета средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей вдоль поверхности теплообмена.

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия оросительных холодильников. Укажите их достоинства и недостатки.

4. Определить максимальную высоту установки центробежного насоса над уровнем жидкости в открытой ёмкости при подаче 75 м³/ч воды при 20 °С в следующих условиях: барометрическое давление 735 мм рт. ст.; давление насыщенных паров воды 17,54 мм рт. ст., кавитационный запас 0,11 ат; диаметр всасывающего трубопровода 108×4 мм; сумма всех коэффициентов сопротивлений (трения и местных) равна 9.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15

1. Определение гидравлического сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Как определяются потери напора на трение при турбулентном движении?

2. Вывод уравнения аддитивности термических сопротивлений при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки.

3. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

4. Центробежный насос подает 17,5 м³/ч жидкости плотностью 1100 кг/м³ из открытого резервуара в колонну высотой 5,8 м по трубопроводу с внутренним диаметром 44 мм. Колонна работает под избыточным давлением 1,1 ати. Коэффициент гидравлического трения составляет 0,02, сумма коэффициентов местных сопротивлений 35, длина трубопровода 25 м. Манометр, установленный на нагнетательном патрубке насоса показывает давление 3,7 ати. Вычислить показания вакуумметра (в мм рт.ст.), установленного на всасывающем патрубке (на уровне манометра).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №16

1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.

2. Вывод уравнений теплопроводности через цилиндрические стенки для стационарного процесса. При каких условиях можно практически пренебречь кривизной цилиндрической стенки, сведя задачу к теплопроводности через плоскую стенку?

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия погружных (змеевиковых) теплообменников. Укажите их достоинства и недостатки, области применения.

4. Центробежный насос перекачивает 30 т/ч воды из открытого колодца на высоту 8 м в аппарат, давление в котором 4 ати по манометру. Диаметр трубопровода 108×4 мм, а длина 30 м. Коэффициент гидравлического трения в трубопроводе 0,02, сумма коэффициентов местных сопротивлений 35. Полный КПД насоса 0,6. Определить напор и мощность на валу насоса.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №17

1. Расчет потери давления в трубопроводах на трение и местные сопротивления. Приведите формулы, необходимые при таком расчете.

2. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.

3. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?

4. Мощность на валу насоса 2,38 кВт, КПД насоса 0,8. На какую высоту насос сможет подать 18,18 м3/ч жидкости плотностью 1100 кг/м3 по трубопроводу диаметром 48×3 мм, если известно, что перепад давлений между исходной и конечной ёмкостями составляет 1,1 ат, а сумму коэффициентов сопротивлений в трубопроводе (местных и трения) принять равной 31?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №18

1. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах.

2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа).

3. Изобразите схему устройства спирального теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.

4. Определить геометрическую высоту подъема воды поршневым насосом, если

разрежение в цилиндре насоса при всасывании равно 400 мм рт. ст., а давление в цилиндре насоса при нагнетании равна 10 ат. избыточных. Давление, теряемое на создание скоростного напора и на преодоление всех сопротивлений на трубопроводе, равно 39200 Па. Давления над уровнем жидкости в приёмном и напорном резервуарах равны. Нагнетательный и всасывающий патрубки насоса находятся на одном уровне. Определить также полезную мощность насоса, если объёмная подача составляет 90 $м^3$/час.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №19

1. Что такое гидравлический радиус и эквивалентный диаметр? Расчет эквивалентного диаметра в канале с некруглым поперечным сечением. Приведите примеры.

2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для неустановившегося процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа). Каковы размерность и физический смысл коэффициента теплопроводности?

3. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубчатый теплообменник.

4. В проточном реакторе с мешалкой происходит экзотермическая химическая реакция, в результате которой выделяется 80 кВт тепловой энергии. Для охлаждения реакционной смеси используется змеевик, по которому движется охлаждающая вода. Реакционная смесь подаётся в реактор с расходом 2 т/ч при температуре 80 °С, продукты реакции покидают реактор при температуре 50 °С. Охлаждающая вода нагревается в змеевике от 20 до 30 °С. Определить поверхность змеевика и расход охлаждающей воды, приняв теплоёмкость реакционной смеси и продуктов реакции равной 2 кДж/(кг·К), а коэффициент теплопередачи равным 200 Вт/($м^2$·К).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №20

1. Что такое «гидравлическая гладкость» при течении жидкостей по трубопроводам? Каковы условия, в которых она проявляется?

2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена, описывающего распределение температур в движущейся жидкости для нестационарного процесса.

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника ""труба в трубе"". Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.

4. На наружной поверхности змеевика, изготовленного из трубы диаметром 20×2 мм и длиной 10 м, происходит конденсация насыщенного водяного пара. Внутри змеевика движется охлаждающая вода, нагреваясь от 20 до 80 °С. Определить расход пара, если его температура 120 °С, удельная теплота конденсации 2200 кДж/кг, а коэффициент теплопередачи от пара к воде 500 Вт/($м^2$·К).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №21

1. Как влияет температура перекачиваемой жидкости на предельную высоту всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчёта высоты всасывания.

2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа.

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубчатым теплообменником.

4. Нагреваемая жидкость входит в теплообменник с температурой 25ºС. Обогрев производится глухим насыщенным водяным паром с температурой 120ºС. Разность температур теплоносителей на входе в 4 раза больше, чем на выходе. Тепловой поток в теплообменнике Q = 1 МВт. Коэффициент теплопередачи 600 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №22

1. Полезная и потребляемая мощность насоса. Коэффициент полезного действия насоса и его составляющие, поясните физический смысл каждого из них. Приведите с необходимыми пояснениями формулу для расчета мощности двигателя насоса.

2. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.

3. Приведите схемы обогрева аппаратов «острым» и «глухим» паром.

4. В трубном пространстве кожухотрубного теплообменника при кипении испаряется вода под давлением 760 мм рт. ст. В межтрубное пространство поступает жидкость с температурой 130ºС и выходит с температурой 110ºС, её расход 8 кг/с, её теплоемкость 3,5 кДж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи 600 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи и расход пара воды, если её удельная теплота испарения 2260 кДж/кг.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №23

1. Характеристика центробежного насоса и характеристика сети. Покажите, как определяется напор и мощность насоса при работе его на данную сеть.

2. Выведите уравнение, связывающее коэффициент теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи при теплопередаче с постоянными температурами теплоносителей для плоской стенки. Какова размерность и каков физический смысл этих коэффициентов?

3. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.

4. В теплообменнике подогревается 10 т/ч жидкости с теплоемкостью 3,9 кДж/(кг·К) от начальной температуры 20 °С глухим насыщенным водяным паром с температурой 120 °С. Расход греющего пара 0,35 кг/с, его удельная теплота конденсации 2207 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи 550 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №24

1. Изобразите графически и сопоставьте зависимости между производительностью и напором центробежнного и поршневого насоса.

2. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.

3. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе») теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.

4. Жидкость нагревается в теплообменнике глухим насыщенным паром с температурой 120 °С. Средняя разность температур теплоносителей 50 К. Разность температур теплоносителей на входе в 4 раза больше, чем на выходе. Определить начальную и конечную температуры нагреваемой жидкости.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №25

1. Рабочие характеристики центробежного и поршневого насосов, соспоставьте эти насосы по производительности, напору и КПД.

2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа.

3. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.

4. Бензол в количестве 2 т/ч подогревается в теплообменном аппарате от 20 °С до 60 °С. Нагрев осуществляется водяным паром с температурой 132 °С и удельной теплотой парообразования 2208 кДж/кг. Теплоёмкость бензола в указанном интервале температур составляет 1980 Дж/(кг·К). Диамтер стальных труб теплообменного аппарата 25×2 мм. Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке 3520 Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от стенки к бензолу 870 Вт/(м²·К), теплопроводность стали 50 Вт/(м·К). Определить необходимую поверхность теплообменного аппарата и расход греющего пара.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №26

1. Закон внутреннего трения Ньютона, приведите его вид с необходимыми пояснениями. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости.

2. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.

3. Какие Вы знаете конструкции теплообменников с компенсацией температурных удлинений труб и кожуха. Изобразите любую конструкцию по вашему выбору.

4. Необходимо нагреть этанол (теплоёмкость 1120 Дж/(кг·К)) с расходом 5 т/ч от 10 °С до 45 °С. Нагрев осуществляется этилбензолом (теплоёмкость 1890 Дж/(кг·К),

плотность 1240 кг/м³), имеющим начальную температуру 80 °С и расход 3 м³/ч. Коэффициент теплопередачи 430 Вт/(м²·К). Определить требуемую поверхность теплообменника.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №27

1. Расчет диаметра трубопровода, выбор расчетных скоростей потока и примерные численные их значения для капельных жидкостей, газов, паров.

2. Потенциал переноса энергии и массы. Вывод уравнения переноса.

3. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?

4. При температуре 80 °С происводится конденсация пара бензола в количестве 676 кг/ч (удельная теплота парообразования 394 кДж/кг). Отвод тепла осуществляется водой, нагревающейся от 8 °С до 17 °С. Коэффициент теплопередачи равен 915 Вт/(м²·К). Найти необходимый расход охлаждающей воды, а также определить, возможно ли проведение данного процесса в теплообменнике с площадью поврехности теплопередачи 1,4 м².

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №28

1. Проведите подобное преобразование уравнений Навье-Стокса для неустановившегося течения с получением обобщенных переменных (критериев гидродинамического подобия). Каков общий вид критериального уравнения применительно к задаче определения потерь напора (давления)?

2. Уравнения тепловых балансов при изменении и без изменения фазового состояния систем.

3. Приведите схемы обогрева аппаратов «острым» и «глухим» паром.

4. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары органической жидкости в количестве 766 кг/ч без охлаждения образующегося конденсата. Теплота парообразования жидкости 394 кДж/кг. Отвод тепла производится водой, которая нагревается 20 °С до 40 °С. Коэффициент теплопередачи составляет 223 Вт/(м²·К); коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке 500 Вт/(м²·К), а от стенки к воде 2000 Вт/(м²·К). Определить расход охлаждающей воды и среднюю толщину накипи на стенках трубок, если коэффициент теплопроводности накипи 1 Вт/(м·К), а коэффициент теплопроводности стали, и которой изготовлены трубы, 46,5 Вт/(м·К). Толщина стенки труб 2 мм. Теплоёмкость воды считать независящей от температуры. Потерями тепла пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №29

1. Вывод уравнения для расчета коэффициента гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.

2. Температурное поле и температурный градиент.

3. Изобразите схему устройства кожухотрубного и двухтрубного («труба в трубе»)

теплообменников. Сопоставьте достоинства и недостатки этих аппаратов и назовите области их применения.

4. В холодильнике требуется охладить 2057 кг/ч азотной кислоты от температуры 105 °С до температуры 28 °С. Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник с температурой 18 °С и уходящей из него с температурой 25 °С. Теплоёмкость кислоты 2,94 кДж/(кг·К). Коэффициенты теплоотдачи: от кислоты к стенке аппарата 400 Вт/(м²·К), от стенки аппарата к воде 500 Вт/(м²·К). Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений составляет 0,00136 м²·К/Вт. Потерями тепла пренебречь. Определить расход охлаждающей воды и поверхность теплопередачи.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №30

1. Проведите подобное преобразование уравнений Навье-Стокса для установившегося течения с получением обобщенных переменных (критериев гидродинамического подобия).

2. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?

3. Изобразите схему устройства кожухотрубного теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.

4. В теплообменнике поверхностью 1,2 м² нагревается 850 кг/ч жидкости от 25 °С до 55 °С (теплоёмкость жидкости 2 кДж/(кг·К)). Нагревание производится горячей жидкостью с теплоёмкостью 3 кДж/(кг·К). Начальная температура горячей жидкости 85 °С, конечная 55 °С. Найти расход нагревающей жидкости и коэффициент теплоотдачи от нагревающей жидкости к стенке, если коэффициент теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости равен 500 Вт/(м²·К). Термическим сопротивлением стенки, потерями теплоты в окружающую среду и влиянием температуры на теплоёмкость жидкостей пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №31

1. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчета напора проектируемого к установке насоса.

2. Физический смысл тепловых критериев Нуссельта и Прандтля. Назовите примерные численные значения критерия Прандтля для газов и капельных жидкостей.

3. Какие Вы знаете конструкции теплообменников с компенсацией температурных удлинений труб и кожуха. Изобразите любую конструкцию по вашему выбору.

4. В кожухотрубчатом теплообменнике при повышенном давлении конденсируются пары аммиака при температуре 30 °С. Расход амммиака 2200 кг/ч. Теплота конденсации аммиака 1146 кДж/кг. Конденсация производися водой, которая нагревается от 10 °С до 20 °С. Определить расход охлаждающей воды и поврехность теплопередачи теплообменника. Коэффициенты теплоотдачи от аммиака к стенке 2550 Вт/(м²·К), от стенки к воде 1800 Вт/(м²·К). Диаметр труб 25×2 мм. Термическое сопротивление загрязнений стенок 0,0004 м²·К/Вт. Коэффициент теплоотдачи стенок труб 17,5 Вт/(м·К). Потерями тепла пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №32

1. Подобное преобразование уравнений Навье-Стокса. Физический смысл критериев подобия.

2. Механизмы переноса энергии в форме теплоты в жидкостях и газах. Феноменологический закон переноса энергии Фурье.

3. Изобразите любую конструкцию многоходового кожухотрубного теплообменника. Чем отличаются одноходовые теплообменники от многоходовых?

4. В кожухотрубном кипятильнике в трубах кипит толуол при температуре 110 °С. В межтрубном пространстве конденсируется водяной пар при температуре 120 °С. Определить поверхность теплопередачи и расход образующихся паров толуола (кг/час), если расход пара составляет 468 кг/ч, его удельная теплота парообразования 2208 кДж/кг, коэффициент теплопередачи 495 Вт/(м²·К), а удельная теплота парообразования толуола 362 кДж/кг. Потери теплоты в окружающую среду принять равными 4 % от полезного расхода теплоты.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №33

1. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчёта напора действующего насоса.

2. Взаимное направление движения теплоносителей. Сравнение прямотока с противотоком.

3. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

4. В холодильнике типа "труба в трубе" охлаждается кислота в количестве 468 кг/ч от температуре 120 °С до 40 °С. Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник с температурой 15 °С. Теплоёмкость кислоты 3,35 кДж/(кг·К). Разность температур между теплоносителями на входе кислоты в аппарат составляет 75 °С. Определить поверхность холодильника, а также расход воды. Принять коэффициент теплопередачи равным 200 Вт/(м²·К). Потерями тепла пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №34

1. Вывод формулы для расчета высоты всасывания насоса. От каких факторов зависит допустимая высота всасывания насосов? Ответ обоснуйте анализом формулы для расчета высоты всасывания.

2. Напишите уравнения теплопередачи и теплоотдачи. Что является движущими силами этих процессов? Каковы размерности и физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи?

3. Изобразите многоходовой по межтрубному пространству кожухотрубчатый теплообменник.

4. В кожухотрубном теплообменнике конденсируется насыщенный пар бензола в количестве 10 т/ч без охлаждения конденсата. Температура кипения бензола при условиях в аппарате 80 °С, теплоёмкость жидкого бензола 2,5 кДж/(кг·К), энтальпия паров 594 кДж/кг. Отвод тепла осуществляется водой, нагревающейся от 20 °С до 40 °С. Коэффициент теплопередачи составляет 580 Вт/(м²·К). Определить площадь поверхности теплопередачи и объёмный расход воды (м³/ч). Потерями тепла пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №35

1. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчёта напора действующего насоса.

2. Опишите молекулярный механизм переноса энергии. Приведите уравнение для удельного потока теплоты.

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия теплообменника ""труба в трубе"". Сопоставьте эти теплообменники с кожухотрубными.

4. Определить геометрическую высоту подъема воды поршневым насосом, если разрежение в цилиндре насоса при всасывании равно 400 мм рт. ст., а давление в цилиндре насоса при нагнетании равна 10 ат. избыточных. Давление, теряемое на создание скоростного напора и на преодоление всех сопротивлений на трубопроводе, равно 39200 Па. Давления над уровнем жидкости в приёмном и напорном резервуарах равны. Нагнетательный и всасывающий патрубки насоса находятся на одном уровне. Определить также полезную мощность насоса, если объёмная подача составляет 90 м3/час.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №36

1. Вывод уравнения неразрывности для неустановившегося потока жидкости.

2. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при принудительной конвекции без изменения агрегатного состояния. Приведите выражения соответствующих обобщенных переменных (критериев подобия).

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия пластинчатого теплообменника для жидкостей. Сопоставьте достоинства и недостатки этого аппарата с кожухотрубчатым теплообменником.

4. В проточном реакторе с мешалкой происходит экзотермическая химическая реакция, в результате которой выделяется 80 кВт тепловой энергии. Для охлаждения реакционной смеси используется змеевик, по которому движется охлаждающая вода. Реакционная смесь подаётся в реактор с расходом 2 т/ч при температуре 80 °С, продукты реакции покидают реактор при температуре 50 °С. Охлаждающая вода нагревается в змеевике от 20 до 30 °С. Определить поверхность змеевика и расход охлаждающей воды, приняв теплоёмкость реакционной смеси и продуктов реакции равной 2 кДж/(кг·К), а коэффициент теплопередачи равным 200 Вт/(м²·К).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №37

1. Вывод уравнения Навье-Стокса для одномерного движения. Каков физический смысл слагаемых?

2. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции? Опишите, как получено выражение для критерия Грасгофа (с необходимыми пояснениями и обозначениями входящих в него величин).

3. Изобразите схему устройства спирального теплообменника. Укажите достоинства и недостатки этого аппарата.

4. На наружной поверхности змеевика, изготовленного из трубы диаметром 20×2 мм и длиной 10 м, происходит конденсация насыщенного водяного пара. Внутри змеевика движется охлаждающая вода, нагреваясь от 20 до 80 °С. Определить расход пара, если его температура 120 °С, удельная теплота конденсации 2200 кДж/кг, а коэффициент теплопередачи от пара к воде 500 Вт/(м²·К).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №38

1. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для течения идеальной жидкости. Чем отличается идеальная жидкость от реальной?

2. Как и почему влияет гидродинамический режим течения жидкости в трубе на коэффициент теплоотдачи? Изобразите и поясните примерные профили изменения скорости и температуры в поперечном сечении трубы при ламинарном и при турбулентном режимах.

3. Объясните принцип действия конденсатоотводчика. Приведите схему устройства.

4. Нагреваемая жидкость входит в теплообменник с температурой 25ºС. Обогрев производится глухим насыщенным водяным паром с температурой 120ºС. Разность температур теплоносителей на входе в 4 раза больше, чем на выходе. Тепловой поток в теплообменнике Q = 1 МВт. Коэффициент теплопередачи 600 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №39

1. Вывод уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Приведите примеры практического использования этого уравнения.

2. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия оросительных холодильников. Укажите их достоинства и недостатки.

4. В трубном пространстве кожухотрубного теплообменника при кипении испаряется вода под давлением 760 мм рт. ст. В межтрубное пространство поступает жидкость с температурой 130ºС и выходит с температурой 110ºС, её расход 8 кг/с, её теплоемкость 3,5 кДж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи 600 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи и расход пара воды, если её удельная теплота испарения 2260 кДж/кг.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №40

1. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера равновесия жидкости.

2. Определение температуры стенок теплообменных аппаратов. Для каких целей требуется знать температуры стенок в ходе расчета теплообменных аппаратов?

3. Изобразите схему устройства и опишите принцип действия погружных (змеевиковых) теплообменников. Укажите их достоинства и недостатки, области применения.

4. В теплообменнике подогревается 10 т/ч жидкости с теплоемкостью 3,9 кДж/(кг·К) от начальной температуры 20 °С глухим насыщенным водяным паром с температурой 120 °С. Расход греющего пара 0,35 кг/с, его удельная теплота конденсации 2207 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи 550 Вт/(м²·К). Определить поверхность теплопередачи.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №41

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды?

2. Теплоотдача при конденсации (описание процесса). Что такое пленочная и капельная конденсация? От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи при конденсации.

3. Приведите схему устройства любого известного вам смесительного теплообменника.

4. Жидкость нагревается в теплообменнике глухим насыщенным паром с температурой 120 °С. Средняя разность температур теплоносителей 50 К. Разность температур теплоносителей на входе в 4 раза больше, чем на выходе. Определить начальную и конечную температуры нагреваемой жидкости.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №42

1. Вывод уравнения для расчета коэффициента гидравлического трения при ламинарном движении жидкости в трубе круглого поперечного сечения.

2. Теплоотдача при кипении (описание процесса). Общий вид уравнений для определения коэффициента теплоотдачи при кипении.

3. Изобразите известные вам схемы устройства градирен. Для чего они используются?

4. Бензол в количестве 2 т/ч подогревается в теплообменном аппарате от 20 °С до 60 °С. Нагрев осуществляется водяным паром с температурой 132 °С и удельной теплотой парообразования 2208 кДж/кг. Теплоёмкость бензола в указанном интервале температур составляет 1980 Дж/(кг·К). Диаметр стальных труб теплообменного аппарата 25×2 мм.

Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке 3520 Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от стенки к бензолу 870 Вт/(м²·К), теплопроводность стали 50 Вт/(м·К). Определить необходимую поверхность теплообменного аппарата и расход греющего пара.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №43

1. Охарактеризуйте ламинарное и турбулентное течения. Общие характеристики турбулентного течения. Изобразите, поясните и сопоставьте профили скоростей в трубопроводе при турбулентном и ламинарном режимах.

2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие центробежного насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Необходимо нагреть этанол (теплоёмкость 1120 Дж/(кг·К)) с расходом 5 т/ч от 10 °С до 45 °С. Нагрев осуществляется этилбензолом (теплоёмкость 1890 Дж/(кг·К), плотность 1240 кг/м³), имеющим начальную температуру 80 °С и расход 3 м³/ч. Коэффициент теплопередачи 430 Вт/(м²·К). Определить требуемую поверхность теплообменника.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №44

1. Принципы измерения скоростей и расходов жидкостей в трубопроводах, основанные на определении перепада давления.

2. Вывод дифференциального уравнения конвективного теплообмена, описывающего распределение температур в движущейся жидкости для нестационарного процесса.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие поршневого насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. При температуре 80 °С производится конденсация пара бензола в количестве 676 кг/ч (удельная теплота парообразования 394 кДж/кг). Отвод тепла осуществляется водой, нагревающейся от 8 °С до 17 °С. Коэффициент теплопередачи равен 915 Вт/(м²·К). Найти необходимый расход охлаждающей воды, а также определить, возможно ли проведение данного процесса в теплообменнике с площадью поверхности теплопередачи 1,4 м².

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №45

1. Приведите с необходимыми пояснениями расчетную формулу для определения потерь давления (напора) при течении жидкостей через трубопроводы и каналы. От чего зависит величина коэффициента трения?

2. Вывод уравнений теплопроводности через цилиндрические стенки для стационарного процесса. При каких условиях можно практически пренебречь кривизной цилиндрической стенки, сведя задачу к теплопроводности через плоскую стенку?

3. Насосы для перекачки химически агрессивных жидкостей. Изобразите схему

устройства и опишите действие одного из них (по выбору).

4. В кожухотрубчатом теплообменнике конденсируются пары органической жидкости в количестве 766 кг/ч без охлаждения образующегося конденсата. Теплота парообразования жидкости 394 кДж/кг. Отвод тепла производится водой, которая нагревается 20 °С до 40 °С. Коэффициент теплопередачи составляет 223 Вт/(м²·К); коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке 500 Вт/(м²·К), а от стенки к воде 2000 Вт/(м²·К). Определить расход охлаждающей воды и среднюю толщину накипи на стенках трубок, если коэффициент теплопроводности накипи 1 Вт/(м·К), а коэффициент теплопроводности стали, и которой изготовлены трубы, 46,5 Вт/(м·К). Толщина стенки труб 2 мм. Теплоёмкость воды считать независящей от температуры. Потерями тепла пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №46

1. Определение гидравлического сопротивления в трубопроводах и аппаратах. Как определяются потери напора на трение при турбулентном движении?

2. Вывод уравнений теплопроводности через однослойные и многослойные плоские стенки для стационарного процесса. Изобразите графически профили изменения температуры по толщине таких стенок, различающихся коэффициентами теплопроводности.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Определить показание вакуумметра (в мм рт. ст.) установленного на центробежном насосе, перекачивающем жидкость с плотностью 930 кг/м³. Манометр, установленный на насосе, показывает давление 3,4 кгс/см². Вертикальное расстояние между манометром и вакуумметром 0,3 м. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы. Насос перекачивает жидкость из открытой емкости в аппарат, избыточное давление в котором 196 кПа. Геометрическая высота подъема жидкости 10 м. Потери напора 9 м.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №47

1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.

2. Перенос тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи. Подобное преобразование дифференциального уравнения конвективного теплообмена Фурье-Кирхгофа. Критерии Фурье, Нуссельта, Пекле, Прандтля.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие шестеренчатого насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Насос перекачивает воду с расходом 10 т/ч, из открытой ёмкости к колонну, работающую при давлении 3 ати. Геометрическая высота подъёма жидкости 13 м.

Диаметр трубопровода 56×3 мм, его длина 30 м. Сумма коэффициентов местных сопротивлений 17, а коэффициент гидравлического трения 0,03. Определить потребляемую мощность насоса, если полный КПД насоса 61 %.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №48

1. Напор насоса, его энергетический смысл. Вывод формулы для расчета напора проектируемого к установке насоса.

2. Каков общий вид критериального уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции? Опишите, как получено выражение для критерия Грасгофа (с необходимыми пояснениями и обозначениями входящих в него величин).

3. Изобразите схему устройства и опишите действие плунжерного насоса двойного действия, сопоставив его с плунжерным насосом простого действия.

4. "Центробежный насос имеет следующие параметры:

Q, л/с	0	5	10	15	20	25	30
H, м	37	37,3	37,1	36,2	34,8	32,2	28,6

Возможно, ли перекачать данным насосом жидкость плотностью 900 кг/м³ с расходом 55 т/ч из ёмкости с избыточным давлением 0,3 ати в колонну, давление в которой 2,1 ати. Высота подъёма воды 8 м. Диаметр трубопровода 123×8 мм, полный коэффициент сопротивления для него 34,8.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №49

1. Вывод уравнения неразрывности. Какой вид имеет это уравнение при стационарном течении несжимаемой среды?

2. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу процесса. В каких случаях средняя движущая сила не зависит от взаимного направления потоков?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие осевого (пропеллерного) насоса, сопоставив его с насосами других типов.

4. Определить производительность (в м³/час) центробежного насоса для перекачивания жидкости плотностью 916 кг/м³. Потребляемая насосом мощность 5,9 кВт; его КПД 73 %, показание вакуумметра, установленного на линии всасывания 450 мм рт. ст., показание манометра, установленного на линии нагнетания, 1,2 ати, расстояние между точками присоединения манометра и вакуумметра 0,3 м. Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №50

1. Приведите и поясните графическую зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса и шероховатости стенки трубопровода при различных режимах течения жидкости.

2. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности для установившегося

процесса (из уравнения Фурье-Кирхгофа).

3. Изобразите схему устройства и опишите действие мембранного (диафрагмового) поршневого насоса, назвав области его применения.

4. В емкость, находящуюся под давлением 1,5 ати на высоте 10 м, перекачивается 28 т/ч жидкости плотностью 916 кг/м³ с помощью монтежю. Диаметр трубопровода 74×3 мм, его длина 56 м. Сумма коэффициентов местных сопротивлений 25, а коэффициент трения 0,02. Определить избыточное давление в монтежю.

Раздел 3,4 (процессы и аппараты разделения гомогенных систем; процессы и аппараты разделения гетерогенных систем)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.

2. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Как рассчитать потерю давления в псевдоожиженном слое?

3. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.

4. Определить необходимую поверхность насадки в насадочном абсорбере, в котором поглощается компонент (газ) из его смеси с азотом чистой водой. Расход воды, орошающей колонну, составляет 10 м^3/ч. Концентрация извлекаемого газа в вытекающей из абсорбера воде 0,05 кг газа/кг воды. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице геометрической поверхности насадки, составляют соответственно:

$$\beta_y = 20\,\frac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}} \quad \text{и} \quad \beta_x = 40\,\frac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}}.$$

Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы, ΔYср = 0,01 $\frac{кг\ газа}{кг\ азота}$, а уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 1{,}2 \cdot \overline{X}$, где [$\overline{Y}^*$] = $\frac{кг\ газа}{кг\ азота}$ и [$\overline{X}$] = $\frac{кг\ газа}{кг\ воды}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.

2. Охарактеризовать состояние зернистого слоя в зависимости от скорости восходящего потока газа или жидкости. Сопроводить ответ графическими изображениями зависимостей потери давления и высоты слоя от скорости потока.

3. Распылительные абсорберы. Описать принцип действия, достоинства, недостатки.

4. Определить необходимую поверхность насадки в насадочном абсорбере, в котором поглощается компонент (газ) из его смеси с азотом чистой водой. Расход воды, орошающей колонну, составляет 5 м3/час. Концентрация извлекаемого газа в вытекающей

из абсорбера воде 0,02 кг газа/кг воды. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице поверхности насадки, составляют соответственно:

$\beta_y = 20 \dfrac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}}$ и $\beta_x = 30 \dfrac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}}$.

Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы $\Delta\overline{Y} = 0,01 \frac{кг\ газа}{кг\ азота}$, а уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 1,5 \cdot \overline{X}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.

2. Основные параметры, характеризующие зернистый слой. Получить выражения эквивалентного диаметра через удельную поверхность и диаметр частиц.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего используется насадка? Какие бывают насадки?

4. В насадочном абсорбере водой очищают азот от газообразных примесей. Коэффициенты массоотдачи в газовой и в жидкой фазе, отнесенные к единице поверхности насадки, составляют соответственно: $\beta_y = 20 \dfrac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}}$ и

$\beta_x = 30 \dfrac{кг\ газа}{м^2 \cdot час \cdot \frac{кг\ газа}{кг\ азота}}$.

Средняя движущая сила массопередачи при абсорбции, выраженная в концентрациях газовой фазы $\Delta\overline{Y} = 0,01 \frac{кг\ газа}{кг\ азота}$, а уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 1,5 \cdot \overline{X}$.

Определить какое количество газа (в кг/час) поглощает вода в заданных условиях, если диаметр колонны равен 0,8 м, высота насадки в колонне 10 м. В качестве насадки используют кольца Рашига с удельной поверхностью 199 м^2/м^3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Получить уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений. Сформулировать допущения при выводе.

2. Привести уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления к виду, удобному для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Каковы требования, предъявляемые к насадке колонных аппаратов?

4. В противоточном абсорбере очищают воздух от аммиака, причем концентрация последнего в газовой смеси понижается от 0,1 кг/м^3 до 0,005 кг/м^3; орошающий колонну абсорбент аммиака не содержит. Расходы газовой смеси 3600 м^3/ч и жидкости 8 м^3/ч из-за

малого содержания аммиака можно считать постоянными. Коэффициент массопередачи Ку = 0,01 м/с. Движущая сила Δуср = 0,026 кг/м^3. Определить необходимую поверхность массопередачи и концентрацию аммиака в выходящем из аппарата абсорбенте.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Вывести соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?

2. Кинетика осаждения. Гидродинамические режимы обтекания тел. Привести график зависимости коэффициента сопротивления среды от критерия Рейнольдса.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Сравнить насадочные и тарельчатые колонные. Указать недостатки насадочных колонн.

4. В ректификационную колонну непрерывного действия поступает 250 кмоль/ч смеси метанол–вода. Кубового остатка образуется 211 кмоль/ч. Уравнение рабочей линии укрепляющей части колонны: $y = 0,75 \cdot x + 0,24$.

Определите мольную долю метилового спирта в дистилляте и расход пара, поступающего из колонны в дефлегматор.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при абсорбции. Вывести это уравнение при противотоке газа и жидкости. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?

2. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.

3. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

4. В ректификационную колонну непрерывного действия подается 500 кмоль/ч смеси бензол-толуол, содержащей 30 % мольных бензола. Верхний продукт содержит 95 % мольных бензола, а нижний 98 % мольных толуола. Определить расход пара, подающегося в дефлегматор, и расход кубового остатка, если тангенс угла наклона рабочей линии укрепляющей части колонны равен 0,72.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Вывести уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода.

2. Вывод формулы для расчета потребной поверхности осаждения частиц в отстойниках для запыленных газов и суспензий.

3. Изобразите схему устройства и опишите действие ректификационных и абсорбционных колонн с провальными тарелками.

4. В противоточном насадочном абсорбере с удельной поверхностью насадки 87,5

$м^2/м^3$ (кольца Рашига 50×50×5 мм) очищают воздух от аммиака, причем концентрация последнего в газовой смеси понижается от 0,1 $кг/м^3$ до 0,005 $кг/м^3$. Расход газовой смеси 3600 м3/ч из-за малого содержания аммиака можно считать постоянным. Коэффициент массопередачи Ку = 0,01 м/с. Определить необходимую высоту аппарата, если его диаметр 1 м. Движущая сила Δуср = 0,026 $кг/м^3$. Принять структуры потоков обеих фаз соответствующими модели идеального вытеснения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

1. Вывести уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.

2. Расчет скорости осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.

4. Определить минимальный расход абсорбента (кг жидкости на кг газовой смеси) при поглощении аммиака из воздуха при начальной и конечной концентрации аммиака в аммиачно-воздушной смеси 0,01 массовых долей и 0,0005 массовых долей, соответственно. Равновесная зависимость определяется уравнением: $\overline{y}^* = 5{,}6 \cdot 10^{-1} \cdot \overline{x}$ (обе концентрации – в массовых долях). Возможно ли достичь такой же концентрации аммиака в очищенном от него воздухе, если абсорбент на входе в аппарат не чистый, а содержит 1 % массовых аммиака? Массовые расходы жидкости и газовой смеси при столь малых концентрациях аммиака считать постоянными.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.

2. Действительная и фиктивная (приведенная) скорости потока в зернистом слое. Каково соотношение между ними?

3. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.

4. Ректификации подвергают смесь, содержащую 50 % мольных легколетучего компонента, получая дистиллят, содержащий 95 % мольных легколетучего компонента. Найти мольную долю легколетучего компонента в паре, равновесном с исходной смесью (жидкостью питания). Рабочее флегмовое число 2,5, а коэффициент избытка флегмы 1,35.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

1. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз.

2. Охарактеризовать основные способы очистки газов от пыли. Указать их преимущественные области применения.

3. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

4. Определить минимальный расход абсорбента (кг жидкости на кг газовой смеси) при извлечении хлора из воздуха при начальном содержании хлора в газовой смеси 12,6 % массовых, конечном 0,006 % массовых. Равновесие определяется уравнением $\overline{y} = 63 \cdot \overline{x}$. Можно ли достичь такого же содержания хлора в очищенном от него воздухе, если абсорбент на входе в аппарат не чистый, а содержит 0,01 % массовых хлора? Массовые расходы жидкости и газовой смеси считать постоянными.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.

2. Определение минимального и оптимального расхода поглотителя при абсорбции.

3. Какие вы знаете типы аппаратов для очистки газов от пыли? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них (по выбору).

4. В насадочном абсорбере очищают воздух от аммиака, причем концентрация его снижается от 0,1 до 0,005 кг/м^3. Расход воздушно-аммиачной смеси составляет 3600 м^3/ч, который из-за малой концентрации аммиака можно считать практически постоянным. Найти необходимую высоту насадки при поперечном сечении колонны 0,785 м^2, если коэффициент массопередачи Ку = 10^{-2} м/с, удельная поверхность контакта газа и жидкости 200 м^2/м^3. Движущая сила массопередачи Δуср = 0,013 кг/м^3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрфри.

2. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей. Как зависит высота колонны от флегмового числа?

3. Изобразить схему устройства и описать действие одноярусного гребкового непрерывно действующего отстойника.

4. Определить диаметр насадочной ректификационной колонны, если допустимая приведенная скорость паров, поднимающихся по колонне, равна 1 м/с. Расход исходной смеси 4000 кг/ч, кубового остатка 2000 кг/ч. Расход флегмы, стекающей по колонне, в 2 раза превышает расход дистиллята. Плотность паров 2,5 кг/м^3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13

1. Получить систему уравнений, описывающих процесс простой перегонки.

2. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.

3. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.

4. Определить поверхность массопередачи, если количество сорбируемого вещества 200 кг/ч, коэффициенты массоотдачи βy = 20 кг/(м^2·ч) и βx = 20 кг/(м^2·ч), уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 0,2 \cdot \overline{X}$ кг/кг, а движущая сила $\Delta\overline{Y}_{ср}$ = 0,1 кг/кг.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14

1. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллата.

2. Метод кинетической линии расчета высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Порядок построения кинетической линии.Эффективность по Мэрфри.

3. Аппараты для мокрой очистки газов от пылей. Изобразить схему устройства и описать действие одного из таких аппаратов.

4. Определить минимальный удельный расход абсорбента и степень поглощения (извлечения) при поглощении компонента А из воздуха, если: линия равновесия . Начальное содержание компонента А в воздухе $\overline{Y}_K = 0,01$ кг А/кг возд; конечное кг А/кг возд. Подаваемый в аппарат абсорбент компонента А не содержит $\overline{X}_H = 0$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15

1. Вывести уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия.

2. Что такое теоретическая ступень разделения ("теоретическая тарелка")? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?

3. Изобразить схему устройства и описать действие тарельчатого (пенного) пылеуловителя.

4. В абсорбере, орошаемым сверху чистой водой, проводится очистка воздуха от компонента А. Начальное содержание его в газовой смеси $\overline{Y}_H = 0,12$ кг А/кг возд, улавливаться должно 97 % компонента А. Определить удельный расход воды, если коэффициент избытка поглотителя равен 1,7. Уравнение линии равновесия $\overline{Y}^* = 1,2 \cdot \overline{X}$ (относительные массовые концентрации).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №16

1. Вывести уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме y–x, сформулировав

необходимые допущения.

2. Диффузионное сопротивление массопереносу. В каких случаях сопротивление массопереносу лимитируется переносом в одной из фаз?

3. Изобразить схему устройства циклона или гидроциклона (по выбору), назвав основные области их применения.

4. Определить коэффициенты в уравнении рабочей линии укрепляющей части ректификационной колонны при флегмовом числе R = 1, если мольная доля низкокипящего компонента в дистилляте xp = 0,9. Как изменятся коэффициенты в уравнение рабочей линии, если флегмовое число увеличить в два раза?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №17

1. Вывести уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве мольных расходов фаз (с необходимыми пояснениями, указав обозначения и допущения). Как зависит положение этих линий на диаграмме y–x от флегмового числа?

2. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого аппарата с переточными устройствами

4. В ректификационной колонне разделяется смесь метанол-этанол. Содержание метанола в исходной смеси 26,5 % мольных, в дистилляте 96,5 % мольных. Пар, равновесный с исходной смесью, содержит 56,5 % объёмных метанола. Рабочее флегмовое число вдвое больше минимального. Составить уравнение рабочей линии верхней части колонны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №18

1. Эффективность (к.п.д.) ступени по Мэрфри. Вывести (на примере абсорбции) зависимость между эффективностью по Мэрфри и числом единиц переноса при идеальном смешении жидкости и идеальном вытеснении газа.

2. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.

3. Изобразить схему устройства и описать действие гидроциклона.

4. Найти уравнение рабочей линии верхней части колонны, если на ректификацию подают 2000 кг/ч исходной смеси, получая 1500 кг/ч кубового остатка. На орошение на верхнюю тарелку колонны поступает 1000 кг/ч флегмы, а концентрация легколетучего компонента в дистилляте xp = 0,96 мол. дол.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №19

1. Вывести формулу для расчёта минимального флегмового числа при непрерывной ректификации. Какие принципы используют для оптимизации при определении флегмового числа?

2. Критерии подобия массообменных процессов. Их физический смысл.

3. Какие вы знаете фильтры для суспензий периодического действия? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них.

4. В противоточном абсорбере очищают воздух от аммиака, причем концентрация последнего в газовой смеси понижается от 0,0526 $\frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}$ до 0,0026 $\frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}$. Средняя движущая сила $\Delta Y_{ср} = 0,0132\ \frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}$. Расход воздуха 0,0424 кмоль/ч. Найти необходимую высоту насадки при поперечном сечении колонны 0,785 м^2, если коэффициент массопередачи $K_y = 0,000415\ \frac{кмоль\ аммиака}{м^2 \cdot с \cdot \frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}}$, удельная поверхность контакта газа и жидкости 200 м^2/м^3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №20

1. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации. Каковы принципы выбора оптимального флегмового числа? (Выражение для минимального флегмового числа – вывести).

2. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?

3. Какие вы знаете фильтры для суспензий периодического действия? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них.

4. В противоточном абсорбере очищают воздух от аммиака. Начальная концентрация аммиака в газовой смеси $Y_H = 0,0526\ \frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}$, степень поглощения аммиака 95 % от исходного количества. Орошающий колонну абсорбент аммиака не содержит. Вода, вытекающая из абсорбера, содержит 0,018 $\frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ воды}$. Расход чистого воздуха 152,6 кмоль/ч. Определить расход поглотителя и найти потребную высоту насадки при поперечном сечении колонны 0,785 м^2, если коэффициент массопередачи $K_y = 0,000415\ \frac{кмоль\ аммиака}{м^2 \cdot с \cdot \frac{кмоль\ аммиака}{кмоль\ возд.}}$, удельная поверхность контакта фаз 200 м^2/м^3. Общее число единиц переноса, рассчитанное по газовой фазе равно 3,78.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №21

1. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход греющего пара в кипятильнике?

2. Написать с необходимыми пояснениями и обозначениями выражение для расчета средней движущей силы массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз при условии линейности рабочей и равновесной линий (на примере процесса абсорбции). Структура потоков соответствует модели идеального вытеснения.

3. Изобразить схему устройства и описать действие нутч-фильтра.

4. В ректификационной колонне разгоняется 355,6 кмоль/ч бинарной смеси с содержанием низкокипящего компонента 12 % мольных. Количество пара, выходящего из колонны, равно 68,6 кмоль/ч. В колонну возвращается 28 кмоль/ч флегмы с мольным содержанием низкокипящего компонента равным 0,95. Определить состав кубового остатка и написать уравнение рабочей линии верхней части колонны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №22

1. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход теплоносителя в дефлегматоре?

2. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?

3. Изобразить схему устройства и описать действие пылеосадительных камер и газоходов.

4. Определить расход солярового масла, используемого для поглощения паров бензола из паровоздушной смеси в насадочном абсорбере. Содержание паров бензола в исходной смеси 0,1 кг бензола/кг воздуха; степень улавливания бензола 90 %. Расход воздуха 1500 кг/ч. Исходное соляровое масло бензола не содержит. Коэффициент избытка поглотителя 1,2. Уравнение равновесной линии $\overline{Y}^* = 0,6 \cdot \overline{X}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №23

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.

2. Вывод формулы для расчета производительности отстойников для запыленных газов и суспензий.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.

4. В ректификационную колонну на разделение поступает жидкая бинарная смесь с молярной долей легколетучего компонента равной 26 %. Из колонны выходит 470 кмоль/ч пара, в котором 95 % мольных легколетучего компонента. Количество жидкости, поступающей в колонну из дефлегматора равно 290 кмоль/ч. Определить концентрацию легколетучего компонента в паре, входящем на нижнюю тарелку верхней части колонны (y_F).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №24

1. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.

2. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.

3. Какие вы знаете типы аппаратов для очистки газов от пыли? Изобразить схему устройства и описать действие одного из них (по выбору).

4. В абсорбере производится поглощение паров метилового спирта чистой водой из смеси с воздухом. Определить количество метилового спирта переходящего в жидкую фазу в единицу времени. Расход воздуха 2500 кмоль/ч. Средняя движущая сила процесса массопередачи 0,01 кмоль спирта/кмоль воздуха. Общее число единиц переноса $n_{0Y} = 9$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №25

1. Получить уравнение аддитивности диффузионных сопротивлений. Сформулировать допущения при выводе.

2. Осаждение под действием силы тяжести. Силы, действующие на частицу. Вывести уравнения для определения скорости свободного осаждения шара.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.

4. В ректификационной установке образуется 800 кг/ч дистиллята. Уравнения рабочих линий ректификационной колонны: $y = 0{,}600 \cdot x + 0{,}360$ и $y = 1{,}800 \cdot x - 0{,}020$. Определить расход флегмы (кг/ч) и содержание высококипящего компонента в паровой фазе, покидающей тарелку питания (верхняя тарелка нижней части колонны).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №26

1. Вывести соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи. Из каких уравнений получают коэффициенты массоотдачи?

2. Назвать и сопоставить основные способы разделения суспензий. Указать их преимущественные области применения.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с колпачковыми тарелками.

4. В абсорбере производится поглощение паров метилового спирта чистой водой из смеси с воздухом. Содержание метилового спирта в газе, поступающем в абсорбер $7{,}7 \cdot 10^{-2} \frac{кмоль\ спирта}{кмоль\ возд.}$, в выходящем воздухе $1{,}54 \cdot 10^{-3} \frac{кмоль\ спирта}{кмоль\ возд.}$. Расход воздуха 50 кмоль/ч. На выходе из абсорбера вода имеет концентрацию $4{,}5 \cdot 10^{-2} \frac{кмоль\ спирта}{кмоль\ воды}$.

Коэффициент массопередачи $K_y = 0{,}3 \frac{кмоль\ спирта}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кмоль\ спирта}{кмоль\ возд.}}$. Средняя движущая сила $\Delta Y_{ср} = 0{,}0044 \frac{кмоль\ спирта}{кмоль\ возд.}$. Абсорбер заполнен насадкой из керамических колец Рашига с активной удельной поверхностью 190 $м^2/м^3$. Определить расход воды и требуемую высоту слоя насадки, если диаметр колоны 1 м.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №27

1. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.

2. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение

рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Для чего используется насадка? Какие бывают насадки?

4. Расход пара, поступающего из ректификационной колонны в дефлегматор, составляет 2,4 кг/ч. При каком флегмовом числе работает колонна, если дистиллятом является практически чистый метанол, а кубовым остатком – почти чистая вода? В исходной смеси содержится 40 % массовых метанола, её расход 2 кг/ч.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №28

1. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при абсорбции. Вывести это уравнение при противотоке газа и жидкости. Как определяется минимальный удельный расход абсорбента?

2. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?

3. Аппараты для мокрой очистки газов от пыли. Изобразить схему устройства и описать действие одного из таких аппаратов.

4. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяют 2 т/ч бинарной смеси, содержащей равные массовые количества компонентов. Расход флегмы 1500 кг/ч. В кубовом остатке содержится 99 % высококипящего компонента. Флегмовое число равно 1,5. Определить расход кубового остатка и состав дистиллята.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №29

1. Вывести уравнение рабочей линии для массообменных аппаратов (на примере абсорберов) при противоточном движении фаз идеальным вытеснением в условиях неизменности их расхода.

2. Критерии подобия массообменных процессов. Их физический смысл.

3. Изобразить схему устройства и описать действие тарельчатого (пенного) пылеуловителя.

4. В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия получают кубовой остаток, содержащий 1 % мольный более летучего компонента, а равновесное содержание этого компонента в паре над жидкостью указанного состава равно 3 % мольных. Пар, уходящий с самой нижней тарелки на предыдущую, содержит 2 % мольных более летучего компонента. Найти значение эффективности по Мэрфри (по паровой фазе) для нижней тарелки. Исчерпывающим действием кипятильника пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №30

1. Вывести уравнения для расчета средней движущей силы массопередачи.

2. Назвать (и обосновать их необходимость) основные допущения, принимаемые при анализе и расчете установок для непрерывной ректификации бинарных смесей. Как зависит высота колонны от флегмового числа?

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Каковы требования, предъявляемые к насадке колонных аппаратов?

4. В ректификационной колонне непрерывного действия получают кубовой остаток, содержащий 1 % мольный более летучего компонента, а равновесное содержание этого компонента в паре над жидкостью указанного состава равно 3 % мольных. Найти состав пара, покидающего самую нижнюю тарелку, если эффективность ее по Мэрфри (по пару) составляет 0,63. Исчерпывающим действием кипятильника пренебречь. Каким был бы состав пара, уходящего с нижней тарелки, если бы она работала как теоретическая?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №31

1. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.

2. Влияние флегмового числа на размеры ректификационной колонны и расход греющего пара. Определение оптимального флегмового числа при расчете ректификационных колонн.

3. Изобразить схему устройства и описать действие пылеосадительных камер и газоходов.

4. Две ректификационные колонны при разгонке одной и той же смеси обеспечивают содержание легколетучего компонента в дистилляте x_p = 0,9 мольных долей. При этом рабочие линии для верхних частей этих колонн отсекают на оси «у» диаграммы равновесия отрезок B_1 = 0,3 и B_2 = 0,2. Определить во сколько раз флегмовое число второй колонны больше флегмового числа первой колонны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №32

1. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз.

2. Описать с указанием необходимых обозначений и допущений построение рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве расходов фаз.

3. Распылительные абсорберы. Описать принцип действия, достоинства, недостатки.

4. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяют 10 кмоль/ч бинарной смеси, содержащей равные мольные количества компонентов. Найти состав и расход дистиллята, если тепловая нагрузка дефлегматора (при полной конденсации в нем пара) составляет 150 кВт, теплота испарения дистиллята 30 000 кДж/кмоль, флегмовое число 2,6. Содержание более летучего компонента в кубовом остатке 1 % мольный.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №33

1. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Рассмотреть частный случай диффузии в неподвижной среде.

2. Определение минимального и оптимального расхода поглотителя при абсорбции.

3. Изобразить с необходимыми обозначениями и пояснениями схемы установок для простой перегонки.

4. В насадочном абсорбере производится улавливание аммиака чистой водой из смеси с воздухом. Расход воздуха 2716 кг/ч. Содержание аммиака в исходной смеси 0,0182 $\frac{кг\ аммиака}{кг\ возд.}$. Степень улавливания аммиака 95 %. Равновесная концентрация аммиака в воде на выходе из аппарата составляет 0,057 $\frac{кг\ аммиака}{кг\ воды}$. Расход воды в 4 раза больше минимального. Плотность воздуха в данных условиях составляет 1,4 кг/м^3. Найти расход абсорбента.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №34

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.

2. Массообменный (диффузионный) критерий Нуссельта. Каковы его вид и физический смысл?

3. Изобразите схему устройства и опишите действие ректификационных и абсорбционных колонн с провальными тарелками.

4. Найти высоту насадочного абсорбера для очистки парогазовой смеси аммиака с воздухом. Расход воздуха 1210 кг/ч. Начальная концентрация аммиака в смеси 0,0182 $\frac{кг\ аммиака}{кг\ возд.}$, конечная 0,00091 $\frac{кг\ аммиака}{кг\ возд.}$. Удельная поверхность насадки 330 м^2/м^3 Диаметр абсорбера 0,6 м. Средняя движущая сила составляет 0,0047 $\frac{кг\ аммиака}{кг\ возд.}$. Коэффициент массопередачи $K_y = 7,5\ \frac{кг\ аммиака}{м^2 \cdot ч \cdot \frac{кг\ аммиака}{кг\ возд.}}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №35

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрфри.

2. Диффузионное сопротивление массопереносу. В каких случаях сопротивление массопереносу лимитируется переносом в одной из фаз?

3. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.

4. В ректификационную колонну подается 4800 кг/ч смеси. В результате разделения получают 3600 кг/ч кубового остатка. Тангенс угла наклона рабочей линии верхней части колонны 0,73. Найти тепловую нагрузку дефлегматора, если разность энтальпий пара и жидкости в дефлегматоре равна 405 кДж/кг.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №36

1. Получить систему уравнений, описывающих процесс простой перегонки.

2. Метод кинетической линии расчета высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Порядок построения кинетической линии. Эффективность по Мэрфри.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия насадочной колонны. Сравнить насадочные и тарельчатые колонные. Указать недостатки насадочных колонн.

4. В абсорбер поступает смесь воздуха с аммиаком при температуре 20 °С. Концентрация аммиака в газовой смеси 0,0638 $\frac{\text{кмоль аммиака}}{\text{кмоль газовой смеси}}$. Расход воздуха 986,4 кмоль/ч. Поглощение осуществляется чистой водой. Поглощается 95 % аммиака. Уравнение равновесной линии $Y^* = 0{,}638 \cdot X$, где Y и X – относительные мольные концентрации в газовой и жидкой фазах, соответственно. Определить минимальный расход поглотителя.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №37

1. Материальный баланс процесса простой перегонки. Расчет количества кубового остатка, количества и среднего состава дистиллята.

2. Что такое теоретическая ступень разделения ("теоретическая тарелка")? Как это понятие применяется для оценки эффективности и расчета массообменных аппаратов со ступенчатым и непрерывным контактом фаз?

3. Изобразить схему устройства и описать действие нутч-фильтра.

4. В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия получают кубовой остаток, содержащий 1 % мольный более летучего компонента, а равновесное содержание этого компонента в паре над жидкостью указанного состава равно 3 % мольных. Найти состав пара, уходящего с самой нижней тарелки на следующую, если эффективность этой тарелки по Мэрфри 0,5. Исчерпывающим действием кипятильника пренебречь. Каким был бы состав пара, уходящего с нижней тарелки, если бы она работала как теоретическая?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №38

1. Вывести уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия.

2. Основное уравнение массопередачи. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массопередачи и массоотдачи. Их размерности и физический смысл.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.

4. В ректификационную колонну непрерывного действия поступает 4800 кг/ч смеси метанол–вода. Уравнение рабочей линии верхней (укрепляющей) части колонны $y = 0{,}73 \cdot x + 0{,}264$ (y и x выражены в мольных долях низкокипящего компонента в паре и жидкости). Кубового остатка получается 3600 кг/ч. Определить мольный процент

метилового спирта в дистилляте и количество паров, поступающих в дефлегматор.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №39

1. Вывести уравнение рабочей линии для укрепляющей части ректификационной колонны. Описать, как строят рабочие линии на диаграмме y–x, сформулировав необходимые допущения.

2. Гидродинамические режимы в насадочных аппаратах.

3. Изобразить схему устройства и описать действие гидроциклона.

4. В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия получают дистиллят, содержащий 98 % мольных более летучего компонента, причем в дефлегматоре конденсируется весь пар. Равновесное содержание более летучего компонента в паре над жидкостью, стекающей с самой верхней тарелки, составляет 98,7 % мольных, а эффективность по Мерфри (по паровой фазе) для этой тарелки 0,6. Определить состав пара, поступающего с нижерасположенной тарелки на самую верхнюю.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №40

1. Вывести уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия при постоянстве мольных расходов фаз (с необходимыми пояснениями, указав обозначения и допущения). Как зависит положение этих линий на диаграмме y–x от флегмового числа?

2. Написать с необходимыми пояснениями и обозначениями выражение для расчета средней движущей силы массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз при условии линейности рабочей и равновесной линий (на примере процесса абсорбции). Структура потоков соответствует модели идеального вытеснения.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.

4. В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия получают дистиллят, содержащий 98 % мольных более летучего компонента, причем в дефлегматоре конденсируется весь пар. Состав пара, поступающего с нижерасположенной тарелки на самую верхнюю 97 % мольных. Найти состав жидкости, стекающей с самой верхней тарелки на нижерасположенную, если флегмовое число равно 3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №41

1. Эффективность (к.п.д.) ступени по Мэрфри. Вывести (на примере абсорбции) зависимость между эффективностью по Мэрфри и числом единиц переноса при идеальном смешении жидкости и идеальном вытеснении газа.

2. Вывод формулы для расчета производительности отстойников для запыленных газов и суспензий.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.

4. В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия получают дистиллят, содержащий 98 % мольных более летучего компонента, причем в дефлегматоре конденсируется весь пар. Относительная летучесть компонентов постоянна и равна 1,5. Состав пара, поступающего на самую верхнюю тарелку с нижерасположенной 97 % мольных. Определить эффективность по Мэрфри (по паровой фазе) для самой верхней тарелки.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №42

1. Вывести формулу для расчёта минимального флегмового числа при непрерывной ректификации. Какие принципы используют для оптимизации при определении флегмового числа?

2. Сопоставить друг с другом тарельчатые и насадочные колонные аппараты. Каковы преимущественные области применения каждого из этих типов колонн?

3. Изобразить схему устройства и описать действие одноярусного гребкового непрерывно действующего отстойника.

4. В ректификационной колонне непрерывного действия разделяют бинарную смесь, содержащую 20 % мольных более летучего из компонентов. Получить уравнение рабочей линии укрепляющей части колонны, если известно, что концентрация более летучего из компонентов в дистилляте 98 % мольных; y_F^* = 60 % мольных, а флегмовое число на 40 % больше минимального. Исходная смесь подается на ректификацию подогретой до температуры кипения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №43

1. Зависимость между флегмовым числом, размерами колонны и расходом теплоты при ректификации. Каковы принципы выбора оптимального флегмового числа? (Выражение для минимального флегмового числа – вывести).

2. Осаждение под действием силы тяжести. Силы, действующие на частицу. Вывести уравнения для определения скорости свободного осаждения шара.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с колпачковыми тарелками.

4. В ректификационную колонну поступает на разделение жидкость, содержащая 23 % мольных легколетучего компонента. В дефлегматор поступает 850 кмоль/ч пара, в колонну подаётся 670 кмоль/ч флегмы, в результате разделения получают 648 кмоль/ч кубового остатка содержанием легколетучего компонента 3 % мольных. Написать уравнение рабочей линии укрепляющей части колонны.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №44

1. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход греющего пара в кипятильнике?

2. Составить уравнения материального баланса при разделении суспензий и вывести из них выражения для расчета массового расхода осветленной жидкости и осадка.

3. Сравнить полый распыливающий и барботажный абсорберы.

4. Найдите силу сопротивления и скорость свободного осаждения сферической частицы диаметром 2 мм и плотностью 2580 кг/м^3 в жидкости с плотностью 1200 кг/м^3. Коэффициент сопротивления $\zeta = 0,48$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №45

1. Вывести уравнение теплового баланса ректификационной колонны непрерывного действия. Как определяется расход теплоносителя в дефлегматоре?

2. Критерий Архимеда при осаждении, его физический смысл, использование в расчетах скорости осаждения.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого аппарата с переточными устройствами.

4. Определить скорость свободного осаждения сферической частицы диаметром 2 мм и плотностью 2580 кг/м^3 в жидкости с плотностью 1530 кг/м^3. Коэффициент сопротивления $\zeta = 0,48$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №46

1. Получить диффузионные критерии подобия. Определяемый и определяющие критерии. Физический смысл массообменных критериев подобия.

2. Расчет скорости осаждения частиц сферической формы под действием силы тяжести.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с ситчатыми тарелками.

4. В фильтре диаметром 1 м, заполненном фильтрующим слоем песка, в стадии промывки проходит вода из напорного бака, уровень в котором на 5 м выше уровня поверхности песка. Определить расход промывной воды, если сопротивление фильтрующего слоя после стадии фильтрования $R_{ос} = 0,8 \cdot 10^{10} \cdot м^{-1}$. Вязкость воды 1 мПа·с. Сопротивлением опорной сетки пренебречь.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №47

1. Первый закон Фика. Вывести дифференциальное уравнение конвективной диффузии.

2. Вывод формулы для расчета потребной поверхности осаждения частиц в отстойниках для запыленных газов и суспензий.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия абсорбционной или ректификационной колонны с клапанными тарелками.

4. Определить мольный расход пара и жидкости в верхней и нижней частях ректификационной колонны, если на разделение подается 3100 кг/ч смеси этанол–вода с содержанием этанола 21 % мольных. Расход дистиллята 1200 кг/ч, его состав xp = 0,8.

Колонна работает при флегмовом числе равном R = 1,7.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №48

1. Расчет высоты и диаметра противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз.

2. Кинетика осаждения. Гидродинамические режимы обтекания тел. Привести график зависимости коэффициента сопротивления среды от критерия Рейнольдса.

3. Изобразите с необходимыми обозначениями и пояснениями схему установки для непрерывной ректификации бинарных жидких смесей.

4. В адсорбер 1 м с насадкой в виде шариков диаметром 1 мм и плотностью 1000 кг/м^3 снизу вверх подается 430 м^3/ч воздуха при температуре 100 °С и давлении 1 атм. Показать численно, в каком режиме работает аппарат (слой насадки неподвижен или псевдоожижен?). Вязкость воздуха 30 мкПа·с. Начало псевдоожижения описывается уравнением $\mathrm{Re} = \dfrac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}$.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №49

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов с непрерывным контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения и числа единиц переноса.

2. Привести уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления к виду, удобному для экспериментального определения сопротивления осадка и фильтровальной перегородки.

3. Привести схему устройства и описать принцип действия любого известного вам тарельчатого колонного аппарата. В чем отличие аппаратов с переточными устройствами и без них.

4. Производится фильтрование суспензии. Вязкость фильтрата равна 1 мПа·с, сопротивление фильтровальной перегородки Rфп = 10^{10} м-1, сопротивление осадка можно не учитывать, давление над суспензией принять равным 2 бар, а в сборнике фильтрата 1 бар. Определить скорость фильтрования.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №50

1. Методы расчета высоты противоточных колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Понятие теоретической ступени разделения. КПД по Мэрфри.

2. Основные параметры, характеризующие зернистый слой. Получить выражения эквивалентного диаметра через удельную поверхность и диаметр частиц.

3. Описать гидродинамические режимы работы насадочных абсорберов. Сопоставить насадочные и тарельчатые аппараты.

4. Определить диаметр непрерывно действующего гребкового отстойника, если расход исходной водной суспензии, содержащей 25 % массовых твердой фазы, составляет 100 т/ч, влажность осадка 48 % массовых, содержание твердой фазы в осветленной воде 2

% массовый, а скорость стесненного осаждения частиц суспензии 1 мм/с. Считать, что плотность осветленной жидкости практически не отличается от плотности воды, а запас поверхности составляет 30%.

5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов освоения по дисциплине

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденное решением Ученого совета университета 28.06.2017, протокол № 9;
5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, утвержденный решением Ученого совета университета 28.06.2017, протокол № 9

Составители:

д.т.н., профессор Л.В.Равичев
к.х.н., доцент А.М. Трушин
к.т.н., доцент Р.Б. Комляшев
к.т.н., профессор В.Н. Бобылев
доцент А.Г. Бородкин
к.т.н., доцент С.И. Ильина
доцент О.В. Кабанов
к.т.н., доцент О.А. Кайгородова
к.т.н., доцент Н.Ф. Коваленко
к.т.н., доцент И.К. Кузнецова
к.т.н., профессор Е.П. Моргунова
доцент Л.С. Сальникова
к.т.н., доцент Т.А. Тарасова
д.т.н., профессор Г.В. Терпугов
к.т.н., доцент М.А. Носырев
к.т.н., доцент Н.З. Хабибова

Оценочные средства по учебной дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» одобрены на заседании кафедры ПАХТ, протокол № 11 от «12» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой процессов и аппаратов химической технологии

д.т.н. профессор Л.В.Равичев

Согласован:

д.т.н., профессор Г.Г. Каграманов

Дополнения и изменения к оценочным средствам
по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры№ _____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры№ _____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры№ _____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры№ _____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры№ _____от «____»_____20___г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой процессов и аппаратов химической технологии РХТУ им. Д.И.Менделеева

_____ Л.В. Равичев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Процессы и аппараты химической технологии»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Квалификация **бакалавр**

Москва 2022 г.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

1.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий.

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в бакалавриате направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине. Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице:

		Академ. часов			
№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Всего**	**Лек-ции**	**Прак. зан.**	**Сам. работа**
1	**Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии**	**72**	**16**	**16**	**40**
1.1	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	9	2	2	5
1.2	Основы теории переноса.	11	4	2	5
1.3	Гидростатика.	9	2	2	5
1.4	Гидродинамика.	13	4	4	5
1.5	Перемещение жидкостей.	30	4	6	20
2	**Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии**	**72**	**16**	**16**	**40**
2.1	Основные понятия и определения в теплопередаче.	9	2	2	5
2.2	Перенос энергии в форме теплоты.	31	10	6	15
2.3	Теплопередача в поверхностных теплообменниках.	32	4	8	20
3	**Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).**	**108**	**24**	**24**	**60**
3.1	Основные понятия и определения в массопередаче.	9	2	2	5
3.2	Механизмы переноса массы.	11	4	2	5
3.3	Фазовое равновесие.	11	2	4	5
3.4	Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.	27	6	6	15
3.5	Абсорбция.	28	4	4	20
3.6	Дистилляция. Ректификация.	22	6	6	10
4	**Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).**	**36**	**8**	**8**	**20**
4.1	Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.	9	2	2	5
4.2	Осаждение.	9	2	2	5
4.3	Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожиженные слои.	9	2	2	5
4.4	Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.	9	2	2	5

	ИТОГО	**288**	**64**	**64**	**160**
	Экзамен	**72**			
	ИТОГО	**360**			

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Совокупная оценка работы студента в 5 семестре складывается из оценки текущей работы в семестре:

- выполнения домашних заданий – максимально по 10 баллов в Разделах 1 и 2;
- оценок за 2 контрольные работы – максимально по 20 баллов в Разделах 1 и 2.

Совокупная оценка работы студента в 6 семестре складывается из оценки текущей работы в семестре:

- выполнения домашних заданий – максимально по10 баллов в Разделах 3 и 4;
- оценок за 2 контрольные работы – максимально по 20 баллов в Разделе 3.

Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет **60** баллов. К сдаче экзаменов допускаются студенты, набравшие в семестре не менее 30 баллов.

Максимальное суммарное количество баллов, которое может набрать обучаемый на экзамене, равняется **40**.

Если обучаемый в процессе выполнения заданий набрал менее 20 баллов, экзамен по данной дисциплине считается не сданным.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре и на экзамене. Максимальная общая оценка в каждом семестре составляет 100 баллов.

1.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует таблице п. 1.1. Распределение баллов соответствует п. 1.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ.

2.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий.

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» изучается в 5 и 6 семестрах бакалавриата и включает лекции по разделам «Гидродинамические и тепловые

процессы» в 5 семестре (раздел 1, раздел 2), «Разделение гомогенных и гетерогенных систем» в 6 семестре, (раздел 3, раздел 4) практические занятия, и самостоятельную подготовку по четырем разделам.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным дисциплинам, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии», является формирование у студентов компетенций в области инженерии химических производств. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на общих вопросах химической технологии. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Наиболее сложные теоретические материалы ведущим преподавателям рекомендуется излагать на лекциях с использованием средств мультимедийной техники и обеспечением необходимым раздаточным материалом. После изложения лекций теоретический материал необходимо закреплять решением примеров и задач на практических занятиях. Предусмотрены практические занятия обучающегося в бакалавриате в объеме 64 акад. ч. (32 акад. ч в 5 сем., разделы 1 и 2; 32 ч в 6 сем., разделы 3 и 4).

После проведения каждого практического занятия преподавателям рекомендуется выдать обучающимся дополнительные задания для закрепления полученных практических навыков в ходе последующего самостоятельного изучения разделов дисциплины.

Экзамен по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» является итоговой формой контроля знаний. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Время, отводимое на подготовку к ответу для каждого студента, составляет в среднем 1 час.

В билет включается два теоретических вопроса, охватывающие различные разделы изучаемого материала, вопрос по конструкциям оборудования и задача. Тематически вопросы и задания, включаемые в билет, направлены на итоговую оценку знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении данной дисциплины.

Рабочей программой дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» предусмотрена самостоятельная работа студента бакалавриата в объеме 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 5 семестре и 80 ч плюс 35,6 ч (подготовка к экзамену) в 6 семестре. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, ChemicalAbstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;

- выполнение домашних заданий по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

2.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий.

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует таблице п. 1.1. Распределение баллов соответствует п. 1.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме онлайн; самостоятельная работа.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности сокращения контактных часов работы обучающихся с преподавателем без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета
ЦиТХИн

_____ / С.П. Дударов

«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

направление
18.03.01 Химическая технология

форма обучения:
очная, заочная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в ***бакалавриате*** направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Общая химическая технология***» включает ***5*** разделов, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Общая химическая технология***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме ***32*** ч. для очной формы обучения и ***8*** ч. для заочной формы обучения. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом. Лабораторные работы охватывают все разделы.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента ***бакалавриата*** в области математического моделирования химических процессов в реакторах различного типа, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов я, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «***Общая химическая технология***» теоретических положений и сведений, с другой, результатов новейших разработок в области аппаратурного оформления химических процессов;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет ***20*** баллов и входит в ***60*** баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента ***бакалавриата*** в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка ***40*** баллов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет ***60*** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме ***3*** контрольных работ (максимальная оценка ***10*** баллов за первую контрольную работу, по ***15*** баллов за вторую и третью контрольные работы), лабораторного практикума (максимальная оценка ***20*** баллов) и ***экзамена*** (максимальная оценка – 40 баллов).

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «***Общая химическая технология***» изучается в ***6-ом*** или в ***7-ом*** семестрах.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в ***бакалавриате***, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом ***бакалавриата***, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «***Общая химическая технология***», является формирование у студентов компетенций в области основ математического моделирования химических процессов в аппаратах различной конструкции, в области синтеза и анализа химико-технологических систем. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на общих вопросах физико-химического описания тех или иных химического процесса, на вопросах выбора аппарата для проведения тех или иных химических процессов основываясь на знаниях об эффективности тех или иных реакторных моделях, на основах анализа химических производств. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой каталоги фирм и предприятий с описанием основного вида и характеристик изделий из них. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «***Общая химическая технология***» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к работе за компьютерами, проведению математического моделирования и обработке результатов для получения достоверных данных. Студенты должны понимать, что параметры, которые они определяют в практикуме, связаны с организацией химического процесса в реальном аппарате химической технологии.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме проведения контрольных работ; самостоятельная работа.

При реализации дисциплины в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

Разработчики методических указаний по дисциплине «***Общая химическая технология***»:

к.т.н., доцент, доцент кафедры ОХТ	М.Г. Давидханова	_____
ассистент кафедры ОХТ	А.И. Дубко	_____

Методические указания по дисциплине «***Общая химическая технология***» одобрены на заседании кафедры ***Общей химической технологии***, протокол № 8 от «23» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Общей химической технологии***

д.т.н., профессор	В.Н. Грунский	_____

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «*Общая химическая технология*»

направления
18.03.01 Химическая технология

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета
ЦиТХИн

_____ / С.П. Дударов

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

направление
18.03.01 Химическая технология

форма обучения:
очная, заочная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «***Общая химическая технология***» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению ***18.03.01 Химическая технология***, ООП и рабочей программой дисциплины «***Общая химическая технология***».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

1) Контрольная работа № 1 (раздел 2)

Вариант 1.

1. Определить степень превращения по компоненту B (x_B) и состав реакционной смеси для реакции

$$A + 2B = 2R + S,$$

если $x_A = 0{,}6$; $c_{A0} = 1$ кмоль/м^3; $c_{B0} = 1{,}5$ кмоль/м^3.

2. Определить влияние избытка водяного пара в исходной смеси на равновесную степень превращения этилена в обратимой реакции синтеза этанола:

$$C_2H_4 + H_2O \leftrightarrow C_2H_5OH$$

для трёх мольных соотношений в исходной смеси $\alpha = H_2O:C_2H_4 = 1; 4; 9$. Давление в процессе 3 МПа, константа равновесия $K_p = 0{,}068$ МПа$^{-1}$.

Вариант 2.

1. Кетен получают путём пиролиза ацетона по реакции:

$$CH_3–CO–CH_3 \longrightarrow CH_2=C=O + CH_4$$

Рассчитать концентрацию кетена и степень превращения ацетона, если в конце реакции его содержание в реакционной смеси составляет0,05 м.д.

2. Газофазная обратимая реакция первого порядка $A \leftrightarrow R$ протекает при постоянном объёме. В исходном состоянии компонент R отсутствует, а парциальное давление компонента A $p_{A0} = 0{,}13$ атм. Через 10 мин парциальное давление компонента A стало 0,053 атм, а компонента R 0,077 атм. Рассчитать величину парциального давления компонента A через 20 и 40 мин, если отношение $\frac{k_1}{k_{-1}} = 3$.

Вариант 3.

1. Для двух параллельных реакций, протекающих при постоянном объёме:

$$2A \rightarrow R$$

$$A \rightarrow 4S$$

определить степень превращения реагента A, выход и селективность по целевому продукту R, если по окончании реакций концентрации веществ (кмоль/м^3): $c_A = 2$; $c_R = 3$; $c_S = 4$.

2. Для окисления хлороводорода:

$$4HCl + O_2 \leftrightarrow 2Cl_2 + H_2O$$

используется смесь состава (об. %): O_2 – 32,4; HCl– 67,6. Реакция протекает при $P = 0{,}1$ МПа. К моменту равновесия в газе содержится 31,4 об. % хлора. Рассчитать равновесную степень превращения кислорода, состав равновесной смеси и константу равновесия.

Вариант 4.

1. Определить конечный состав реакционной смеси для реакции

$$A+3B = 2R,$$

протекающей в жидкой фазе, если $x_A = 0{,}2$; $x_B = 0{,}2$; $c_{B0} = 5$ кмоль/м^3.

2. При постоянной температуре протекают две параллельные реакции:

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей $k_1 = 10^{-3}$ с$^{-1}$ и $k_2 = 10^{-2}$ с$^{-1}$. Перед началом реакции $c_{A0} = 3$ кмоль/м^3, $c_{R0} = c_{S0} = 0$. Определить скорость и степень превращения реагента A, а также селективность по продукту R в момент времени, равный 30 с.

Вариант 5.

1. Определить количества бурого угля (70 мас. % C), водяного пара и воздуха для получения 1000 м^3 генераторного газа состава (об. %): CO – 40, H_2– 18,N_2– 42. Процесс газификации твёрдого топлива содержит две основные реакции:

$$C + H_2O = CO + H_2$$

$$2C + O_2 = 2CO$$

2. Для обратимой реакции A + B ↔2S константы скоростей прямой и обратной реакций равны: $k_1 = 6{,}2e^{\frac{-27600}{RT}}$, $k_{-1} = 7{,}5e^{\frac{-32000}{RT}}$. Определить состав равновесной смеси, если $c_{A0} = 2$ кмоль/м^3, $c_{B0} = 1$ кмоль/м^3, $T = 390$ K.

Вариант 6.

1. Дана реакция:

$$2A + 3B = R.$$

С целью более полного использования вещества A в реактор подаётся 2-кратный избыток вещества B, по сравнению со стехиометрией реакции. Определить степень превращения x_B, если $x_A = 0{,}9$.

2. Для двух последовательных реакций первого порядка

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей $k_1 = 7{,}2\cdot10^{-3}$ с$^{-1}$ и $k_2 = 4{,}7\cdot10^{-3}$ с$^{-1}$ рассчитать максимальную производительность по целевому промежуточному продукту R, если перерабатывается $4{,}4\cdot10^{-2}$ м^3/с реакционной смеси, поступающей с концентрацией $c_{A0} = 1{,}5$ кмоль/м^3. Какая при этом будет селективность по промежуточному продукту R?

Вариант 7.

1. Найти количество водяного пара и продуктов при газификации 1 т кокса, идущей по реакциям:

$$C + H_2O = CO + H_2 - 131 \text{ кДж}$$
$$CO + H_2O = CO + H_2 + 42 \text{ кДж}$$

Содержание в коксе зольных примесей 3 мас. %, массовое соотношение пар: кокс = 1,5, степень превращения углерода в коксе 0,98, выход оксида углерода 0,90. Найти также общее количество подведённого тепла.

2. Обратимая реакция A + B ↔2R при температуре 500 К имеет тепловой эффект $\Delta H^0 = -43$ кДж/моль и изменение энтропии $\Delta S^0 = -56 \ \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$. Определить, во сколько раз изменится равновесная степень превращения вещества B, если отношение начальных концентраций реагентов c_{A0}: c_{B0} уменьшить от 1 до 0,6.

Вариант 8.

1. Обжиговый газ состава: SO_2– 8 об.%, O_2 – 12 об.%, остальное азот, окисляют на катализаторе. Степень превращения SO_2 в SO_3 равна88%. Рассчитать состав газа после окисления.

2. Составить кинетическую модель сложной реакции, в которой все частные реакции протекают по механизму первого порядка:

$$A \rightarrow 2R \rightarrow D;$$
$$A \rightarrow 2S \rightarrow C$$

Вариант 9.

1. Определить соотношение между H_2 и N_2в азотоводородной смеси на входе в реактор синтеза аммиака, если в газе на выходе из реактора содержится (об.%): NH_3– 17, N_2– 11, H_2– 72.

2. Вывести уравнение для расчёта равновесной степени превращения реагента A для реакции 2A ↔R по известной величине K_p.

Вариант 10.

1. Протекают две параллельные реакции:

$$2A = R$$
$$A = 3S$$

Определить выход продукта R, степень превращения реагента Aи селективность, если на выходе из реактора известны количества молей веществ: $N_A = 2$; $N_R = 3$; $N_S = 3$.

2. Дана реакция

$$2A + 3B = S + 4R + 2F$$

Определить скорость расходования компонента Bи скорость образования продуктов реакции, если скорость исчезновения компонента Aосоставляет 5 моль в единицу времени в единице объёма.

Вариант 11.

1. Рассчитать количество и состав газа, получаемого при окислении 900 $м^3$аммиачно-воздушной смеси, содержащей 6 мас. % аммиака в воздухе. Степень окисления аммиака равна 0,97, выход оксида азота равен 95%. Считать, что аммиак окисляется до оксида азота и до азота.

2. Вывести уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента А для газофазной реакции А + В ↔ R по известным значениям константы равновесия K_pи давления P.

Вариант 12.

1. Для последовательной реакции

$$A \rightarrow R \rightarrow S$$

определить интегральную селективность по продукту R, выход этого продукта и общую степень превращения реагента А, если после окончания реакции концентрации веществ в смеси составили (кмоль/$м^3$): c_A= 0,217;
c_R= 0,569; c_S= 0,241.

2. Константа скорости реакции равна 0,025 $с^{-1}$. Исходная концентрация реагента составляет 1 кмоль/$м^3$. Определить скорости реакции, протекающей в замкнутом объёме через 10, 20, 30, 40, 50 с от начала реакции.

Вариант 13.

1. При проведении двух последовательных реакций гидратации ацетилена и дегидратации ацетальдегида:

$$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3–CHO$$
$$2CH_3–CHO \rightarrow CH_3–CH=CH–CHO + H_2O$$

из 1 моль ацетилена и 10 моль водяного пара получено 0,4 моль ацетальдегида и 0,025 моль кротонового альдегида. Рассчитать общую и частные степени превращения (по каждой реакции) ацетилена, состав полученной реакционной смеси, интегральную селективность по ацетальдегиду и выход ацетальдегида.

2. Вывести уравнение для расчёта равновесного содержания аммиака для реакции синтеза аммиака из азотоводородной смеси стехиометрического состава по известным значениям K_pи давления P в системе.

Вариант 14.

1. В реакторе протекают реакции:

$$A + 2B = R,$$
$$R + B = S,$$
$$A + B = 2T$$

Начальные концентрации (кмоль/$м^3$): c_{A0}= 2; c_{B0}= 2,3;
c_{R0}= c_{S0}= c_{T0}= 0, объёмный расход смеси составляет 0,05 $м^3$/с. Концентрации на выходе из реактора (кмоль/$м^3$): c_T= 0,2; c_S= 0,4; c_A= 1,4. Определить значение степени превращения вещества А, концентрацию вещества В на выходе из реактора и производительность по продукту R.

2. Определить энергию активации и предэкспоненциальный множитель уравнения Аррениуса для константы скорости реакции, значения которой при 273 и 293 К равны соответственно 2,46 и 47,5 $с^{-1}$.

Вариант 15.

1. В реакторе протекают реакции:

$$2A + B = R + Q_{p1},$$
$$R + 2B = S + Q_{p2},$$
$$3B = 2T + Q_{p3}$$

Начальные концентрации реагентов (моль/м^3): c_{A0}= 0,1; c_{B0}= 0,2;
c_{R0}= c_{S0}= c_{T0}= 0. Выходные концентрации, кмоль/м^3: c_B= 0,016; c_S= 0,011; c_T= 0,03. Тепловые эффекты реакций (кДж/кмоль): Q_{p1}= 1,2 10^5; Q_{p2}= 6,8 10^4, Q_{p3}= 4,7 10^4. Найти концентрацию продукта Rи общее количество выделенного тепла. Изменением объёма пренебречь.

2. Рассчитать константу равновесия для реакции

$$CO_2 + C \leftrightarrow 2CO,$$

если известно, что для углекислого газа величина ΔG^0= –394570 Дж/моль и для монооксида углеродаΔG^0= –137330 Дж/моль.

Вариант 16.

1. Взаимодействие ацетилена с формальдегидом даёт промежуточный продукт –пропаргиловый спирт, а затем бутиндиол-1,4 по схеме:

$$C_2H_2 + 2CH_2O \rightarrow C_3H_4O + CH_2O \rightarrow C_4H_6O_2$$

Степень превращения по ацетилену составляет 0,98. Селективность по пропаргиловому спирту 0,66. Рассчитать необходимое количество ацетилена и формальдегида для получения 350 кг/ч пропаргилового спирта.

2. При 748 K константа скорости реакции составляет $3{,}2 \cdot 10^5$ ч$^{-1}$. Определить константу скорости при 793 K, если энергия активации реакции равна 87,9 кДж/моль.

Вариант 17.

1. В газовой фазе при постоянном давлении протекает реакция

$$A + B = 3R$$

Определить состав реакционной смеси в мольных долях, если

$$N_{A0} = N_{B0} = 1 \text{ кмоль}, x_A = 0{,}9.$$

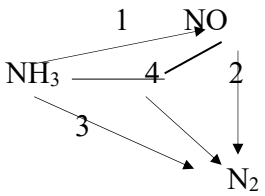
2. Найти константы равновесия при 500 и 700 K для реакции:

$$H_2O + CO \leftrightarrow H_2 + CO_2,$$

если ΔG^0_{573}= –17,5 кДж/моль.Или ΔH^0_{573}= –41 кДж/моль и ΔS^0_{573}= $-40 \dfrac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$.

Вариант 18.

1. Окисление аммиака воздухом до оксида азота как целевого продукта сопровождается протеканием ряда побочных реакций. Общее превращение аммиака можно представить в виде схемы, состоящей из 4 реакций:



Селективность по NO равна 0,92, общая степень окисления аммиака 0,98. Определить количество образующегося в процессе азота, если на окисление поступает аммиачно-воздушная смесь в количестве 1 т при концентрации аммиака в воздухе 9 об.%.

2. Для реакции второго порядка $2A \rightarrow R + S$ определить степень превращения вещества А и скорость реакции через 10, 30 и 50 с от начала реакции. Константа скорости реакции равна 0,02 $м^3$/(кмоль·с), начальная концентрация вещества А равна 2 кмоль/$м^3$.

Вариант 19.

1. При проведении последовательной реакции дегидрирования

$$C_4H_{10} \rightarrow C_4H_8 \rightarrow C_4H_6$$

частные степени превращения бутана в бутилен и бутадиен составляют соответственно 0,38 и 0,04. Рассчитать состав полученной реакционной смеси, общую степень превращения бутана, интегральную селективность и выход по бутилену, если исходное количество бутана составляет 21 моль.

2. Рассчитать константу равновесия для реакции синтеза аммиака, если равновесный выход аммиака равен 0,15. Синтез проводится под давлением 30 МПа. Азотоводородная смесь поступает на синтез в стехиометрическом соотношении.

Вариант 20.

1. В реактор синтеза аммиака при постоянном давлении подаётся 2000 $м^3$/ч азотоводородной смеси стехиометрического состава. Содержание аммиака в газе на выходе из реактора составляет 20 об. %, тепловой эффект реакции равен 112 кДж/моль. Рассчитать состав газовой смеси на выходе из реактора и количество выделенного тепла.

2. Выразить скорость реакции гидролиза уксусного ангидрида при его взаимодействии с водой

$$(CH_3CO_2)O + H_2O \rightarrow 2CH_3COOH$$

как функцию степени превращения. Реакция проводится в большом избытке воды.

Вариант 21.

1. Газификация с водяным паром 1 т кокса, содержащего (мас. %) С – 96,5; H_2O – 3,5, осуществляется по реакциям:

$$C + H_2O = CO + H_2$$
$$CO + H_2O = CO_2 + H_2$$

Степень превращения углерода равна 0,93, селективность процесса по СО равна 0,88. Рассчитать состав полученного газа. Водяной пар поступает в двукратном избытке по отношению к стехиометрии реакции.

2. Рассчитать константу равновесия для реакции синтеза хлористого водорода из водорода и хлора, если равновесная степень превращения по хлору равна 0,65. Синтез проводится под давлением 0,3 МПа. Реакционная смесь взята в стехиометрическом соотношении.

Вариант 22.

1. Конверсия метана водяным паром до оксида углерода и водорода сопровождается поглощением 200 кДж тепла. В реактор поступает реакционная смесь в мольном соотношении водяной пар:метан, равном 3:1. Определить степени превращения метана и водяного пара, общее количество поглощённого тепла при переработке 10 $м^3$/с исходной смеси, если содержание оксида углерода на выходе из реактора составляет 10 об.%.

2. Выразить скорость необратимой реакции как функцию степени превращения исходных веществ для гомогенной реакции взаимодействия гидроксида натрия с этилацетатом:

$$NaOH + CH_3COOC_2H_5 \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

Вариант 23.

1. Рассчитать количество тепла, выделяемое при переработке 1000 м^3 сернистого газа состава 10 об. % SO_2 в воздухе:

$$SO_2 + O{,}5O_2 = SO_3 + 92 \text{ кДж.}$$

Степень превращенияSO_2 равна 90%. Каким будет при этом состав смеси на выходе из реактора (об. %)?

2. Рассчитать константу равновесия и равновесные концентрации окисления диоксида серы, если кислорода в смеси находится в два раза больше, чем требуется по стехиометрии реакции. Степень превращения диоксида серы равна 0,99. Процесс проводится под атмосферным давлением. Исходная концентрация SO_2 составляет 10 об.%.

Вариант 24.

1. Оксид этилена получают путём окисления этилена по реакционной схеме:

$$C_2H_4 + 1/2O_2 \rightarrow C_2H_4O + 117 \text{ кДж}$$

$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + 1217 \text{ кДж.}$$

Рассчитать объёмный расход исходной смеси (8 об. % этилена,6 об. % кислорода, остальное – азот) для получения 250 м^3/ч оксида этилена, если селективность по этилену составляет 0,65, а степень превращения этилена равна 0,98.

$$H_2 + J_2 \leftrightarrow 2HJ$$

Определить время, необходимое для образования 1 моль HJ в реакторе ёмкостью 1 л при 550 ^{0}C, если исходная смесь состоит из 2 моль водорода и 1 моль йода. При данной температуре константа скорости прямой реакции $1{,}25 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с), а константа скорости обратной реакции $0{,}25 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с).

Вариант 25.

1. Для реакции 2A + B → R + S, протекающей в газовой фазе, определить степень превращения исходных реагентов x_A и x_B, если начальная концентрация реагента B составляет 60% об., а концентрация компонента A в продуктах реакции – 7% об.

2. Константа равновесия реакции

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \leftrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

равна 4. Рассчитать равновесный состав реакционной смеси, если для реакции взято 1 моль кислоты и 1,5 моль спирта.

Вариант 26.

1. Для реакции 2A + B → R + S, протекающей в газовой фазе, определить степень превращения исходных реагентов x_A и x_B, если начальная концентрация реагента B составляет 67% об., а концентрация компонента A в продуктах реакции – 8% об.

2. При постоянной температуре протекают две параллельные реакции:

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S;$$

с константами скоростей $k_1 = 10^{-3}$ с$^{-1}$и $k_2 = 10^{-2}$ с$^{-1}$. Перед началом реакции c_{A0}= 2 моль/м^3, c_{R0}= c_{S0}= 0. Определить значение скорости превращения реагента Аи продукта S в момент времени, когда c_R = 0,05 кмоль/м^3,
c_S = 0,5 кмоль/м^3. Каким будет это время?

Вариант 27.

1. Для реакции 2A + B → R + S, протекающей в газовой фазе, определить степень превращения исходных реагентов x_A и x_B, если начальная концентрация реагента B составляет 50% об., а концентрация компонента A в продуктах реакции – 5% об.

2. Рассчитать константу равновесия при 573 K, равновесную степень превращения x_p вещества A и равновесный состав смеси для жидкофазной реакции

$$A + B \leftrightarrow 2R,$$

если $\Delta H^0_{573} = -24{,}5$ кДж/моль; $\Delta S^0_{573} = -58$ кДж/(кмоль·К); $c_{A0} = 2$ кмоль/м^3; $c_{B0} = 2$ моль/м^3; $c_{R0} = 0$.

Вариант 28.

1. Для реакции 2A + B → R + S, протекающей в газовой фазе, определить степень превращения исходных реагентов x_A и x_B, если начальная концентрация реагента B составляет 60% об., а концентрация компонента A в продуктах реакции – 5% об.

2. Для обратимой реакции A ↔R в начальный момент времени парциальное давление реагента A составляет 0,13 атм, а парциальное давление вещества R $p_R = 0$. Через 10 мин парциальное давление реагента A стало $5{,}3 \cdot 10^{-2}$ атм, а вещества R – 7,7 10^{-2} атм. Рассчитать парциальное давление реагента A через 20 и 40 мин после начала реакции, если отношение $\frac{k_1}{k_{-1}} = 3$.

Вариант 29.

1. Определить коэффициент относительного полного изменения объема ε_A и степень превращения исходных реагентов x_A и x_B для газофазной реакции A + B → 2R + S, если в исходной газовой смеси C_{A0} = 40%об., а после реакции C_A = 5%об.

2. Определить равновесную степень превращения реагента A и производительность по продукту R для реакции

$$2A \leftrightarrow R + S,$$

протекающей в газовой фазе, если константа равновесия $K_c = 0{,}36$, температура проведения реакции 400 K, парциальное давление компонента в исходной смеси $p_{A0} = 0{,}1$ МПа, объёмный расход смеси через реактор 2 м^3/с, выход по продукту $E_R = 0{,}9$.

Вариант 30.

1. Определить коэффициент относительного полного изменения объема ε_A и степень превращения x_A для газофазной реакции A → 3R, если в исходной газовой смеси C_{A0} = 80%об. (остальное инерт), а после реакции C_A = 15%об.

2. Для двух параллельных реакций

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} 3S,$$

протекающих в жидкой фазе, константы скоростей $k_1 = 2 \cdot 10^{-2}$ с$^{-1}$ и $k_2 = 3{,}2 \cdot 10^{-3}$ с$^{-1}$. Определить время, при котором в продуктах будет содержаться 2,8 кмоль/м^{3}продукта R и 1,5 кмоль/м^{3}продукта S. Перед началом реакции концентрация реагента A была 5,4 кмоль/м^3, а вещества R и S отсутствовали.

Вариант 31.

1. Определить коэффициент относительного полного изменения объема ε_A и степень превращения исходных реагентов x_A и x_B для газофазной реакции A + B → 2R + S, если в исходной газовой смеси C_{A0} = 30%об., а после реакции C_A = 5%об.

2. Определить константу равновесия, равновесную степень превращения компонента Аи состав равновесной реакционной смеси для реакции:

$$A + 2B \leftrightarrow 3R,$$

если $\Delta G^0_{373} = -110$ кДж/моль; $c_{A0} = 1$ кмоль/м^3, $c_{B0} = 2$ кмоль/м^3; $T = 373$ K.

Вариант 32.

1. В газовой фазе протекает реакция A ↔ 2R. Вычислить равновесную степень превращения компонента А при давлении P = 5 МПа, если K_p= 2,05 МПа.

2. Две параллельные реакции

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} 3S$$

можно осуществить в диапазоне температур от 500 до 700 К. При какой температуре должны протекать реакции, чтобы обеспечить образование максимального числа молей продукта R.

$$k_1 = 10^{15} e^{\frac{-20000}{RT}} \text{ с}^{-1},$$

$$k_2 = 10^{14} e^{\frac{-10000}{RT}} \text{ с}^{-1}.$$

Ответ обосновать.

Вариант 33.

1. Обратимая реакция

$$A + B \leftrightarrow 2R$$

протекает при 298 К и характеризуется следующими термодинамическими параметрами: тепловым эффектом $\Delta H^0_{298} = -30$ кДж/моль и изменением энтропии $\Delta S^0_{298} = -80$ кДж/(кмоль·К). Определить, во сколько раз изменится величина равновесной степени превращения реагентов, если соотношение начальных концентраций реагентов c_{A0}: c_{B0} уменьшить от 0,5 до 0,25.

2. При высокой температуре уксусная кислота разлагается по двум направлениям:

$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2$$

$$CH_3COOH \rightarrow CH_2CO + H_2O$$

Константа скорости и энергия активации первой реакции при 1189 К равны 3,74 с$^{-1}$ и 155 кДж/моль соответственно; для второй реакции 4,65 с$^{-1}$ и184 кДж/моль соответственно. Рассчитать время, необходимое для того, чтобы уксусная кислота прореагировала на 99%, и максимальный выход кетена.

Вариант 34.

1. Обратимая реакция

$$A + B \leftrightarrow R + S$$

характеризуется следующими термодинамическими параметрами:
ΔH^0_{330}= –59500 кДж/кмоль; ΔS^0_{330}= –175,5 кДж/(кмоль·К). Определить состав равновесной реакционной смеси, если $c_{A0} = c_{B0}$= 1,5·10^{-2}кмоль/м^3, температура проведения процесса 330 К.

2. Последовательно протекают две реакции первого порядка

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

Концентрация промежуточного продукта R достигает максимального значения c_{Rmax}при 170 мин. Рассчитайте константы скоростей этих реакций.

Вариант 35.

1. Обратимая реакция первого порядка

$$A \leftrightarrow R$$

характеризуется следующими термодинамическими параметрами:
ΔH^0= –26000 кДж/кмоль, $K_{р,298}$ = 17,5. Определить, во сколько раз изменится значение равновесной степени превращения $x_р$, если температуру проведения процесса изменить с 298 до 348 К. Считать, что ΔH^0иΔS^0 не зависят от температуры.

2. Вычислить время, за которое достигается максимальная концентрация целевого продукта R в последовательной реакции

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

Константы скоростей k_1 и k_2 равны 2 и 5 с$^{-1}$ соответственно. В начале реакции c_{A0}= 1 кмоль/м^3, c_{S0} и c_{R0} = 0.
Определить степень превращения вещества Аи селективность по продукту R.

Вариант 36.

1. Для обратимой реакции

$$2A \leftrightarrow R + S$$

ΔG^0_{298} = –5620 кДж/кмоль. Найти равновесный состав смеси при 298 К, если c_{A0}= 0,2 кмоль/м^3; c_{R0}= c_{S0}= 0.

2. Протекают две последовательные реакции первого порядка:

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

Максимальная концентрация промежуточного продукта R при 250°С составляет $c_{R\,max}$ = 0,57c_{A0}.

Энергия активации целевой реакции равна 48000 Дж/моль, побочной реакции 39000 Дж/моль. При этом предэкспоненциальные множители в выражениях для констант скоростей обеих реакций примерно равны. При какой температуре следует проводить реакции, чтобы $c_{R\,max}$≥0,7c_{A0}.

Вариант 37.

1. Для обратимой реакции

$$A + B \leftrightarrow R + S$$

константы скорости прямой и обратной реакций могут быть определены по уравнениям:

$$k_1 = 6,2 \cdot 10^4 e^{\frac{-27600}{RT}},$$

$$k_{-1} = 7,5 \cdot 10^5 e^{\frac{-32000}{RT}}.$$

Определить состав равновесной реакционной смеси, если
T = 500 K; $c_{A0} = c_{B0} = = 2$ кмоль/м^3.

2. Газофазная реакция

$$A \leftrightarrow R + S$$

проводится при постоянном давлении и постоянной температуре. В исходной смеси содержится 100% вещества А. Равновесная степень превращения $x_р$ = 0,6. Как увеличить $x_р$ до 0,8 не меняя давления и температуры?

Вариант 38.

1. Для реакции гидрирования бензола

$$C_6H_6 + 3H_2 \leftrightarrow C_6H_{12},$$

проводимой при начальном мольном соотношении реагентов H_2:C_6H_6 = 10:1, равновесная степень превращения бензола равна 0,95. Рассчитать состав равновесной смеси.

2. Для двух параллельных реакций

$$A \xrightarrow{k_1} 2R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} 3S$$

с константами скоростейk_1= 0,01 с$^{-1}$ и k_2= 0,001 с$^{-1}$ определить время, при котором в продуктах будет содержаться 0,8 кмоль/м^3 вещества R и
0,3 кмоль/м^3 вещества S. Перед началом реакции концентрация вещества А была 1,4 кмоль/м^3, а вещества R и S отсутствовали.

Вариант 39.

1. Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода$x_р$ в газофазной реакции конверсии водяным паром стехиометрического состава

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2,$$

протекающей при давлении 0,5 МПа. Константа равновесия реакции $K_р$= 8. Найти мольное отношение H_2O:CO, необходимое для увеличения $x_р$ на 10%.

2. Для двух параллельных реакций

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

константы скорости k_1 = 0,175 мин $^{-1}$; k_2 = 0,025 мин $^{-1}$. Рассчитать состав реакционной смеси и селективность по целевому продукту Sчерез 10 мин после начала реакции, если исходная концентрация реагента Аc_{A0}= 1,75 моль/л.

Вариант 40.

1. Протекает обратимая реакция

$$A + 2B \leftrightarrow 2R + S,$$

N_{A0}=10 кмоль, N_{B0}=25 кмоль, N_R =12 кмоль. В равновесной смеси содержание исходного вещества А составляет 2,5 кмоль. Определить выход продукта R по веществу А.

2. При проведении последовательной реакции типа

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

степень превращения реагента А составила 0,9. Определить дифференциальную и интегральную селективности по целевому продукту R, если $k_1 = 0{,}2$ с$^{-1}$, $k_2 = 0{,}1$ с$^{-1}$.

Вариант 41.

1. Определить степень превращения по компоненту В (x_B) и состав реакционной смеси для реакции

$$A + 2B = 2R + S,$$

если $x_A = 0{,}6$; c_{A0} =1 кмоль/м^3; c_{B0}= 2 кмоль/м^3.

2. Для реакции дегидрирования вторичного бутилового спирта

$$C_2H_5CHOHCH_3 \leftrightarrow C_2H_5OCH_3 + H_2$$

зависимость константы равновесия K_p(Па) от температуры имеет вид:

$$\lg K_p = -\frac{2790}{T} + 1{,}51\lg T + 6{,}869$$

Найти состав в мольных процентах равновесной реакционной смеси при 600 К и общем давлении 0,2 МПа, если исходная смесь состоит из1 моль бутилового спирта и 1 моль водорода.

Вариант 42.

1. Определить конечный состав реакционной смеси для реакции

$$A+3B = 2R,$$

протекающей в жидкой фазе, если $x_A = 0{,}2$; $x_B = 0{,}2$; c_{A0}= 5 кмоль/м^3.

2. Дегидрирование этилбензола протекает по реакции

$$C_6H_5C_2H_5 \leftrightarrow C_6H_5C_2H_3 + H_2$$

при температуре 850 К и общем давлении 1 атм. С целью сдвига равновесия реакции вправо используют введение в исходную смесь инертного компонента (водяного пара).

Определить, каким должно быть соотношение пар:этилбензол, чтобы равновесная степень превращения увеличилась на 20 % по сравнению с равновесной степенью превращения, рассчитанной для стехиометрической смеси. Константа равновесия K_p = 0,5 атм$^{-1}$.

Вариант 43.

1. Дана реакция:

$$2A + 3B = R.$$

С целью более полного использования вещества А в реактор подаётся 1,5-кратный избыток вещества В, по сравнению со стехиометрией реакции. Определить степень превращения x_B, если $x_A = 0{,}9$.

2. Для реакции конверсии оксида углерода

$$CO + H_2O \leftrightarrow H_2 + CO_2$$

температурная зависимость константы равновесия имеет вид:

$$\lg K_p = -\frac{2203{,}24}{T} + 5{,}1588\cdot10^{-5}T + 2{,}5426\cdot10^{-7}T^2 - 7{,}4617\cdot10^{-11}T^3 - 2{,}3.$$

Найти состав равновесной смеси при $T = 700$ K, если в исходной смеси на 1 моль CO приходится 2,4 моль H_2O.

Вариант 44.

1. Газификация с водяным паром 1 т кокса, содержащего (мас. %) C – 96,5; H_2O – 3,5, осуществляется по реакциям:

$$C + H_2O = CO + H_2$$
$$CO + H_2O = CO_2 + H_2$$

Степень превращения углерода равна 0,93, селективность процесса по CO равна 0,88. Рассчитать состав полученного газа. Водяной пар поступает в двукратном избытке по отношению к стехиометрии реакции.

2. Определить равновесную степень превращения реагента А и производительность по продукту R для реакции

$$2A \leftrightarrow R + S,$$

протекающей в газовой фазе, если константа равновесия $K_c = 0{,}36$, температура проведения реакции 400 K, парциальное давление компонента в исходной смеси $p_{A0} = 0{,}1$ МПа, объёмный расход смеси через реактор 2 м^3/с, выход по продукту $E_R = 0{,}9$.

Вариант 45.

1. Определить конечный состав реакционной смеси для реакции,

$$A + 3B = 2R,$$

протекающей в жидкой фазе, если $x_A = 0{,}1$; $x_B = 0{,}3$; $c_{B0} = 5$ кмоль/м^3.

2. При проведении последовательной реакции типа

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

степень превращения реагента А составила 0,9. Определить дифференциальную и интегральную селективности по целевому продукту R, если $k_1 = 0{,}2$ с$^{-1}$, $k_2 = 0{,}1$ с$^{-1}$.

Вариант 46.

1. Найти количество водяного пара и продуктов при газификации 1 т кокса, идущей по реакциям:

$$C + H_2O = CO + H_2 - 131 \text{ кДж}$$
$$CO + H_2O = CO + H_2 + 42 \text{ кДж}$$

Содержание в коксе зольных примесей 3 мас. %, массовое соотношение пар: кокс = 1,5, степень превращения углерода в коксе 0,98, выход оксида углерода 0,90. Найти также общее количество подведённого тепла.

2. Рассчитать константу равновесия для реакции синтеза хлористого водорода из водорода и хлора, если равновесная степень превращения по хлору равна 0,65. Синтез проводится под давлением 0,3 МПа. Реакционная смесь взята в стехиометрическом соотношении.

Вариант 47.

1. Определить коэффициент относительного полного изменения объема ε_A и степень превращения исходных реагентов x_A и x_B для газофазной реакции

$$A + B \rightarrow 2R + S,$$

если в исходной газовой смеси C_{A0} = 30%об., а после реакции C_A = 5%об.

2. Газофазная обратимая реакция первого порядка $A \leftrightarrow R$ протекает при постоянном объёме. В исходном состоянии компонент R отсутствует, а парциальное давление компонента A p_{A0}= 0,13 атм. Через 10 мин парциальное давление компонента A стало 0,053 атм, а компонента R - 0,077 атм. Рассчитать величину парциального давления компонента A через 20 и 40 мин, если отношение $\frac{k_1}{k_{-1}} = 3$.

Вариант 48.

1. Определить степень превращения по компоненту B (x_B) и состав реакционной смеси для реакции

$$A + 2B = 2R + S,$$

если x_A = 0,6; c_{A0} =1 кмоль/м^3; c_{B0}= 3 кмоль/м^3.

2. При постоянной температуре протекают две параллельные реакции:

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S;$$

с константами скоростей $k_1 = 10^{-3}$ с$^{-1}$и $k_2 = 10^{-2}$ с$^{-1}$. Перед началом реакции c_{A0}= 2 моль/м^3, c_{R0}= c_{S0}= 0. Определить значение скорости превращения реагента Аи продукта S в момент времени, когда c_R = 0,05 кмоль/м^3,
c_S = 0,5 кмоль/м^3. Каким будет это время?

Вариант 49.

1. В реакторе протекают реакции:

$$A + 2B = R,$$
$$R + B = S,$$
$$A + B = 2T$$

Начальные концентрации (кмоль/м^3): c_{A0}= 2; c_{B0}= 2,3;c_{R0}= c_{S0}= c_{T0}= 0, объёмный расход смеси составляет 0,05 м^3/с. Концентрации на выходе из реактора (кмоль/м^3): c_T= 0,2; c_S= 0,4; c_A= 1,4. Определить производительность по продукту R.

2. Газофазная реакция

$$A \leftrightarrow R + S$$

проводится при постоянном давлении и постоянной температуре. В исходной смеси содержится 100% вещества А. Равновесная степень превращения
$x_р$ = 0,6. Как увеличить $x_р$ до 0,8 не меняя давления и температуры?

Вариант 50.

1. Определить коэффициент относительного полного изменения объема ε_A и степень превращения x_A для газофазной реакции A → 3R, если в исходной газовой смеси C_{A0} = 80%об. (остальное инерт), а после реакции C_A = 15%об.
2. Константа скорости реакции равна 0,025 с$^{-1}$. Исходная концентрация реагента составляет 1 кмоль/м^3. Определить скорости реакции, протекающей в замкнутом объёме через 10, 20, 30, 40, 50 с от начала реакции.

2) Контрольная работа № 2 (раздел 3)

Вариант 1.

1. Реактор периодического действия за 8 ч должен производить N_R = 4,8 кмоль продукта R. Чтобы загрузить реактор, нагреть его до нужной температуры и разгрузить после окончания процесса, требуется1 ч.

1) Найти необходимый объём реактора, если известно, что в реакторе протекает реакция A →R с константой скорости 0,026 мин$^{-1}$, начальная концентрация вещества A равна 8 кмоль/м^3, 99 % которого подвергается превращению.

2) Определить объёмы реакторов ИС-Н и ИВ для получения такого же количества продуктаR в сутки при той же степени превращения вещества A.

2. В реакторе идеального смешения объёмом 0,3 м^3 проводится экзотермическая реакция 1-го порядка A→ R + $Q_р$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 exp(-\frac{20000}{RT})$ мин$^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·К). Раствор реагента A подаётся с концентрацией 6 кмоль/м^3 в количестве 0,6 м^3/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества A в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 ^{0}С.

Вариант 2.

1. Проводится жидкофазная реакция 1-го порядка A → R с константой скорости 0,45 мин$^{-1}$. Объёмный расход реагента A составляет
30 л/мин. Сравнить степень превращения вещества A, достигаемую в реакторах смешения и вытеснения объёмом 150 л каждый.

2. В РИВ в адиабатическом режиме проводится реакция

$$A + B = R + S + Q_р$$

Концентрации веществ A и B в исходных потоках равны по2,4 кмоль/м^3. Реакционная смесь поступает в реактор с объёмным расходом1,55·10^{-3} м^3/с при температуре 20 ^{0}С. Температура потока на выходе из реактора равна 53 ^{0}С. Константа скорости реакции описывается уравнением

$$k = 6{,}52\cdot10^5 exp(-\frac{5{,}1\cdot10^3}{T})\ \text{м}^3/(\text{кмоль}\cdot\text{с}).$$

Определить объём реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу A x_A= 0,82.

Вариант 3.

1. Жидкофазный процесс описывается простой реакцией1-го порядка A $\rightarrow$R с константой скорости0,12 мин$^{-1}$. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 3 кмоль/м^3. Требуемая степень превращения вещества A равна 0,85.

2. Определить температуру реакции и степень превращения, если реакцию A$\rightarrow$ R + $Q_р$ проводить в адиабатическом режиме в реакторе идеального смешения объёмом 0,05 м^3. Объёмный расход входного потока с концентрацией вещества Ac_{A0} = 3 кмоль/м^3 при температуре T_0 = 325 К равен 1,75·10^{-3}м^3/с, константа скорости реакции $k = 10^5 exp\left(-\frac{45300}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Тепловой эффект реакции равен 2,8·10^7 Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 524 кг/м^3, а удельная теплоёмкость 1200 Дж/(кг·К) сохраняется примерно постоянной.

Вариант 4.

1. Для двух параллельных реакций,

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

константы скоростей которыхk_1 = 0,15 с$^{-1}$и k_2 = 0,4 м^3/(кмоль·с), предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 0,8кмоль/м^3, $c_{R0} = c_{S0} = 0$, Объёмный расход реакционной смеси равен 2,4·10^{-3} м^3/с.

Найти объём реактора и интегральную селективность при 85-процентном превращении вещества A.

2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка

2A = R +$Q_р$с константой скорости $k = 10^{13}\exp\left(-\frac{1200}{T}\right)$, с$^{-1}$. В реактор подаётся поток с концентрацией вещества A c_{A0} = 3,2 кмоль/м^3 при T_0 = 315 К. Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 357 К. Тепловой эффект реакции составляет 2,7·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3. Рассчитать производительность реактора по продукту R.

Вариант 5.

1. Процесс описывается реакцией 1-го порядка типа A $\rightarrow$ 2R с константой скорости 2,3·10^{-3} с$^{-1}$. Исходная концентрация вещества A составляет 1,6 моль/л. Объёмный расход вещества A равен 3,6 м^3/ч. Заданная степень превращения по веществу A равна 0,86. Рассчитать производительность реактора вытеснения по продукту R и его объём.

2. Необратимую экзотермическую реакцию A $\rightarrow$ R + $Q_р$ с тепловым эффектом $Q_р$= 2,1·10^7 Дж/кмоль, проводят в адиабатическом реакторе идеального смешения объёмом 10 м^3. Константа скорости описывается уравнением $k = 10^{18} exp\left(-\frac{120000}{T}\right)$, с$^{-1}$.

Плотность раствора не зависит от температуры и равна 1420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость постоянна и равна 2080 Дж/(кг·К). Раствор с концентрацией реагента A 6кмоль/м^3 подаётся в реактор в количестве 36 м^3/ч. Известно, что температура в реакторе не должна превышать 353 К. Определить температуру, при которой следует подавать исходный раствор.

Вариант 6.

1. В непрерывном реакторе идеального смешения осуществляется жидкофазный процесс, описываемый последовательной реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

Константы скоростей реакций k_1 = 0,6 ч$^{-1}$, k_2 = 0,8 ч$^{-1}$. Объёмный расход реакционной смеси равен 2,4 м^3/ч. Исходные концентрации веществ соответственно равны: c_{A0}= 5 моль/л, c_{R0}= c_{S0}= 0. Рассчитать необходимый объём реактора для получения максимального выхода целевого продукта R.

2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка

$$2A = R + Q_р$$

с константой скорости $k = 10^{13} exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$. В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен 3,2·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3.

Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения вещества А равна 0,8.

Вариант 7.

1. Жидкофазная реакция A → 2R имеет константу скорости0,38 мин$^{-1}$. Объёмный расход исходного вещества составляет 3,6 м^3/ч. Исходная концентрация вещества c_{A0}= 0,8 моль/л. Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора смешения объёмом 2 м^3.

2. Эндотермическая реакция первого порядка

$$A \rightarrow R - Q_Р$$

проводится в РИС-Н при температуре 60^{0}С. Константа скорости реакции

$$k = 2{,}4 \cdot 10^3 exp\left(-\frac{27000}{RT}\right), \text{ с}^{-1}.$$

Удельная теплоемкость смеси1,3 кДж/(кг·град), плотность смеси 1030 кг/м^3, тепловой эффект реакции $Q_Р$ = 23000 Дж/моль, c_{A0}=1,7кмоль/м^3, объёмный расход смеси в реакторе 1,2·10^{-3} м^3/с, входная температура 72 ^{0}С. Определить степень превращения вещества А и объём реактора.

Вариант 8.

1. Процесс описывается реакцией 2-го порядка 2A → R с константой скорости 2,3·10^{-2} м^3/(кмоль·с). Исходная концентрация вещества А составляет 0,6моль/л. Объёмный расход вещества А равен 3,6 м^3/ч. Заданная степень превращения вещества А равна 0,85. Определить объём реактора вытеснения.

2. Для параллельной реакции A →R и A → 2S,
константы скоростей k_1 = 0,12 с$^{-1}$ и k_2 =3 м^3/(кмоль·мин), следует предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 2,4 моль/л, c_{R0} = c_{S0} = 0. Объёмный расход реакционной смеси равен 0,3 м^3/мин.Найти объём реактора и интегральную селективность при 50-процентном превращении вещества А.

Вариант 9.

1. Жидкофазный процесс описывается реакцией 2A → R 1-го порядка с константой скорости 0,12 мин$^{-1}$. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 3 кмоль/м^3. Требуемая степень превращения вещества A равна 0,8. Определить часовую производительность реактора ИС-Н объёмом 3,6 м^{3}по веществу A.

2.Параллельные реакции A → 2R и A → 3S проводят в реакторе ИВ в изотермических условиях. Константы скоростей реакций:

$$k_1 = 5{,}4\cdot10^4 exp\left(-\frac{42000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1},\ k_2 = 3{,}2\cdot10^4 exp\left(-\frac{46000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Определить температуру, при которой на образование трёх молей вещества R получается один моль вещества S, а также время пребывания, необходимое для достижения степени превращения, равной 80 %.

Вариант 10.

1. Процесс описывается параллельной реакцией типа

$$\text{A} \xrightarrow{k_1} \text{R};$$

$$\text{A} \xrightarrow{k_2} \text{S}$$

с константами скоростей k_1 = 0,28 л/(моль·мин) и k_2=0,12 л/(моль·мин). Объёмный поток вещества A с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Объём реактора вытеснения равен 0,4 м^3. Определить производительность реактора по продукту R.

2. Газовая смесь поступает в реактор со скоростью 2,5·10^{-3} кмоль/с. Начальная температура смеси 833 К, давление 5·10^5 Па. Диаметр реактора равен 0,2 м. В реакторе без теплообмена протекает реакцияA + B = R + $Q_р$.

Состав исходной смеси в мольных процентах следующий: 40 % вещества A, 40 % вещества B и 20% инертных газов. Удельные теплоёмкости исходных реагентов, продуктов реакции и инертных газов соответственно равны 25·10^3, 42·10^3, 21·10^3 Дж/(кмоль·К). Тепловой эффект реакции принят не зависящим от температуры и составляет 53,3·10^6 Дж/кмоль. Зависимость константы скорости от температуры:

T, К	778	805	834	860	890
k, м^3/(кмоль·с)	1,35	2,64	5,2	10,15	19,4

Определить необходимую длину реактора для достижения степени превращения по веществу A, равной 95 %.

Вариант 11.

1. В жидкофазном процессе протекает реакция 2-го порядка $2A \rightarrow R$ с константой скорости 2,3 л/(моль·мин). Объёмный расход смеси с концентрацией исходного реагента c_{A0} = 0,5 кмоль/м^3 равен 3,6 м^3/ч. Определить часовую производительность по продукту R в РИС-Н объёмом 0,4 м^3.

2. В реакторе идеального смешения непрерывного действия проводится экзотермическая реакция

$$A \rightarrow R + Q_р$$

с тепловым эффектом, равным 190 кДж/кмоль. Расход вещества А при температуре 15 ^{0}С составляет 0,2 кмоль/с. Удельная теплоёмкость реакционной смеси составляет 16,7 кДж/(кмоль·К). Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 49 ^{0}С. Степень превращения вещества А равна 0,8. Средняя разность температур между охлаждающим агентом и реакционной смесью составляет 10°. Коэффициент теплопередачи равен 419 кДж/(кмоль·К). Определить количество отводимого или подводимого тепла и требуемую поверхность теплообмена.

Вариант 12.

1. Процесс описывается параллельной реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей k_1 = 0,18·мин$^{-1}$ и k_2 = 0,06 мин$^{-1}$. Объёмный поток вещества А равен 250 л/мин. Процесс проводится в реакторе ИС-Н объёмом 250 л. Концентрация вещества R на выходе из реактора равна 1,2 моль/л. Определить концентрацию вещества А на входе в реактор и степень превращения вещества А.

2. В реакторе идеального смешения объёмом 0,3 м^3 проводится экзотермическая реакция 1-го порядка $A \rightarrow R + Q_р$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 exp(-\frac{20000}{RT})$ мин$^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·К). Раствор реагента А подаётся с концентрацией 6 кмоль/м^3 в количестве 0,6 м^3/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества А в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 ^{0}С.

Вариант 13.

1. Жидкофазная реакция типа

$$A \rightarrow 2R$$

имеет константу скорости равную 3,8 $ч^{-1}$. Объёмный расход исходного вещества А с концентрацией 0,8 моль/л составляет 14,5 $м^3$/ч. Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора идеального смешения объёмом 2 $м^3$.

2. В РИВ в адиабатическом режиме проводится реакция

$$A + B = R + S + Q_р$$

Концентрации веществ А и В в исходных потоках равны по 2,4 кмоль/$м^3$. Реакционная смесь поступает в реактор с объёмным расходом $1{,}55 \cdot 10^{-3}$ $м^3$/с при температуре 20 ^{0}С. Температура потока на выходе из реактора равна 53 ^{0}С. Константа скорости реакции описывается уравнением

$$k = 6{,}52 \cdot 10^5 exp(-\frac{5{,}1 \cdot 10^3}{T})\ м^3/(кмоль \cdot с).$$

Определить объём реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу А $x_A = 0{,}82$.

Вариант 14.

1. Процесс описывается параллельной реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей k_1 = 0,28 $мин^{-1}$ и k_2 = 0,12 $мин^{-1}$. Объёмный поток вещества А с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Процесс проводится в реакторе вытеснения. Определить объём реактора и концентрацию вещества S при условии, что производительность по продукту R составляет 4,8 кмоль/ч.

2. Определить температуру реакции и степень превращения, если реакцию $A \rightarrow R + Q_р$ проводить в адиабатическом режиме в реакторе идеального смешения объёмом 0,05 $м^3$. Объёмный расход входного потока с концентрацией вещества Аc_{A0} = 3 кмоль/$м^3$ при температуре T_0 = 325 К равен $1{,}75 \cdot 10^{-3} м^3$/с, константа скорости реакции $k = 10^5 exp\left(-\frac{45300}{RT}\right)$, $с^{-1}$. Тепловой эффект реакции равен $2{,}8 \cdot 10^7$ Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 524 кг/$м^3$, а удельная теплоёмкость 1200 Дж/(кг·К) сохраняется примерно постоянной.

Вариант 15.

1. Процесс описывается параллельной реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей k_1 = 0,28 л/(моль·мин) и k_2 = 0,12 л/(моль·мин). Поток вещества А поступает с концентрацией 1,6 моль/л. Процесс проводится в реакторе смешения объёмом 200 л. Степень превращения вещества А составляет 0,8. Определить часовой расход исходного потока.

2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка 2А = R +$Q_р$с константой скорости $k = 10^{13}\exp\left(-\frac{1200}{T}\right)$, с$^{-1}$. В реактор подаётся поток с концентрацией вещества А c_{A0} = 3,2 кмоль/м^3 при T_0 = 315 К. Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 357 К. Тепловой эффект реакции составляет 2,7·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3. Рассчитать производительность реактора по продукту R.

Вариант 16.

1. Процесс описывается реакцией типа 2А → R с константой скорости превращения вещества А 0,24 л/(моль·мин). Исходная концентрация вещества А составляет 1,8 кмоль/м^3. Производительность реактора по продукту R составляет 3,8 кмоль/ч. Концентрация продукта R на выходе из реактора составляет 0,8 моль/л. Определить требуемый объём реактора вытеснения и степень превращения вещества А.

2. Необратимую экзотермическую реакцию А → R + $Q_р$ с тепловым эффектом $Q_р$= 2,1·10^7 Дж/кмоль, проводят в адиабатическом реакторе идеального смешения объёмом 10 м^3. Константа скорости описывается уравнением $k = 10^{18}exp\left(-\frac{120000}{T}\right)$, с$^{-1}$. Плотность раствора не зависит от температуры и равна 1420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость постоянна и равна 2080 Дж/(кг·К). Раствор с концентрацией реагента А 6кмоль/м^3 подаётся в реактор в количестве 36 м^3/ч. Известно, что температура в реакторе не должна превышать 353 К. Определить температуру, при которой следует подавать исходный раствор.

Вариант 17

1. Жидкофазная реакция

$$2A \rightarrow R + S$$

имеет константу скорости k =0,38 л/(моль·мин). Объёмный расход исходного вещества А с концентрацией c_{A0} = 0,4 моль/л равен 40 л/мин. Определить объём реактора вытеснения при проведении процесса до степени превращения 0,9.

2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка2А = R + $Q_р$с константой скорости $k = 10^{13}exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$.

В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен 3,2·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3.

Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения А равна 0,8.

Вариант 18

1. Процесс описывается последовательной реакцией типа A→R→S с константами скоростей k_1 = 0,18·мин$^{-1}$ и k_2 = 0,06 мин$^{-1}$. Объёмный поток вещества A равен 40 л/мин. Процесс проводится в реакторе смешения объёмом 60 л. Концентрация вещества A на входе в реактор равна 2,4 моль/л. Определить концентрации всех веществ на выходе из реактора.

2. Эндотермическая реакция A →R−Q_P первого порядка проводится в РИС-Н при температуре 60^{0}С. Константа скорости реакции

$$k = 2{,}4\cdot 10^3 exp\left(-\frac{27000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Удельная теплоемкость смеси1,3 кДж/(кг·град), плотность смеси 1030 кг/м^3, тепловой эффект реакции Q_P = 23000 Дж/моль, c_{A0}=1,7кмоль/м^3, объёмный расход смеси в реакторе 1,2·10^{-3} м^3/с, входная температура 72 ^{0}С. Определить степень превращения вещества A и объём реактора.

Вариант 19.

1. Жидкофазная реакция 2A → R + S имеет константу скорости
k =0,38 л/(моль·мин). Объёмный расход исходного вещества A с концентрацией c_{A0} = 0,4 моль/л равен 40 л/мин. Определить объём реактора смешения при проведении процесса до степени превращения 0,9.

2. Для параллельной реакции A →R и A → 2S, константы скоростей k_1 = 0,12 с$^{-1}$ и k_2 =3 м^3/(кмоль·мин), следует предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 2,4 моль/л, c_{R0} = c_{S0} = 0. Объёмный расход реакционной смеси равен 0,3 м^3/мин. Найти объём реактора и интегральную селективность при 50-процентном превращении вещества A.

Вариант 20.

1. Процесс описывается реакцией типа A → 2R с константой скорости k =0,24 мин$^{-1}$. Заданная степень превращения вещества A равна 0,8. Исходная концентрация вещества A составляет 1,8 кмоль/м^3. Производительность реактора по продукту R составляет 5,8 кмоль/ч. Определить требуемый объём реактора вытеснения и объёмный расход исходной смеси.

2. Параллельные реакции A → 2R и A → 3S проводят в реакторе ИВ в изотермических условиях. Константы скоростей реакций:

$$k_1 = 5{,}4\cdot 10^4 exp\left(-\frac{42000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1},\ k_2 = 3{,}2\cdot 10^4 exp\left(-\frac{46000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Определить температуру, при которой на образование трёх молей вещества R получается один моль вещества S, а также время пребывания, необходимое для достижения степени превращения, равной 80 %.

Вариант 21.

1. Жидкофазная обратимая реакция 2-го порядка 2A → R + S имеет константу скорости прямой реакции k =2·10^{-3} м^3/(кмоль·с) и константу равновесия $K_р$= 9. Объёмный расход исходного потока с концентрациейc_{A0}= 1,5 моль/л равен 4,8 м^3/ч. Требуемая степень превращения вещества A составляет 80 % от равновесной степени превращения. Определить необходимый объём реактора идеального смешения.

2. Газовая смесь поступает в реактор со скоростью 2,5·10^{-3} кмоль/с. Начальная температура смеси 833 К, давление 5·10^5 Па. Диаметр реактора 0,2 м. В реакторе без теплообмена протекает реакция A + B = R + $Q_р$.
Состав исходной смеси в мольных процентах следующий: 40 % вещества A, 40 % вещества B и 20% инертных газов. Удельные теплоёмкости исходных реагентов, продуктов реакции и инертных газов соответственно равны 25·10^3, 42·10^3, 21·10^3 Дж/(кмоль·К). Тепловой эффект реакции принят не зависящим от температуры и составляет 53,3·10^6 Дж/кмоль. Зависимость константы скорости от температуры:

T, К	778	805	834	860	890
k, м^3/(кмоль·с)	1,35	2,64	5,2	10,15	19,4

Определить необходимую длину реактора для достижения степени превращения по веществу A, равной 95 %.

Вариант 22.

1. Процесс описывается реакцией типа A → R с константой скорости
k_1 = 0,28 л/(моль·мин). Процесс проводится в реакторе вытеснения объёмом 140 л. Поток вещества A поступает с концентрацией 1,6 моль/л. Степень превращения вещества A составляет 0,7. Рассчитать производительность реактора по продукту R.

2. В реакторе идеального смешения непрерывного действия проводится экзотермическая реакция A → R + $Q_р$ с тепловым эффектом$Q_Р$ = 190 кДж/кмоль. Расход вещества A при температуре 15 ^{0}C составляет 0,2 кмоль/с. Удельная теплоёмкость реакционной смеси составляет 16,7 кДж/(кмоль·К). Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 49 ^{0}C. Степень превращения вещества A равна 0,8. Средняя разность температур между охлаждающим агентом и реакционной смесью составляет 10 град. Коэффициент теплопередачи равен 419 кДж/(кмоль·К). Определить количество отводимого или подводимого тепла и требуемую поверхность теплообмена.

Вариант 23.

1. Жидкофазный процесс описывается сложной последовательной реакцией типа

$$A \rightarrow R \rightarrow S$$

Константы скоростей реакций равны $k_1 = 2$ с$^{-1}$; $k_2 = 0{,}8$ с$^{-1}$. Исходная концентрация вещества А равна 1,8 моль/л. Объёмный расход входного потока равен 18 м^3/ч.
Рассчитать объём реактора смешения с целью получения максимального количества продукта R, найти селективность и производительность по продукту R.

2. В реакторе идеального смешения объёмом 0,3 м^3 проводится экзотермическая реакция 1-го порядка $A \rightarrow R + Q_р$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 exp(-\frac{20000}{RT})$ мин$^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·К). Раствор реагента А подаётся с концентрацией 6 кмоль/м^3 в количестве 0,6 м^3/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества А в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 ^{0}С.

Вариант 24.

1. Процесс описывается параллельной реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей $k_1 = 0{,}28$ мин$^{-1}$ и $k_2 = 0{,}12$ мин$^{-1}$. Объёмный поток на входе в реактор с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Процесс проводится в реакторе вытеснения. Определить объём реактора и концентрацию вещества S на выходе из реактора при условии, что производительность по продукту R составляет 4,8 кмоль/ч.

2. В РИВ в адиабатическом режиме проводится реакция

$$A + B = R + S + Q_р$$

Концентрации веществ А и В в исходных потоках равны по 2,4 кмоль/м^3. Реакционная смесь поступает в реактор с объёмным расходом $1{,}55 \cdot 10^{-3}$ м^3/с при температуре 20 ^{0}С. Температура потока на выходе из реактора равна 53 ^{0}С. Константа скорости реакции описывается уравнением

$$k = 6{,}52 \cdot 10^5 exp(-\frac{5{,}1 \cdot 10^3}{T})\ \text{м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{с}).$$

Определить объём реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу А $x_A = 0{,}82$.

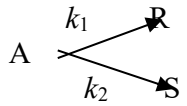
Вариант 25.

1. Процесс описывается реакцией типа A $\rightarrow$ 2R с константой скорости k =0,6 мин$^{-1}$. Заданная степень превращения вещества A равна 0,85. Исходная концентрация вещества A составляет 1,8 моль/л. Производительность реактора по продукту R составляет 5,8 кмоль/ч. Определить требуемый объём реактора вытеснения.

2. Определить температуру реакции и степень превращения, если реакцию
A$\rightarrow$ R + $Q_р$ проводить в адиабатическом режиме в реакторе идеального смешения объёмом 0,05 м^3. Объёмный расход входного потока с концентрацией вещества Ac_{A0} = 3 кмоль/м^3 при температуре T_0 = 325 К равен 1,75·10^{-3}м^3/с, константа скорости реакции $k = 10^5 exp\left(-\frac{45300}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Тепловой эффект реакции равен 2,8·10^7 Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 524 кг/м^3, а удельная теплоёмкость 1200 Дж/(кг·К) сохраняется примерно постоянной.

Вариант 26.

1. Процесс описывается параллельной реакцией типа



с константами скоростей k_1 = 0,3 л/(моль·мин) и k_2 = 0,2 л/(моль·мин). Объёмный поток равен 6 м^3/ч. Процесс проводится в реакторе вытеснения объемом 300 л. Концентрация продукта R на выходе из реактора равна
2,5 кмоль/м^3. Определить мольную нагрузку на реактор по веществу A и степень его превращения в реакторе.

2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка 2A = R +$Q_р$
с константой скорости $k = 10^{13}\exp\left(-\frac{1200}{T}\right)$, с$^{-1}$. В реактор подаётся поток с концентрацией вещества A c_{A0} = 3,2 кмоль/м^3 при T_0 = 315 К. Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 357 К. Тепловой эффект реакции составляет 2,7·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3.
Рассчитать производительность реактора по продукту R.

Вариант 27.

1. В реакторе периодического действия при изотермическом режиме работы и без изменения массовой плотности реакционной смеси проводят две параллельные реакции 1-го порядка

$$A \xrightarrow{k_1} R;$$

$$A \xrightarrow{k_2} S$$

Через 50 мин после начала реакции 90 % исходного вещества разложилось. Получившийся продукт содержит на один моль продукта S 9,1 моль продукта R. На начало реакции продукты R и S отсутствовали. Определить константы скоростей реакций.

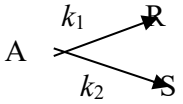
2. Необратимую экзотермическую реакцию $A \rightarrow R + Q_р$ с тепловым эффектом $Q_р = 2{,}1 \cdot 10^7$ Дж/кмоль, проводят в адиабатическом реакторе идеального смешения объёмом 10 м^3. Константа скорости описывается уравнением

$k = 10^{18} exp\left(-\frac{120000}{T}\right)$, с$^{-1}$. Плотность раствора не зависит от температуры и равна 1420 кг/м^3.

Удельная теплоёмкость постоянна и равна 2080 Дж/(кг·К). Раствор с концентрацией реагента А 6 кмоль/м^3 подаётся в реактор в количестве 36 м^3/ч. Известно, что температура в реакторе не должна превышать 353 К. Определить температуру, при которой следует подавать исходный раствор.

Вариант 28.

1. Жидкофазный процесс описывается сложной параллельной реакцией



Объёмный расход входного потока с концентрацией c_{A0} =0,8 кмоль/м^3 равен 2,4 л/мин. Требуемая степень превращения x_A= 0,85.Выбрать тип реактора, рассчитать его объём, интегральную селективность и производительность по целевому продукту R, если k_1 = 1,5 мин$^{-1}$, k_2 = 4 м^3/(кмоль·мин).

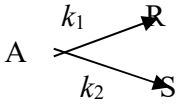
2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка

$2A = R + Q_р$с константой скорости $k = 10^{13} exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$. В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен $3{,}2 \cdot 10^7$ Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна $2{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3.

Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения вещества А равна 0,8.

Вариант 29.

1. Для сложной параллельной реакции



с константами k_1 = 2 с$^{-1}$, k_2 = 0,7 с$^{-1}$, требуется определить:

1) Количество молей продуктов R и S, образовавшихся на один моль введённого реагента A для реактора идеального вытеснения и реактора идеального смешения, если степень превращения исходного реагента для обоих реакторов равна 0,95.

2) Время пребывания, необходимое для достижения указанной степени превращения в реакторе каждого типа.

2. Эндотермическая реакция A $\rightarrow$R$-Q_P$ первого порядка проводится в РИС-Н при температуре 60^{0}С. Константа скорости реакции

$k = 2{,}4\cdot10^3 exp\left(-\dfrac{27000}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Удельная теплоемкость смеси1,3 кДж/(кг·град), плотность смеси 1030 кг/м^3, тепловой эффект реакции Q_P = 23000 Дж/моль,
c_{A0}=1,7 кмоль/м^3, объёмный расход смеси в реакторе 1,2·10^{-3} м^3/с, входная температура 72 ^{0}С. Определить степень превращения вещества A и объём реактора.

Вариант 30.

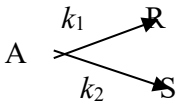
1. Газофазная необратимая реакция 2-го порядка A $\rightarrow$ 3R исследовалась в опытном реакторе, представляющем собой трубу длиной 1,8 м и диаметром 2,54 см. Реакцию изучали при 350 ^{0}С под давлением 5 атм. Расход исходной смеси газа составлял 3,1·10^{-4} м^3/с. При этих условиях была достигнута степень превращения x_A= 0,6. Промышленный процесс проводили при 350 ^{0}С и давлении 25 атм. Мощность промышленной установки по газу составляла 2,35·10^{-2} м^3/с. Исходная газовая смесь содержала 50 % вещества A и 50 % инерта. Требуемая степень превращения x_A= 0,8. Определить число труб указанного размера в промышленном реакторе.

2. Для параллельной реакции A $\rightarrow$R и A $\rightarrow$ 2S, константы скоростей

k_1 = 0,12 с$^{-1}$ и k_2 =3 м^3/(кмоль·мин), следует предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 2,4 моль/л, c_{R0} = c_{S0} = 0. Объёмный расход реакционной смеси равен 0,3 м^3/мин. Найти объём реактора и интегральную селективность при 50-процентном превращении вещества A.

Вариант 31.

1. Для параллельной реакции



С константами скоростей k_1 = 0,12 с$^{-1}$и k_2 =3 м^3/(кмоль·мин) следует предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 2,4 моль/л, c_{R0} = c_{S0} = 0. Объёмный расход реакционной смеси равен 0,3 м^3/мин. Найти объём реактора и интегральную селективность при 50-процентном превращении вещества А.

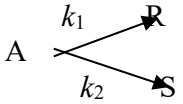
2. Параллельные реакции A → 2R и A → 3S проводят в реакторе ИВ в изотермических условиях. Константы скоростей реакций:

$$k_1 = 5{,}4\cdot10^4 exp\left(-\frac{42000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1},\ k_2 = 3{,}2\cdot10^4 exp\left(-\frac{46000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Определить температуру, при которой на образование трёх молей вещества R получается один моль вещества S,а также время пребывания, необходимое для достижения степени превращения, равной 80 %.

Вариант 32.

1. Жидкофазный процесс описывается сложной параллельной реакцией



Объёмный расход входного потока с концентрацией c_{A0} =0,8 кмоль/м^3 равен 2,4 л/мин. Требуемая степень превращения x_A= 0,85.Выбрать тип реактора, рассчитать его объём, интегральную селективность и производительность по целевому продукту R, если k_1 = 4 м^3/(кмоль·мин.),k_2 = 1,5 мин$^{-1}$.

2. Газовая смесь поступает в реактор со скоростью 2,5·10^{-3} кмоль/с. Диаметр реактора равен 0,2 м. Начальная температура смеси 833 К, давление 5·10^5 Па. В реакторе без теплообмена протекает реакция A + B = R + Q_p. Состав исходной смеси в мольных процентах следующий: 40 % вещества А, 40 % вещества В и 20% инертных газов. Удельные теплоёмкости исходных реагентов, продуктов реакции и инертных газов соответственно равны 25·10^3, 42·10^3, 21·10^3 Дж/(кмоль·К). Тепловой эффект реакции принят не зависящим от температуры и составляет 53,3·10^6 Дж/кмоль. Зависимость константы скорости от температуры:

T, К	778	805	834	860	890
k, м^3/(кмоль·с)	1,35	2,64	5,2	10,15	19,4

Определить необходимую длину реактора для достижения степени превращения по веществу А, равной 95 %.

Вариант 33.

1. В реакторе идеального смешения непрерывного действия проводится экзотермическая реакция A → R + 190 кДж/кмоль. Расход вещества A при температуре 15 ^{0}C составляет 0,2 кмоль/с. Удельная теплоёмкость реакционной смеси составляет 16,7 кДж/(кмоль·K). Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 49 ^{0}C. Степень превращения вещества A равна 0,8. Коэффициент теплопередачи равен 419 кДж/(кмоль·K). Средняя разность температур между охлаждающим агентом и реакционной смесью составляет10^o. Определить количество отводимого или подводимого тепла и требуемую поверхность теплообмена.

2.Жидкофазная реакция 2A → R + S имеет константу скорости
k =0,38 л/(моль·мин). Объёмный расход исходного вещества A с концентрацией c_{A0} = 0,4 моль/л равен 40 л/мин. Определить объём реактора смешения при проведении процесса до степени превращения 0,9.

Вариант 34.

1. В реакторе идеального смешения объёмом 0,3 м^3 проводится экзотермическая реакция 1-го порядка A→ R + $Q_р$. Константа скорости реакции описывается уравнением $k = 10^3 exp(-\frac{20000}{RT})$ мин$^{-1}$. Тепловой эффект реакции составляет 2300 ккал/кмоль. Плотность реакционной массы не зависит от степени превращения и равна 420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость раствора равна 0,95 ккал/(кг·K). Раствор реагента A подаётся с концентрацией 6 кмоль/м^3 в количестве 0,6 м^3/ч. Рассчитать, при какой температуре следует подавать исходный раствор вещества A в реактор, работающий в адиабатическом режиме, чтобы температура в нём не превышала 60 ^{0}C.
2. Процесс описывается реакцией 1-го порядка типа A → 2R с константой скорости $k = 2{,}3\cdot10^{-3}$ с$^{-1}$.

Исходная концентрация вещества A составляет 1,6 моль/л. Объёмный расход вещества A равен 3,6 м^3/ч. Заданная степень превращения по веществу A равна 0,86. Рассчитать производительность реактора вытеснения по продукту R и его объём.

Вариант 35.

1. В РИВ в адиабатическом режиме проводится реакция

$$A + B = R + S + Q_р$$

Концентрации веществ A и B в исходных потоках равны по 2,4 кмоль/м^3. Реакционная смесь поступает в реактор с объёмным расходом $1{,}55\cdot10^{-3}$ м^3/с при температуре 20 ^{0}C. Температура потока на выходе из реактора равна 53 ^{0}C. Константа скорости реакции описывается уравнением

$$k = 6{,}52\cdot10^5 exp(-\frac{5{,}1\cdot10^3}{T})\ \text{м}^3/(\text{кмоль}\cdot\text{с}).$$

Определить объём реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу A x_A= 0,82.

2. В непрерывном реакторе идеального смешения осуществляется жидкофазный процесс, описываемый последовательной реакцией

$$A \rightarrow R \rightarrow S$$

Константы скоростей реакций k_1 = 0,6 ч$^{-1}$, k_2 = 0,8 ч$^{-1}$. Объёмный расход реакционной смеси равен 2,4 м^3/ч. Исходные концентрации веществ соответственно равны: c_{A0}= 5 моль/л, c_{R0}= c_{S0}= 0. Рассчитать необходимый объём реактора для получения максимального выхода целевого продукта R.

Вариант 36.

1. Определить температуру реакции и степень превращения, если реакцию A→ R + $Q_р$ проводить в адиабатическом режиме в реакторе идеального смешения объёмом 0,05 м^3. Объёмный расход входного потока с концентрацией вещества Ac_{A0} = 3 кмоль/м^3 при температуре T_0 = 325 К равен 1,75·10^{-3}м^3/с, константа скорости реакции $k = 10^5 exp\left(-\frac{45300}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Тепловой эффект реакции равен 2,8·10^7 Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 524 кг/м^3, а удельная теплоёмкость 1200 Дж/(кг·К) сохраняется примерно постоянной.

2. Жидкофазная реакция A → 2R имеет константу скорости 0,38 мин$^{-1}$. Объёмный расход исходного вещества составляет 3,6 м^3/ч. Исходная концентрация вещества c_{A0}= 0,8 моль/л. Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора смешения объёмом 2 м^3.

Вариант 37.

1. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка 2A = R +$Q_р$ с константой скорости $k = 10^{13}\exp\left(-\frac{1200}{T}\right)$, с$^{-1}$. В реактор подаётся поток с концентрацией вещества A c_{A0} = 3,2 кмоль/м^3 при T_0 = 315 К. Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 357 К. Тепловой эффект реакции составляет 2,7·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3.

Рассчитать производительность реактора по продукту R.

2. Процесс описывается реакцией 2-го порядка 2A → R с константой скорости 2,3·10^{-2} м^3/(кмоль·с). Исходная концентрация вещества A составляет 0,6моль/л. Объёмный расход вещества A равен 3,6 м^3/ч. Заданная степень превращения вещества A равна 0,85. Определить объём реактора вытеснения.

Вариант 38.

1.Необратимую экзотермическую реакцию A → R + $Q_р$ с тепловым эффектом $Q_р$= 2,1·10^7 Дж/кмоль, проводят в адиабатическом реакторе идеального смешения объёмом 10 м^3. Константа скорости описывается уравнением

$$k = 10^{18} exp\left(-\frac{120000}{T}\right), \text{ с}^{-1}.$$

Плотность раствора не зависит от температуры и равна 1420 кг/м^3. Удельная теплоёмкость постоянна и равна 2080 Дж/(кг·К). Раствор с концентрацией реагента A 6кмоль/м^3 подаётся в реактор в количестве 36 м^3/ч. Известно, что температура в реакторе не должна превышать 353 К. Определить температуру, при которой следует подавать исходный раствор.

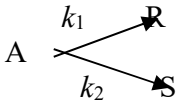
2. Жидкофазный процесс описывается реакцией 2A → R 1-го порядка с константой скорости 0,12 мин$^{-1}$. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 3 кмоль/м^3. Требуемая степень превращения вещества A равна 0,8. Определить часовую производительность реактора ИС-Н объёмом 3,6 м^{3}по веществу A.

Вариант 39.

1. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка2A = R + $Q_р$ с константой скорости $k = 10^{13} exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$.

В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен 3,2·10^7 Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения вещества А равна 0,8.

2. Процесс описывается параллельной реакцией типа

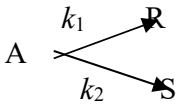


с константами скоростей k_1 = 0,28 л/(моль·мин) и k_2=0,12 л/(моль·мин). Объёмный поток вещества А с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Объём реактора вытеснения равен 0,4 м^3. Определить производительность реактора по продукту R.

Вариант 40.

1. В жидкофазном процессе протекает реакция 2-го порядка 2A $\rightarrow$R с константой скорости 2,3 л/(моль·мин). Объёмный расход смеси с концентрацией исходного реагента c_{A0} = 0,5 кмоль/м^3 равен 3,6 м^3/ч.
Определить часовую производительность по продукту R в РИС-Н объёмом 0,4 м^3.

2. Процесс описывается параллельной реакцией



с константами скоростей k_1 = 0,18·мин$^{-1}$ и k_2 = 0,06 мин$^{-1}$. Объёмный поток вещества А равен 250 л/мин. Процесс проводится в реакторе ИС-Н объёмом 250 л. Концентрация вещества R на выходе из реактора равна 1,2 моль/л. Определить концентрацию вещества А на входе в реактор и степень превращения вещества А.

Вариант 41.

1.Эндотермическая реакция A $\rightarrow$R$-Q_P$ первого порядка проводится в РИС-Н при температуре 60^{0}С. Константа скорости реакции

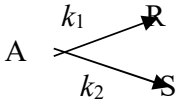
$k = 2{,}4\cdot10^3 exp\left(-\frac{27000}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Удельная теплоемкость смеси1,3 кДж/(кг·град), плотность смеси 1030 кг/м^3, тепловой эффект реакции Q_P = 23000 Дж/моль,
c_{A0}=1,7 кмоль/м^3, объёмный расход смеси в реакторе 1,2·10^{-3} м^3/с, входная температура 72 ^{0}С. Определить степень превращения вещества А и объём реактора.

2. Жидкофазная реакция типа A $\rightarrow$ 2R имеет константу скорости равную 3,8 ч$^{-1}$. Объёмный расход исходного вещества А с концентрацией
0,8 моль/л составляет 14,5 м^3/ч.
Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора смешения объёмом 2 м^3.

Вариант 42.

1. Для параллельной реакции A $\rightarrow$R и A $\rightarrow$ 2S, константы скоростей k_1 = 0,12 с$^{-1}$ и k_2 =3 м^3/(кмоль·мин), следует предложить и обосновать модель реактора, обеспечивающую максимальный выход продукта R. Исходные концентрации c_{A0} = 2,4 моль/л, c_{R0} = c_{S0} = 0. Объёмный расход реакционной смеси равен 0,3 м^3/мин. Найти объём реактора и интегральную селективность при 50-процентном превращении вещества A.

2. Процесс описывается параллельной реакцией



с константами скоростей k_1 = 0,28 мин$^{-1}$ и k_2 = 0,12 мин$^{-1}$. Объёмный поток вещества A с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Процесс проводится в реакторе вытеснения.
Определить объём реактора и концентрацию вещества S при условии, что производительность по продукту R составляет 4,8 кмоль/ч.

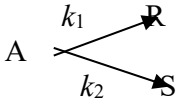
Вариант 43.

1.Параллельные реакции A $\rightarrow$ 2R и A $\rightarrow$ 3S проводят в реакторе ИВ в изотермических условиях. Константы скоростей реакций:

$$k_1 = 5{,}4\cdot10^4 exp\left(-\frac{42000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1},\ k_2 = 3{,}2\cdot10^4 exp\left(-\frac{46000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Определить температуру, при которой на образование трёх молей вещества R получается один моль вещества S, а также время пребывания, необходимое для достижения степени превращения, равной 80 %.

2. Процесс описывается параллельной реакцией



с константами скоростей k_1 = 0,28 л/(моль·мин) и k_2 = 0,12 л/(моль·мин). Поток вещества A поступает с концентрацией 1,6 моль/л. Процесс проводится в реакторе смешения объёмом 200 л. Степень превращения вещества A составляет 0,8. Определить часовой расход исходного потока.

Вариант 44.

1. Газовая смесь поступает в реактор со скоростью $2{,}5\cdot10^{-3}$ кмоль/с. Начальная температура смеси 833 К, давление $5\cdot10^5$ Па. Диаметр реактора равен 0,2 м. В реакторе без теплообмена протекает реакция A + B = R + $Q_р$. Состав исходной смеси в мольных процентах следующий: 40 % вещества A, 40 % вещества B и 20% инертных газов. Удельные теплоёмкости исходных реагентов, продуктов реакции и инертных газов соответственно равны $25\cdot10^3$, $42\cdot10^3$, $21\cdot10^3$ Дж/(кмоль·К). Тепловой эффект реакции принят не зависящим от температуры и составляет $53{,}3\cdot10^6$ Дж/кмоль. Зависимость константы скорости от температуры:

T, К	778	805	834	860	890
k, м^3/(кмоль·с)	1,35	2,64	5,2	10,15	19,4

Определить необходимую длину реактора для достижения степени превращения по веществу A, равной 95 %.

2. Процесс описывается реакцией типа 2A → R с константой скорости превращения вещества A0,24 л/(моль·мин). Исходная концентрация вещества A составляет 1,8 кмоль/м^3. Производительность реактора по продукту R составляет 3,8 кмоль/ч. Концентрация продукта R на выходе из реактора составляет 0,8 моль/л. Определить требуемый объём реактора вытеснения и степень превращения вещества A.

Вариант 45.

1. В реакторе идеального смешения непрерывного действия проводится экзотермическая реакция A → R + $Q_р$ с тепловым эффектом, равным 190 кДж/кмоль. Расход вещества A при температуре 15 ^{0}C составляет
0,2 кмоль/с. Удельная теплоёмкость реакционной смеси составляет 16,7 кДж/(кмоль·К). Температура реакционной смеси на выходе из реактора равна 49 ^{0}C. Степень превращения вещества A равна 0,8. Средняя разность температур между охлаждающим агентом и реакционной смесью составляет 10 град. Коэффициент теплопередачи равен 419 кДж/(кмоль·К). Определить количество отводимого или подводимого тепла и требуемую поверхность теплообмена.

2. Жидкофазная реакция 2A → R + S имеет константу скорости
0,38 л/(моль·мин). Объёмный расход исходного вещества A с концентрацией c_{A0} = 0,4 моль/л равен 40 л/мин. Определить объём реактора вытеснения при проведении процесса до степени превращения 0,9.

Вариант 46.

1. Процесс описывается последовательной реакцией типа

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей k_1 = 0,18·мин$^{-1}$ и k_2 = 0,06 мин$^{-1}$. Объёмный поток вещества А равен 40 л/мин. Процесс проводится в реакторе смешения объёмом 60 л. Концентрация вещества А на входе в реактор равна 2,4 моль/л. Определить концентрации всех веществ на выходе из реактора.

2. Параллельные реакции A → 2R и A → 3S проводят в реакторе ИВ в изотермических условиях. Константы скоростей реакций:

$$k_1 = 5{,}4\cdot10^4 exp\left(-\frac{42000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1},\ k_2 = 3{,}2\cdot10^4 exp\left(-\frac{46000}{RT}\right),\ \text{с}^{-1}.$$

Определить температуру, при которой на образование трёх молей вещества R получается один моль вещества S, а также время пребывания, необходимое для достижения степени превращения, равной 80 %.

Вариант 47.

1. Жидкофазная реакция 2A → R + S имеет константу скорости 0,38 л/(моль·мин). Объёмный расход исходного вещества А с концентрацией c_{A0} = 0,4 моль/л равен 40 л/мин. Определить объём реактора смешения при проведении процесса до степени превращения 0,9.
2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка2A = R + $Q_р$ с константой скорости $k = 10^{13} exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$. В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен 3,2·10^7 Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения вещества А равна 0,8.

Вариант 48.

1. Процесс описывается реакцией типа A → 2R с константой скорости 0,24 мин$^{-1}$. Заданная степень превращения вещества А равна 0,8. Исходная концентрация вещества А составляет 1,8 кмоль/м^3. Производительность реактора по продукту R составляет 5,8 кмоль/ч. Определить требуемый объём реактора вытеснения и объёмный расход исходной смеси.
2. В реакторе идеального вытеснения объёмом 1,26 м^3, работающем в адиабатических условиях, проводится реакция первого порядка

2A = R + $Q_р$с константой скорости $k = 10^{13} exp(-\frac{1200}{T})$ с$^{-1}$. В реактор подается поток с концентрацией вещества А 2,2 кмоль/м^3 при 325 К. Тепловой эффект реакции равен 3,2·10^7 Дж/кмоль. Удельная теплоёмкость реакционной смеси равна 2,2·10^3 Дж/(кг·К). Плотность реакционной смеси равна 850 кг/м^3. Определить температуру смеси на выходе из реактора, если степень превращения вещества А равна 0,8.

Вариант 49.

1. Жидкофазная обратимая реакция 2-го порядка 2A → R + S имеет константу скорости прямой реакции $2\cdot10^{-3}$ м^3/(кмоль·с) и константу равновесия K_p= 9. Объёмный расход исходного потока с концентрацией
c_{A0}= 1,5 моль/л равен 4,8 м^3/ч. Требуемая степень превращения вещества А составляет 80 % от равновесной степени превращения. Определить необходимый объём реактора идеального смешения.

2. Эндотермическая реакция A →R−Q_P первого порядка проводится в РИС-Н при температуре 60^{0}С. Константа скорости реакции
$k = 2{,}4\cdot10^3 exp\left(-\frac{27000}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Удельная теплоемкость смеси1,3 кДж/(кг·град), плотность смеси 1030 кг/м^3, тепловой эффект реакции Q_P = 23000 Дж/моль, c_{A0}=1,7кмоль/м^3, объёмный расход смеси в реакторе $1{,}2\cdot10^{-3}$ м^3/с, входная температура 72 ^{0}С. Определить степень превращения вещества А и объём реактора.

Вариант 50.

1. Процесс описывается реакцией типа A → R с константой скорости k_1 = 0,28 л/(моль·мин). Процесс проводится в реакторе вытеснения объёмом 140 л. Поток вещества А поступает с концентрацией 1,6 моль/л. Степень превращения вещества А составляет 0,7. Рассчитать производительность реактора по продукту R.
2. Определить температуру реакции и степень превращения, если реакцию A→ R + Q_p проводить в адиабатическом режиме в реакторе идеального смешения объёмом 0,05 м^3. Объёмный расход входного потока с концентрацией вещества Ac_{A0} = 3 кмоль/м^3 при температуре T_0 = 325 К равен $1{,}75\cdot10^{-3}$м^3/с, константа скорости реакции $k = 10^5 exp\left(-\frac{45300}{RT}\right)$, с$^{-1}$. Тепловой эффект реакции равен $2{,}8\cdot10^7$ Дж/кмоль. Плотность реакционной смеси равна 524 кг/м^3, а удельная теплоёмкость 1200 Дж/(кг·К) сохраняется примерно постоянной.

3) Контрольная работа № 3 (раздел 4)

Вариант 1.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа A→2R с константой скорости равной $8{,}3\cdot10^{-3}$ сек$^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет 0,36 моль/л. Расход реакционной смеси равен 0,12 м^3/мин.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом 0,3 м^3.

Определить производительность установки по продукту R.

Вариант 2.

Процесс описывается реакцией типа A → 2R и проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делительного устройства.

Константа скорости реакции равна 0,025 сек$^{-1}$. Концентрация вещества A на выходе из реактора составляет 0,36 моль/л., что соответствует степени превращения в реакторе 0.4. Объем реактора вытеснения равен 75 л. Концентрация вещества A в исходном потоке и рецикле равны.

Определить объем рецикла и часовую производительность по продукту R.

Вариант 3.

Жидкофазный процесс описывается реакцией 1-го порядка типа A→2R с константой скорости равной $8{,}3\cdot10^{-3}$ сек$^{-1}$. Концентрация исходного вещества составляет 0,36 моль/л. Расход реакционной смеси равен 0,12 м^3/мин.

Процесс проводится в установке из 3 реакторов смешения, соединенных последовательно объемом 0,3 м^3.

Определить производительность установки по продукту R.

Вариант 4.

Процесс описывается реакцией типа A → 2R и проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делительного устройства.

Константа скорости реакции равна 0,025 сек$^{-1}$. Концентрация вещества A на выходе из реактора составляет 0,36 моль/л., что соответствует степени превращения в реакторе 0.4. Объем реактора вытеснения равен 75 л. Концентрация вещества A в исходном потоке и рецикле равны.

Определить объем рецикла и часовую производительность по продукту R.

Вариант 5.

В каскаде из трех реакторов смешения проводится жидкофазный процесс, описываемый реакцией

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

с константами скоростей реакций k_1 = 0,4 мин$^{-1}$, k_2 = 0,3 мин$^{-1}$. Времена пребывания в реакторах соответственно равны: τ_1 = 3 мин, τ_2 = 5 мин, τ_3 = 7 мин.

Продукты реакции в исходном потоке отсутствуют, а концентрация реагента A равна 1,8 моль/л. Объемный расход вещества A равен 1,8 м^3/час. Определить производительность по продукту S.

Вариант 6.

Процесс описывается реакцией певого порядка типа 2A → R, проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делителя**.** Производительность по продукту A составляет 12,15 кмоль/час. Объем реактора смешения равен 100 л. Концентрация вещества A в исходном потоке и рецикле равна 2,38 кмоль/м^3. Концентрация вещества A после реактора равна 0,952 кмоль/м^3

Определить объем рецикла и константу скорости реакции..

Вариант 7.

1. В жидкофазном процессе протекает реакция 2-го порядка 2A →R с константой скорости реакции равной 2,3 л/(моль·мин). Объемный расход смеси с концентрацией исходного реагента c_{A0} = 0,5 кмоль/м^3 равен 3,6 м^3/ч. Определить производительность в час РИС-н объемом 0,4 м^3 по продукту R.

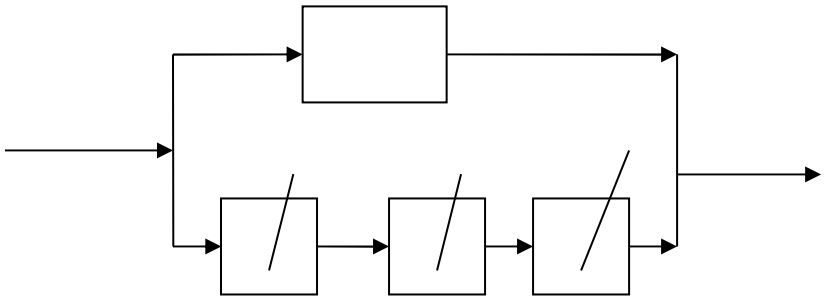
Вариант 8.

Жидкофазный процесс, описываемый простой реакцией 1-го порядка A → R с константой скорости реакции, равной 2 сек$^{-1}$, проводится на установке, состоящей из 3-х реакторов смешения и реактора вытеснения (см. схему)

Объемы реакторов смешения, соединенных последовательно, $v_{p1} = v_{p2} = v_{p3}$ =3 л. Объем реактора вытеснения v_{p4} = 10 л. Объемный расход вещества A составляет 15 л/сек с концентрацией 2,8 кмоль/м^3.

Определить часовую производительность по продукту R. Решать при условии, что

$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = \tau_{РИВ.}$



Вариант 9.

1. Жидкофазная реакция типа A → 2R имеет константу скорости равную 3,8 час$^{-1}$. Объемный расход исходного вещества с концентрацией 0,8 моль/л составляет 14,5 м^3/час

Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора смешения объемом 2 м^3.

Вариант 10.

Процесс описывается сложной реакцией типа A → R, A → S проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делителя. Константы скоростей реакции равны k_1 = 3,4 мин$^{-1}$, k_2 = 2,3 мин$^{-1}$. Степень превращения вещества A в реакторе составляет 65%. Концентрация вещества A в рецикле концентрации его на входе в установку равны 4,1 кмоль/м^3. Объемный расход исходного вещества равен 210 л/час.

Определить объем реактора вытеснения, объем рецикла и производительность по продукту R.

Вариант 11.

Жидкофазный процесс, описывается простой необратимой реакцией 1-го порядка с константой скорости, равной 0,6 мин$^{-1}$. Объемный расход реагирующего вещества с концентраций c_{A0} = 2,4 моль/л. равен 4,2 м^3/ч.

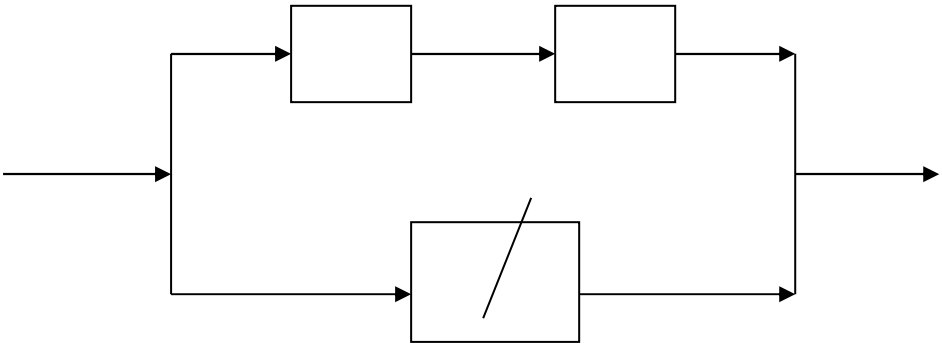
Сколько реакторов смешения объемом 0,21 м^3 надо соединить последовательно, чтобы добиться степени превращения, равной 0,96.

Вариант 12.

Процесс осуществляется в установке из трех реакторов смешения

Объемы реакторов v_{p1} = 0,1 м^3, v_{p2} = 0,1 м^3, v_{p3} = 0,15 м^3. Протекает реакция типа A $\rightarrow$ R. Константа скорости реакции равна 0,2 мин$^{-1}$. Объемный расход вещества A составляет 3,0 м^3/час. Концентрация исходного вещества A равна 2,8 кмоль/м^3.

Определить производительность установки по продукту R, при условии, что $V_{01} = V_{02}$



Вариант 13.

1. Процесс описывается параллельной реакцией типа A $\rightarrow$ R; с константой скорости k_1 = 2,8·10^{-1} л/(моль·мин). Поток вещества A поступает с концентрацией 1,6 моль/л. Процесс проводится в реакторе вытеснения объемом 140 л. Степень превращения вещества A составляет 0,7. Определить производительность реактора по продукту R.

Вариант 14.

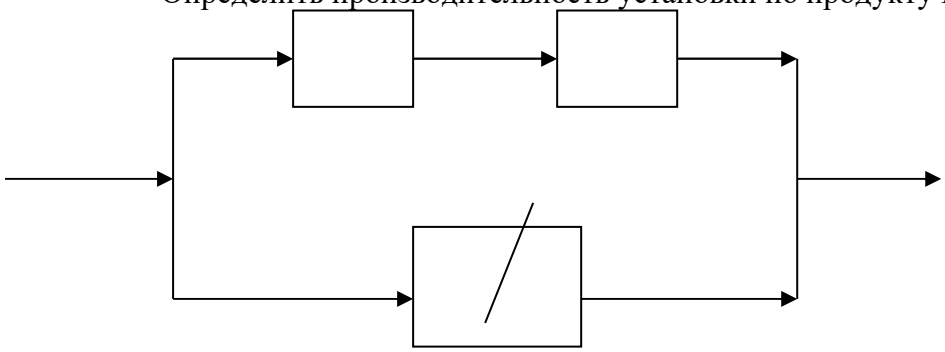
Процесс описывается сложной реакцией типа A $\rightarrow$ R $\rightarrow$ S проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора смешения и делителя. Константы скоростей реакции равны k_1 = 2,5 мин$^{-1}$, k_2 = 3,6 мин$^{-1}$. Концентрация вещества A в рецикле концентрации его на входе в установку равны 4,6 кмоль/м^3, Объемный расход исходного вещества равен 240 л/час. Определить минимальный объем реактора смешения, объем рецикла и максимально возможную производительность по продукту R.

Вариант 15.

Процесс осуществляется в установке из трех реакторов смешения (см. схему)

Объемы реакторов v_{p1} = 0,1 м^3, v_{p2} = 0,1 м^3, v_{p3} = 0,2 м^3. Протекает реакция типа 2A → R. Константа скорости реакции равна 0,2 сек$^{-1}$. Объемный расход вещества А составляет 36 м^3/час. Концентрация исходного вещества А равна 2,8 кмоль/м^3.

Определить производительность установки по продукту R. при условии, что $\tau_1 + \tau_2 = \tau_3$

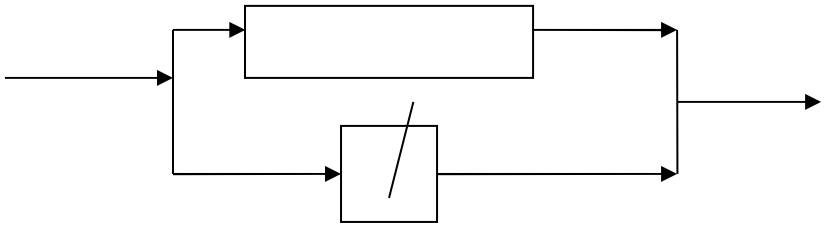


Вариант 16.

Процесс описывается параллельной реакцией типа A → R A → S с константами скоростей $k_1 = 2{,}8\cdot10^{-1}$ мин$^{-1}$ и $k_2 = 0{,}12$ мин$^{-1}$. Объемный поток вещества А с концентрацией 1,6 моль/л равен 100 л/мин. Процесс проводится в реакторе вытеснения. Определить объем реактора и концентрацию вещества S на выходе из реактора при условии, что производительность по продукту R составляет 4,8 кмоль/час

Вариант 17.

Процесс осуществляется в установке



Объем реактора смешения $v_{РИС}$ равен 4 объемам реактора вытеснения $v_{РИВ}$. Протекает реакция 2-го порядка типа 2A → R. Концентрация вещества А равна 1 моль/л., а константа скорости реакции равна 1 л/(моль·с). Степень превращения в реакторах одинакова и равна 0,8. Определить объемный поток вещества А и его распределение по реакторам.

Вариант 18.

Реакция 2A → R с константой скорости превращения вещества А $k = 6{,}01\cdot10^{-3}$ м^3/(кмоль·с), проводится в установке, состоящей из смсителя, реактора вытеснения и делителя. Продукт в исходном растворе отсутствует. Концентрация вещества А в исходном потоке и рецикле равна 2 кмоль/м^3. Производительность реактора по продукту составляет $1{,}2\cdot10^{-3}$ кмоль/с. Объем реактора 1 м^3. Определить объемную скорость рецикла и производительность системы по веществу А.

Вариант 19.

Жидкофазная реакция A → 2R имеет константу скорости реакции, равную 0,38 мин$^{-1}$. Объемный расход исходного вещества составляет 3,6 м^3/ч. Концентрация c_{A0}= 0,8 моль/л.

Рассчитать суточную производительность по продукту R для реактора смешения объемом 2 м^3.

Вариант 20.

Процесс описывается сложной реакцией типа A → R, A → S проводится в установке, состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делителя. Константы скоростей реакции равны k_1 = 2,7 мин$^{-1}$, k_2 = 2,3 мин$^{-1}$. Степень превращения вещества А в реакторе составляет 70%. Концентрация вещества А в рецикле концентрации его на входе в установку равны 4,1 кмоль/м^3. Объемный расход исходного вещества равен 540 л/час. Определить объем реактора вытеснения, объем рецикла и производительность по продукту R.

Вариант 21.

Требуется получать 4,2 10^{-3} кмоль/сек продукта R по реакции A → R с константой скорости 0,29 с$^{-1}$. Концентрация вещества А в исходном потоке равна 4 кмоль/м^3. Стоимость исходного вещества А составляет 450 руб/кмоль. Процесс осуществляется в проточном реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна 0,35 руб/(л·с), а обслуживание разделительной установки оцениваются стоимостью возвратного вещества А и равно 180 руб./кмоль А. Концентрация вещества А в рецикле равна 2 кмоль/м^3. Сравнить оптимальный режим работы единичного реактора смешения и себестоимость продукта R с оптимальным режимом работы данного реактора, находящегося в системе, состоящей из смесителя, реактора и делителя в котором продукт R полностью отделяется от непрореагировавшего исходного вещества А, которое направляется в смеситель и смешивается с исходным веществом А

Вариант 22.

В реакторе смешения проводится процесс описываемый паралельной реакцией A → R, A → S. Константы скоростей реакции равны k_1 = 0,5 мин$^{-1}$, k_2 = 0,3 мин$^{-1}$. Реактор объемом 20 л. В реактор подается 1,32 кмоль вещества А в час. Концентрация вещества А на входе в реактор равна 2,2 моль/л. Цена вещества А равна 45 руб./моль. Цена обслуживания реактора равна 1,2 руб/(л·мин). Сравнить степень превращения вещества А и себестоимость получаемого продукта R с и себестоимостью продукта R, если данный реактор поместить в систему смеситель-реактор-делитель (Рис. 4.13), в котором непрореагировавшее вещество А полностью отделяется и возвращается в реактор с концентрацией 2,2 моль/л. Цена обслуживания делителя выражается через стоимость возвратного вещества А и равна 12 руб/моль.

Вариант 23.

В реакторе смешения проводится процесс, описываемый реакцией первого порядка 2A = R с константой скорости равной 0,2 мин$^{-1}$. Реактор объемом 200 л. В реактор подается 1,5 кмоль вещества А в час. Концентрация вещества А на входе в реактор равна 2,5 моль/л. Цена вещества А равна 30 руб./моль. Цена обслуживания реактора равна 0,8 руб/(л·мин).

Сравнить степень превращения вещества А и себестоимость получаемого продукта R с степенью превращения вещества А и себестоимостью продукта R, если данный реактор поместить в систему смеситель-реактор смешения-делитель, в котором непрореагировавшее вещество А полностью отделяется и возвращается в реактор с концентрацией 2,5 моль/л. Цена обслуживания делителя выражается через стоимость возвратного вещества А и равна 10 руб/моль.

Вариант 25.

В реакторе вытеснения проводится процесс, описываемый реакцией второго порядка 2A = R с константой скорости равной 0,3 л/(моль·мин). Реактор объемом 15 л. В реактор подается 1,2 кмоль вещества А в час. Концентрация вещества А на входе в реактор равна 2 моль/л. Цена вещества А равна 50 руб./моль. Цена обслуживания реактора равна 0,8 руб/(л·мин). Сравнить степень превращения вещества А и себестоимость получаемого продукта R с степенью превращения вещества А и себестоимостью продукта R, если данный реактор поместить в систему смеситель-реактор смешения-делитель, в котором непрореагировавшее вещество А полностью отделяется и возвращается в реактор с концентрацией 2 моль/л. Цена обслуживания делителя выражается через стоимость возвратного вещества А и равна 20 руб/моль.

Вариант 26.

Установка, состоящая из смесителя, реактора вытеснения и делителя, производит $3{,}5\cdot10^{-3}$ кмоль/сек продукта R по реакции второго порядка типа $A \rightarrow 2R$, константа скорости реакции k_1 = 0,4 л/(моль•мин). Концентрация вещества А в исходном потоке равна 0,5 моль/л. Стоимость исходного вещества А составляет 3000 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна 1 руб/(л.с). После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество А с концентрацией равной 0,5 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества А равной 800 руб/кмоль Определить степень превращения вещества А в реакторе, объем реактора вытеснения и оптимальную себестоимость продукта R

Вариант 27.

Жидкофазный процесс, описываемый реакцией типа 2A = R, с константой скорости равной 2,4 $м^3$/(кмоль мин) осуществляется в установке состоящей из реактора вытеснения и делителя. Цена исходного вещества А составляет 30 руб./моль, а цена обслуживания реактора составляет 18 руб./(мин·$м^3$). Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества А равную 12 руб./моль. Производительность установки по продукту R составляет 15 кмоль/час. Исходный раствор вещества А имеет концентрацию 1,8 моль/л. Определить степень превращения вещества А в реакторе. объем реактора вытеснения, объем рецикла и оптимальную себестоимость продукта R.

Вариант 28.

Установка производит 3,6 кмоль/час продукта R по реакции типа $2A \rightarrow R$ с константой скорости равной 1,2 л/моль.с. Концентрация вещества А в исходном потоке равна 0,5 моль/л. Стоимость исходного вещества А составляет 120 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе вытеснения, стоимость обслуживания которого равна 0,08 руб/ л.с После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество А с концентрацией равной 0,5 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества А равной 75 руб/кмоль. Определить степень превращения вещества А в реакторе и объем реактора вытеснения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 29.
Требуется получать 4,2 10^{-3} кмоль/сек продукта R по реакции A → 2R с константой скорости $7{,}9\cdot10^{-3}$ $с^{-1}$. Концентрация вещества A в потоке равна 4 кмоль/$м^3$. Стоимость исходного вещества A составляет 450 руб/кмоль. Процесс осуществляется в проточном реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна $3{,}5\cdot10^{-2}$ руб/($м^3$·с). Определить степень превращения, соответствующей минимальной себестоимости продукта, объем реактора и объемный поток вещества A.

Вариант 30.
Требуется получать 4,2 10^{-3} кмоль/сек продукта R по реакции A → 2R с константой скорости $7{,}9\cdot10^{-3}$ $с^{-1}$. Концентрация вещества A в потоке равна 2 кмоль/$м^3$. Стоимость исходного вещества A составляет 850 руб/кмоль. Процесс осуществляется в проточном реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна 1,6 руб/($м^3$·с), с делителем, где непрореагировавшее вещество A полностью отделяется от продукта и возвращается в реактор с концентрацией равной концентрации вещества A в исходном потоке. Затраты на обслуживание делителя выражаются стоимостью возвращаемого вещества A, которая составляет 450 руб/кмоль. Определить степень превращения, объем реактора, объемный поток вещества A, при которых обеспечиваются минимальные производственные затраты.
Вариант 31.
Установка производит. 3,6 кмоль/час продукта R по реакции типа 2A → R с константой скорости равной 0,6 л/моль.с. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 1,2 моль/л. Стоимость исходного вещества A составляет 120 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе вытеснения, стоимость обслуживания которого равна 0,8 руб/ $м^3$.с После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество A с концентрацией равной 1,2 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества A равной 75 руб/кмолью. Определить степень превращения вещества A в реакторе, объем реактора вытеснения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 32.
Установка производит 3,6 кмоль/час продукта R по реакции типа 2A → R с константой скорости равной 1,2 $с^{-1}$. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 0,5 моль/л. Стоимость исходного вещества A составляет 120 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе вытеснения, стоимость обслуживания которого равна 0,8 руб/($м^3$.с). После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество A с концентрацией равной 0,5 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества A равной 75 руб/кмоль
Определить степень превращения вещества A в реакторе, объем реактора смешения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 33.
Установка производит $7{,}2\cdot10^{-3}$ кмоль/сек продукта R по реакции типа A → R с константой скорости равной $2{,}8\cdot10^{-3}$ $сек^{-1}$. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 5 моль/л. Стоимость исходного вещества A составляет 300 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна 0,25 руб/($м^3$.с). После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество A с концентрацией равной 5 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества A равной 75 руб/кмоль. Определить степень превращения вещества A в реакторе и объем реактора смешения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R и рассчитать себестоимость продукта R.

Вариант 34.

При проведении обратимой реакции первого порядка A ⇄ R с константой скорости равной 4,8 $с^{-1}$ и константой равновесия 5,5 необходимо получать $4{,}5\cdot10^{-1}$ кмоль/с продукта R, Для проведения процесса может быть использован единичный реактор смешения либо реактор смешения с схеме с фракционным рециклом. Стоимость исходного вещества А составляет 640 руб./кмоль, производственные затраты на обслуживание реактора равны 0,84 руб./($м^3$*с), а на обслуживание разделительной установки оцениваются стоимостью возвратного вещества А и равны 140 руб./кмоль А. Концентрация вещества А в входном потоке равна 0,5 моль/л. Делительная установка полностью выделяет продукт, концентрация вещества А в рецикле равна 0,5 моль/л. Определить объемы реакторов для предлагаемых двух вариантов, скорость подачи исходной смеси и степени превращения вещества А, при которых обеспечиваются минимальные затраты на осуществление данного процесса.

Вариант 35.

Требуется получать 4,2 10^{-3} кмоль/сек продукта R по реакции A → 2 R с константой скорости $7{,}9\cdot10^{-3}$ $с^{-1}$. Концентрация вещества А в потоке равна 4 кмоль/$м^3$. Стоимость исходного вещества А составляет 450 руб/кмоль. Процесс осуществляется в проточном реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна 3,5 руб/($м^3$·с).

Определить степень превращения вещества А, объем реактора, объемный поток вещества А и себестоимость одного кмоля вещества А.

Вариант 36.

Установка состоящая из смесителя, реактора вытеснения и делителя производит $3{,}5\cdot10^{-3}$ кмоль/сек продукта R по реакции первого порядка типа A →R, Константа скорости реакции $k = 2{,}8\cdot10^{-3}$ $сек^{-1}$. Концентрация вещества А в исходном потоке равна 0,2 моль/л. Стоимость исходного вещества А составляет 300 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе смешения, стоимость обслуживания которого равна $3{,}5\cdot10^{-3}$ руб/($м^3$.с). После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество А с концентрацией равной 0,2 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества А равной 75 руб/кмоль. Определить степень превращения вещества А в реакторе, объем реактора вытеснения и оптимальную себестоимость продукта

Вариант 37.

Жидкофазный процесс, описываемый реакцией первого порядка типа 2A = R с константой скорости равной 0,3 $мин^{-1}$, осуществляется в установке, состоящей из реактора смешения и делителя. Цена исходного вещества А составляет 30 руб./моль, а цена обслуживания реактора составляет 0,2 руб./(мин·л). Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества А равную 12 руб./моль. Производительность установки по продукту R составляет 1,5 кмоль/час. Исходный раствор вещества А имеет концентрацию 0,8 моль/л. Определить степень превращения вещества А, объем реактора смешения, объемный расход рецикла, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 38.

Жидкофазный процесс, описываемый реакцией первого порядка типа 2A = R с константой скорости равной 2,4 мин$^{-1}$, осуществляется в установке, состоящей из реактора смешения и делителя. Цена исходного вещества A составляет 30 руб./моль, а цена обслуживания реактора составляет 18 руб./(мин·м^3). Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества A равную 12 руб./моль. Производительность установки по продукту R составляет 1,5 кмоль/час. Исходный раствор вещества A имеет концентрацию 1,8 моль/л.

Определить степень превращения вещества A в реакторе и объем реактора смешения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 39.

Установка производит 3,6 кмоль/час продукта R по реакции типа 2A → R с константой скорости равной 1,2 л/моль.с. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 0,5 моль/л. Стоимость исходного вещества A составляет 120 руб/кмоль. Процесс проводится в реакторе вытеснения, стоимость обслуживания которого равна 0,08 руб/(м^3 с) После реактора смесь разделяется на продукт и исходное вещество A с концентрацией равной 0,5 моль/л возвращается в реактор. Стоимость процесса разделения выражается чрез стоимость возвращаемого вещества A равной 75 руб/кмоль

Определить степень превращения вещества A в реакторе и объем реактора вытеснения, обеспечивающие минимальную себестоимость продукта R.

Вариант 40.

Реакция второго порядка типа A = 2R с константой скорости равной 0,8 л/(моль·мин) осуществляется в реакторе вытеснения. Цена исходного вещества A составляет 30 руб./моль, а цена обслуживания реактора составляет 18 руб./(мин·л). Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества A равную 12 руб./моль. Производительность по продукту R составляет 1,5 кмоль/час. Исходный раствор вещества A имеет концентрацию 1,8 моль/л. Концентрация вещества A в рецикле равна 2 моль/л. Сравнить степень превращения вещества A и себестоимость получаемого продукта R с степенью превращения вещества A и себестоимостью продукта R, если данный реактор поместить в систему смеситель-реактор-делитель, в котором непрореагировавшее вещество A полностью отделяется и возвращается в реактор с концентрацией 1,8 моль/л. Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества A равную 12 руб./моль.

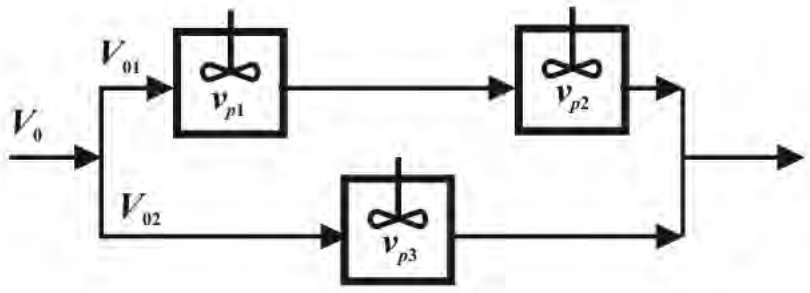
Вариант 41.

Реакция типа A = 2R с константой скорости равной 2,4 л/(моль·мин) осуществляется в установке состоящей из смесителя, реактора вытеснения и делителя . Цена исходного вещества A составляет 30 руб./моль, а цена обслуживания реактора составляет 18 руб./(мин·л). Стоимость делителя и цена его обслуживания выражаются через цену возвращаемого вещества A равную 12 руб./моль. Производительность установки по продукту R составляет 1,5 кмоль/час. Исходный раствор вещества A имеет концентрацию 1,8 моль/л. Концентрация вещества A в рецикле равна 1,8 моль/л. Сравнить оптимальный режим работы единичного реактора вытеснения себестоимость продукта R с оптимальным режимом работы данного реактора , находящегося в системе ,состоящей из смесителя , реактора и делителя в котором продукт R полностью отделяется от непрореагировавшего исходного вещества A, которое направляется в смеситель и смешивается с исходным веществом A

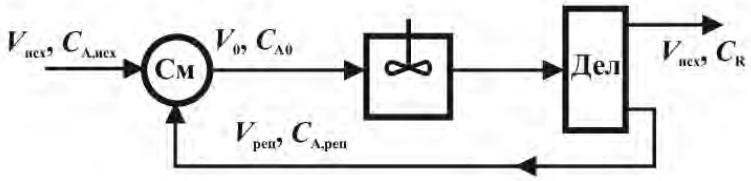
Вариант 42.
В реакторе вытеснения проводится реакция первого порядка и достигается степень превращения 60%. Как изменится степень превращения, если вместо реактора вытеснения взять три одинаковых реактора смешения, соединенных последовательно при том же самом реакционном объеме и неизменной нагрузке на реактор?

Вариант 43.
Определить производительность установки по продукту R, состоящей из двух реакторов, соединенных последовательно: реактора вытеснения объемом 15 литров и реактора смешения объемом 30 литров. В установке проводится реакция 2A = 3R с константой скорости реакции равной 0,24 $с^{-1}$. Исходное вещество A в количестве 270 моль/мин подается с концентрацией 1,8 моль/л.

Вариант 44.
Процесс осуществляется в установке из трех реакторов смешения (см. рис.) Объемы реакторов v_{p1} = 0,1 $м^3$, v_{p2} = 0,1 $м^3$, v_{p3} = 0,2 $м^3$. Протекает реакция типа A → R. Константа скорости реакции равна 2 $сек^{-1}$. Объемный расход вещества A составляет 18 $м^3$/час. Концентрация исходного вещества A равна 2,8 кмоль/$м^3$. Время пребывания в обеих ветвях установки одинаковое. Определить производительность установки по продукту R.



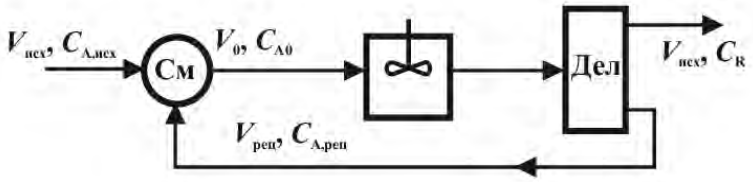
Вариант 45.
Процесс описывается реакцией второго порядка типа 2A → R и проводится в установке, состоящей из делителя, реактора идеального смешения делительного устройства: (см. рис.). Производительность по продукту A составляет 24,3 кмоль/час. Объемный расход исходной смеси составляет 10,2 $м^3$/ч. Концентрация вещества A на выходе из реактора равна 0,92, а в рецикле рана 2,38 кмоль/$м^3$. Объем реактора равен 300л.
Определить объем рецикла и рассчитать константу скорости реакции.



Вариант 46.

Процесс описывается реакцией второго порядка типа 2A → R с. константой скорости равной 0,065 м^3/кмоль*сек. Концентрация вещества R в выходном потоке рана 2,5 кмоль/м^3. Процесс проводится в установке (см. рис.), состоящей из реактора и делителя, где полностью отделяется продукт R, а непрореагировавшее вещество A возвращается в реактор. Установка перерабатывает 20 кмоль/час исходного вещества, которое поступает с концентрацией 1,4 кмоль/м^3. Степень превращения вещества A в реакторе равна 0,7, а концентрация вещества A в рецикле равна концентрации его на входе в установку

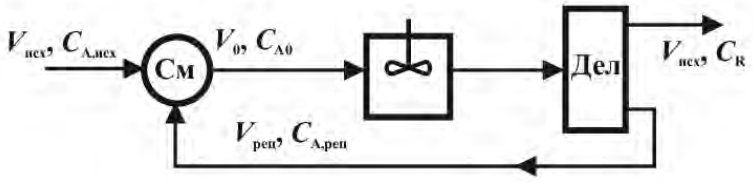
Определить производительность установки по продукту R, необходимый объем реактора смешения, объем рецикла и концентрацию вещества R в выходном потоке.



Вариант 47.

В установке, состоящей из реактора смешения и делителя (см. рис.) проводится жидкофазный процесс, описываемый реакцией типа A → R → S с константами скоростей k_1 = 1,8 ч$^{-1}$ и k_2 = 0,8 ч$^{-1}$. В делителе вещество A отделяется от продуктов реакции и с концентрацией, равной концентрации вещества A в исходном потоке, возвращается в реактор. Объемный расход с концентрацией вещества A 2,5 моль/л составляет 120 л/мин.

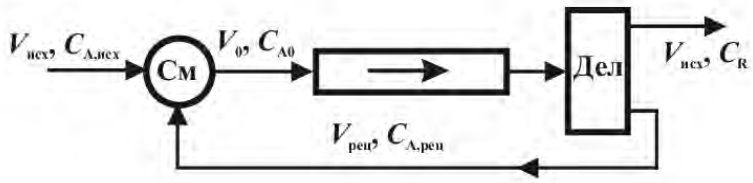
Определить объем реактора смешения для максимально возможной производительности. часовую производительность установки по продукту R, и объем рецикла.



Вариант 48.

В реакторе идеального вытеснения объемом 150 л (см. рис) протекает реакция A → 2R. Константа скорости реакции равна 0,015 сек$^{-1}$. Степень превращения в реакторе равна 0.4. Концентрация вещества A в исходном потоке равна 0,8 кмоль/м^3, а на выходе из реактора - 0,36 кмоль/м^3

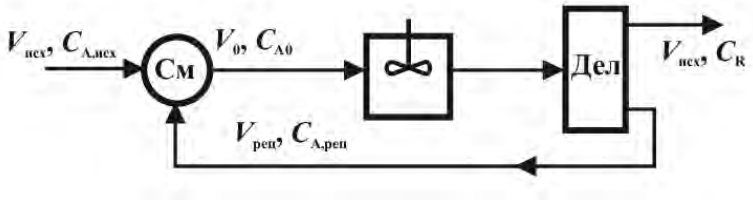
Определить объем рецикла и концентрацию вещества A в рецикле, а также производительность установки по исходному веществу.



Вариант 49.

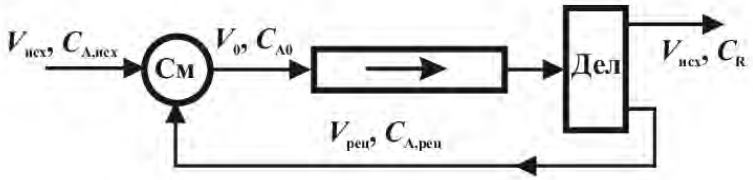
В реакторе идеального смешения (см.рис.) протекает реакция 2A → R. Производительность по продукту A составляет 18,36 кмоль/час. Константа скорости реакции равна 1,25 $м^3$/кмоль*сек. Степень превращения в реакторе равна 0,7. Концентрация вещества A в исходном потоке и в рецикле рана 3 кмоль/$м^3$.

Определить производительность установки по продукту R, объем реактора и объем рецикла.



Вариант 50.

В реакторе вытеснения проводится процесс, описываемый реакцией второго порядка 2A = R с константой скорости равной 0,3 л/(моль·мин). Реактор объемом 15 л. В реактор подается 1,2 кмоль вещества A в час. Концентрация вещества A на входе в реактор равна 2 моль/л. Цена вещества A равна 50 руб./моль. Цена обслуживания реактора равна 0,8 руб/(л·мин). Сравнить степень превращения вещества A и себестоимость получаемого продукта R с степенью превращения вещества A и себестоимостью продукта R, если данный реактор поместить в систему смеситель-реактор-делитель(см. рис.), в котором непрореагировавшее вещество A полностью отделяется и возвращается в реактор с концентрацией 2 моль/л. Цена обслуживания делителя выражается через стоимость возвратного вещества A и равна 20 руб/моль



4) Вопросы к лабораторным работам

1. Стехиометрические закономерности химических процессов. Основное стехиометрическое соотношение.
2. Показатели эффективности химико-технологических процессов. Степень превращения.
3. Показатели химико-технологических процессов. Выход продукта.
4. Показатели химико-технологических процессов. Интегральная и дифференциальная селективность.
5. Химическая термодинамика. Расчёт константы равновесия.
6. Химическая термодинамика. Расчёт равновесной степени превращения.
7. Химическая термодинамика. Расчёт равновесного состава реакционной смеси.
8. Химическая термодинамика. Зависимость константы равновесия от температуры.
9. Химическая термодинамика. Методы смещения равновесия согласно принципу Ле-Шателье – Брауна.
10. Химическая кинетика. Кинетика простых необратимых и обратимых реакций.
11. Химическая кинетика. Кинетика сложных параллельных и последовательных реакций.
12. Химическая кинетика. Зависимость константы скорости химической реакции от

температуры.

13. Зависимость скорости обратимой реакции от температуры в зависимости от теплового эффекта процесса.

14. Модели процесса «газ-твёрдое» «сжимающееся ядро» и «сжимающаяся сфера». Описание процесса. Примеры химических реакций.

15. Понятие «лимитирующей стадии». Области протекания процесса «газ-твёрдое» в зависимости от лимитирующей стадии.

16. Протекание процесса «сжимающаяся сфера» в диффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в диффузионной области. Методы интенсификации процесса в диффузионной области.

17. Протекание процесса «сжимающаяся сфера» в кинетической области. Профиль концентраций газообразного реагента в кинетической области. Методы интенсификации процесса в кинетической области.

18. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в внешнедиффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в внешнедиффузионной области. Методы интенсификации процесса в внешнедиффузионной области.

19. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в внутридиффузионной области. Профиль концентраций газообразного реагента в внутридиффузионной области. Методы интенсификации процесса в внутридиффузионной области.

20. Протекание процесса «сжимающееся ядро» в кинетической области. Профиль концентраций газообразного реагента в кинетической области. Методы интенсификации процесса в кинетической области.

21. Аппараты для проведения процесса «газ-твёрдое».

22. Конструкция аппарата с псевдоожиженным слоем.

23. Окисление диоксида серы. Описание процесса с точки зрения физической химии.

24. Методы смещения равновесия в реакции окисления диоксида серы.

25. Аппаратурное оформление процесса окисления диоксида серы.

26. Зависимость состава газа на входе в контактный аппарат окисления диоксида серы в зависимости от исходного серосодержащего сырья.

27. Принцип выбора катализатора для процесса окисления диоксида серы.

28. Режим работы неподвижного слоя катализатора.

29. Понятие «адиабатического разогрева».

30. Схема двойного контактирования – двойной абсорбции (ДК/ДА) – функциональная схема.

31. Схема двойного контактирования – двойной абсорбции (ДК/ДА) – технологическая схема.

32. Обоснование выбора абсорбента на первой и второй стадии абсорбции в схеме ДК/ДА.

33. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция полного использования сырьевых ресурсов. Примеры реализации данной концепции.

34. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция полного использования энергетических ресурсов. Примеры реализации данной концепции.

35. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция минимизации отходов. Примеры реализации данной концепции.

36. Основные концепции синтеза химико-технологических систем (ХТС) – концепция эффективного использования оборудования. Примеры реализации данной концепции.

37. Производство азотной кислоты – сырьевая база производства.

38. Производство азотной кислоты – химическая схема производства. Физико-химическое описание процессов.

39. Производство азотной кислоты – функциональная схема производства.

40. Производство азотной кислоты – стадия подготовки исходного сырья.

41. Производство азотной кислоты – аппаратурное оформление стадии окисления аммиака.

42. Производство азотной кислоты – стадия окисления аммиака. Что такое «котёл-утилизатор», и какую функцию он выполняет?

43. Производство азотной кислоты – стадия окисления оксида азота. Почему окисления оксида азота нельзя объединить со стадией окисления аммиака?

44. Производство азотной кислоты – узел абсорбции. Почему теплообменный аппарат перед абсорбционной колонной называет «холодильник-конденсатор»? Что там конденсируется?

45. Производство азотной кислоты – узел абсорбции. Конструкция абсорбционной колонны.

46. Производство азотной кислоты – узел санитарной очистки. По какому принципу выбирается реагент для восстановления оксидов азота?

47. Производство азотной кислоты – узел санитарной очистки. Какую роль выполняет турбина?

48. Производство азотной кислоты – описание энерготехнологической схемы производства.

49. Производство азотной кислоты – какую роль выполняет «экономайзер», стоящий после турбины?

50. Производство азотной кислоты – какие концепции синтеза ХТС реализованы на производстве?

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-4.14.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «***Общая химическая технология***» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является ***экзамен***.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к ***экзамену*** по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на* ***экзамене***

Оценка экзамена	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

БИЛЕТ № 1

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа ректоров в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
3. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования ХТС.

БИЛЕТ № 2

1. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
2. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
3. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.

БИЛЕТ № 3

1. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 4

1. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 5

1. Кинетические закономерности химических процессов. Скорость реакции и скорость превращения вещества. Схема превращения вещества.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для простых реакций.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 6

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t). Теоретический оптимальный режим.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 7

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), x(T). Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 8

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных параллельных реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), S_R(c), S_R(T). Теоретический оптимальный режим.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 9

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), S_R(c), S_R(T). Теоретический оптимальный режим.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Неизотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.

БИЛЕТ № 10

1. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
2. Сравнение непрерывных процессов в реакторах смешения и вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 11

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения Время полного превращения твердого Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
2. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов.
3. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.

БИЛЕТ № 12

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
2. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов смешения при проведении в них простых и сложных реакций.
3. Концепции синтеза ХТС и пути их решения.

БИЛЕТ № 13

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения.
2. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 14

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии. Способы интенсификация процессов, протекающих в различных лимитирующих стадиях.
2. Виды связей в ХТС и их назначение.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 15

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего в кинетической, области.
2. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 16

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внутридиффузионной области.
2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 17

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса, протекающего во внешнедиффузионной области.
2. Свойства ХТС.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 18

1. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.
2. Свойства ХТС.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 19

1. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Основные стадии. Математическое описание процесса. Наблюдаема скорость процесса.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 20

1. Гетерогенно-каталитический процесс на непористом зерне катализатора. Наблюдаема скорость процесса. Наблюдаемый коэффициент. Влияние температуры и скорости потока на скорость превращения.
2. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 21

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 22

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса.
2. Свойства ХТС.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 23

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора.
2. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 24

1. Тепловые явления на непористом зерне катализатора.
2. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 25

1. Тепловые явления на пористом зерне катализатора.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 26

1. Гетерогенный процесс газ-жидкость.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Неизотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.

БИЛЕТ № 27

1. Гетерогенный процесс газ-жидкость.
2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа ректоров в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.

БИЛЕТ № 28

1. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Неизотермические процессы в реакторах вытеснения и периодических реакторах смешения.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 29

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса.
2. Сравнение эффективности работы единичного реактора вытеснения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 30

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t). Теоретический оптимальный режим.
2. Основные типы реакторов в химической технологии. Работа ректоров в периодическом и непрерывном режимах. Условное время пребывания Функциональные элементы реактора. Этапы построения математической модели реактора.
3. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования ХТС.

БИЛЕТ № 31

1. Каталитические процессы. Катализаторы. Требования, предъявляемые к катализаторам.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 32

1. Гетерогенный процесс газ-жидкость.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
3. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования ХТС.

БИЛЕТ № 33

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для сложных последовательных реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), $S_R(c)$, $S_R(T)$. Теоретический оптимальный режим.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 34

1. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
2. Сравнение непрерывных процессов в реакторах смешения и вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.

БИЛЕТ № 35

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), x(T). Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
2. Виды связей в ХТС и их назначение.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 36

1. Химический процесс. Технологические показатели эффективности. Модели химико-технологических систем. Подсистемы ХТС. Параметры состояния и параметры свойств потоков, параметры состояния элементов ХТС.
2. Виды связей в ХТС и их назначение.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 37

1. Стехиометрические закономерности химических процессов. Использование стехиометрических закономерностей в расчетах показателей эффективности технологических процессов.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы обжига серосодержащего сырья. Решение концепций полного использования сырья.

БИЛЕТ № 38

1. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС. Свойства ХТС Синтез ХТС. Концепции синтеза и пути их решения. Синтез и сравнение однородных систем реакторов вытеснения и смешения при проведении в них различных реакций.
2. Сравнение эффективности работы единичного реактора смешения, каскада последовательного соединения и параллельного соединения реакторов смешения при проведении в них простых и сложных реакций.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы абсорбции диоксида азота. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 39

1. Гетерогенные процессы. Классификация. Примеры.
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 40

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения Время полного превращения твердого Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 41

1. Тепловые явления на непористом зерне катализатора.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Неизотермические процессы в непрерывных реакторах смешения.
3. Концепции синтеза и пути их решения.

БИЛЕТ № 42

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых обратимых реакций. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t), x(T). Линия оптимальных температур. Теоретический оптимальный режим.
2. Свойства ХТС.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 43

1. Гомогенные процессы. Кинетическая модель для простых необратимых реакций различного порядка. Аналитические и графические зависимости: r(c), r(T), r(x), c(t). Теоретический оптимальный режим.
2. Виды связей в ХТС и их назначение.
3. ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Решение концепций минимизации отходов и эффективного использования оборудования.

БИЛЕТ № 44

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающаяся сфера». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения Время полного превращения твердого Режимы протекания процесса. Лимитирующие стадии.
2. Материальный и тепловой балансы реакционного элемента ХТС.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения азото-водородной смеси. Решение концепций минимизации отходов.

БИЛЕТ № 45

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Математическое описание процесса. Основные стадии. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле.
2. Каскад реакторов идеального смешения. Аналитический и графический методы расчета каскада реакторов.
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 46

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Степень использования внутренней поверхности катализатора. Режимы протекания процесса.
2. Сравнение непрерывных процессов в реакторах смешения и вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
3. Концепции синтеза и пути их решения.

БИЛЕТ № 47

1. Термодинамические закономерности химических процессов и их использование в технологических расчетах
2. Построение модели периодического реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения от времени для простых реакций.
3. Синтез ХТС производства азотной кислоты. Химическая и структурная схемы производства. Физико-химическое основы окисления аммиака, абсорбции диоксида азота. Решение концепций полного использования сырья, эффективного использования энергоресурсов, минимизации отходов, эффективного использования оборудования ХТС.

БИЛЕТ № 48

1. Гетерогенно-каталитический процесс на пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость процесса. Модуль Зельдовича-Тилле. Влияние температуры и размера зерен катализатора на наблюдаемую скорость процесса и степень использования внутренней поверхности катализатора.
2. Построение модели непрерывного реактора идеального смешения. Изотермические процессы в непрерывных реакторах смешения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной параллельной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы каталитического окисления диоксида серы. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 49

1. Гетерогенный процесс газ-жидкость.
2. Сравнение непрерывных процессов в реакторах смешения и вытеснения при проведении в них простых и сложных реакций
3. ХТС производства аммиака. Полная химическая и структурная схемы производства. Физико-химические основы получения аммиака. Решение концепций эффективного использования энергоресурсов.

БИЛЕТ № 50

1. Гетерогенный процесс газ-твердое. Модель «сжимающееся ядро». Материальный баланс по газовой и твердой фазам. Наблюдаемая скорость превращения и время полного превращения твердого для процесса протекающего во внутридиффузионной области
2. Построение модели идеального реактора вытеснения. Изотермические процессы в реакторах вытеснения. Аналитические и графические зависимости концентрации, степени превращения, и дифференциальной селективности от времени пребывания для сложной последовательной реакции.
3. ХТС производства серной кислоты. Химическая и структурная схемы. Физико- химические основы абсорбции триоксида серы. Решение концепций минимизации отходов.

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.8, ОПК-4.9, ОПК-4.14.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «***Общая химическая технология***»:

к.т.н., доцент, доцент кафедры ОХТ М.Г. Давидханова _____

ассистент кафедры ОХТ А.И. Дубко _____

Фонд оценочных средств по дисциплине «***Общая химическая технология***» одобрен на заседании кафедры ***Общей химической технологии***, протокол № 8 от «23» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Общей химической технологии***

д.т.н., профессор В.Н. Грунский _____

Согласован:

Профессор кафедры ***Процессов и аппаратов химической технологии***

к.т.н., доцент Е.П. Моргунова _____

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «*Общая химическая технология*»

направления подготовки
18.03.01 Химическая технология

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета
ЦиТХИн

_____ / С.П. Дударов

«_____» _____ 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»

направление
18.03.01 Химическая технология

форма обучения:
очная, заочная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в ***бакалавриате*** направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Системы управления химико-технологическими процессами***» включает ***4*** раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Системы управления химико-технологическими процессами***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме ***16*** ч. для очной формы обучения и ***4*** ч. для заочной формы обучения. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом. Лабораторные работы охватывают все разделы.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента ***бакалавриата*** в области синтеза и анализа систем автоматического управления, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов я, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» теоретических положений и

сведений, с другой, результатов новейших разработок в области автоматического управления технологическими процессами;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – конспектом лекций и раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет ***30*** баллов и входит в ***60*** баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента ***бакалавриата*** в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка ***30*** баллов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет ***60*** баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме ***3*** контрольных работ (максимальная оценка ***10*** баллов за каждую контрольную работу), лабораторного практикума (максимальная оценка ***30*** баллов) и ***экзамена*** (максимальная оценка – 40 баллов).

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «***Системы управления химико-технологическими процессами***» изучается в ***7-ом*** или в ***8-ом*** семестрах.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в ***бакалавриате***, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом ***бакалавриата***, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных лекций и практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***», является формирование у студентов компетенций в области анализа и синтеза систем автоматического управления химико-технологическими процессами и химическими производствами. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на общих вопросах математического описания элементов контура управления, получения математического описания аппаратов химической технологии, подбора регуляторов и вспомогательных элементов контура автоматики. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой каталоги фирм и предприятий с описанием основного вида и характеристик изделий из них. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ. Следует обращать внимание на необходимость точного выполнения требований к работе за компьютерами, проведению математического моделирования и обработке результатов для получения достоверных данных. Студенты должны понимать, что параметры, которые они определяют в практикуме, связаны с условиями работы тех или иных аппаратов химической технологии.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины и п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; текущий контроль в режиме проведения контрольных работ; самостоятельная работа.

При реализации дисциплины в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

Разработчики методических указаний по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***»:

к.т.н., доцент кафедры ОХТ	С.Е. Золотухин	_____
ассистент кафедры ОХТ	А.И. Дубко	_____
ст. преподаватель кафедры ОХТ	О.Ю. Сальникова	_____

Методические указания по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» одобрены на заседании кафедры ***Общей химической технологии***, протокол № 8 от «23» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Общей химической технологии***

д.т.н., профессор	В.Н. Грунский	_____

Дополнения и изменения к методическим указаниям
по дисциплине «*Системы управления химико-технологическими процессами*»

направления
18.03.01 Химическая технология

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета
ЦиТХИн

_____ / С.П. Дударов

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»

направление
18.03.01 Химическая технология

форма обучения:
очная, заочная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению ***18.03.01 Химическая технология***, ООП и рабочей программой дисциплины «***Системы управления химико-технологическими процессами***».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

1) Контрольная работа № 1 (раздел 2)

Вариант 1.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x .$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2+s+4} .$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x .$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 2.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x .$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2+s+4} .$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x .$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 3.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x .$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2+s+4} .$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x .$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 4.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2+s+4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x\,.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 5.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau-5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{2s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 2\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 6.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$4\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = 2\frac{dx(\tau-5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 4\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 7.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$6\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{6s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 6\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 8.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$8\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{8s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 8\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = 0,5\tau \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0.$$

Вариант 9.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 10.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 11.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 12.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-0,25\tau}\cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 13.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите переходную функцию элемента, допустив, что $x(0) = 0$.

Вариант 14.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 15.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 16.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-4\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 17.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = 4x(\tau - 1)\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите переходную функцию элемента, допустив, что $x(0) = 0$.

Вариант 18.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = 4x(\tau - 1)\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 19.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = 4x(\tau - 1).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 20.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = 4x(\tau - 1).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0.$$

Вариант 21.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{4\mathrm{e}^{-2s}}{s}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 4x.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 22.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{4\mathrm{e}^{-2s}}{s}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 4x.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 23.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{4\mathrm{e}^{-2s}}{s}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 4x.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 24.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{4\mathrm{e}^{-2s}}{s}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 4x.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0.$$

Вариант 25.

1. Концентрация продукта реакции на выходе из реактора с мешалкой (c, моль/м^3) зависит от расхода подаваемого в реактор реагента (F, кг/мин) в соответствии с уравнением:

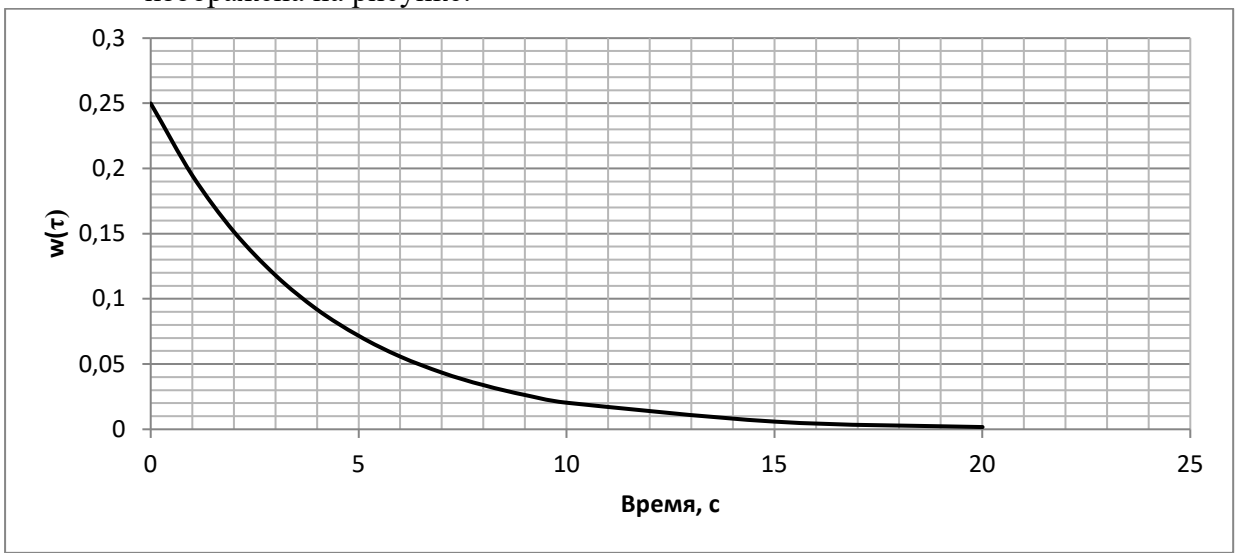
$$3\frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = F(\tau - 2)$$

Где постоянная времени и время запаздывания даны в минутах.

Определите, как будет меняться концентрация продукта (c), после ступенчатого изменения расхода реагента от 3кг/мин до 5кг/мин, если перед этим реактор находился в статическом режиме (c_0 найти из уравнения статики). Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на входное воздействие x=2τ·1(τ) и изобразите его графически.

3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{1}{3s}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите отклик звена на входное воздействие x=3τ·1(τ).

Вариант 26.

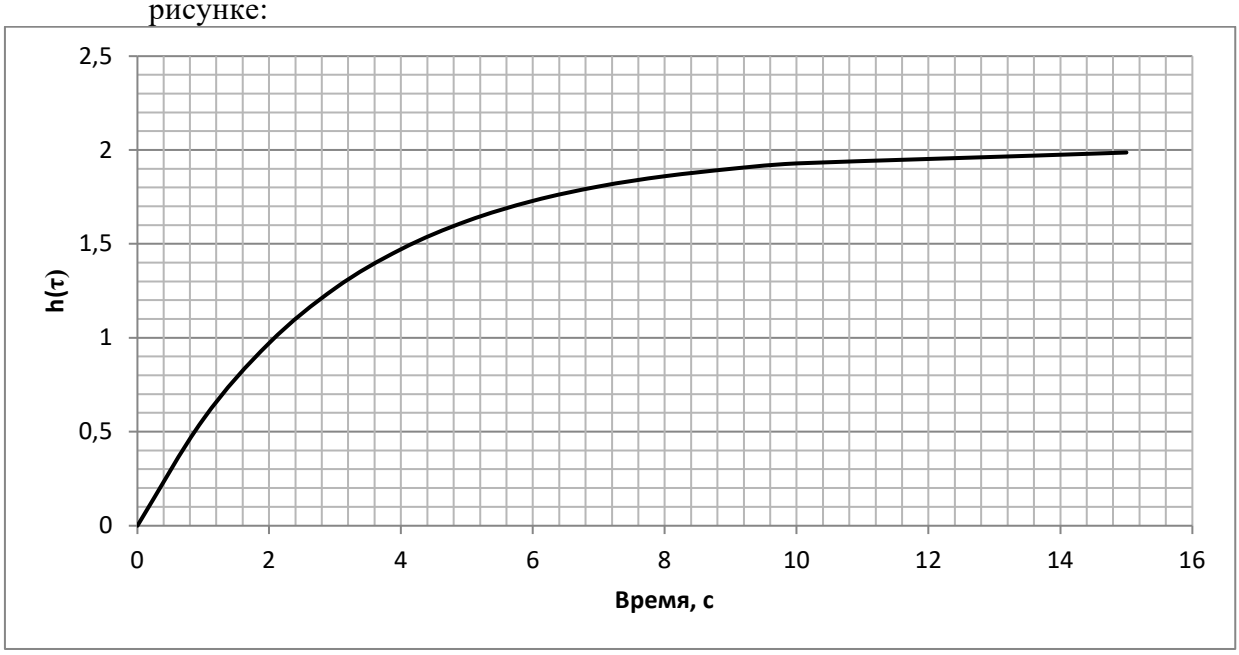
1. Показания манометрического термометра (θ, °C) зависят от температуры измеряемого газового потока (t, °C) в соответствии с уравнением:

$$5\frac{d\theta(\tau)}{d\tau} + \theta(\tau) = t(\tau - 2)$$

Определите, как будут меняться показания термометра после ступенчатого изменения температуры газового потока от 20 °C до 50 °C, если перед этим первичный измерительный преобразователь термометра находился в тепловом равновесии с измеряемой средой. Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на импульсное входное воздействие и постройте кривую веса.

3. Известна переходная характеристика объекта:

$$h(\tau) = 2 \cdot (1 - e^{-0,2\tau}) \cdot 1(\tau)$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Найдите отклик объекта на входное воздействие x=τ·1(τ).

Вариант 27.

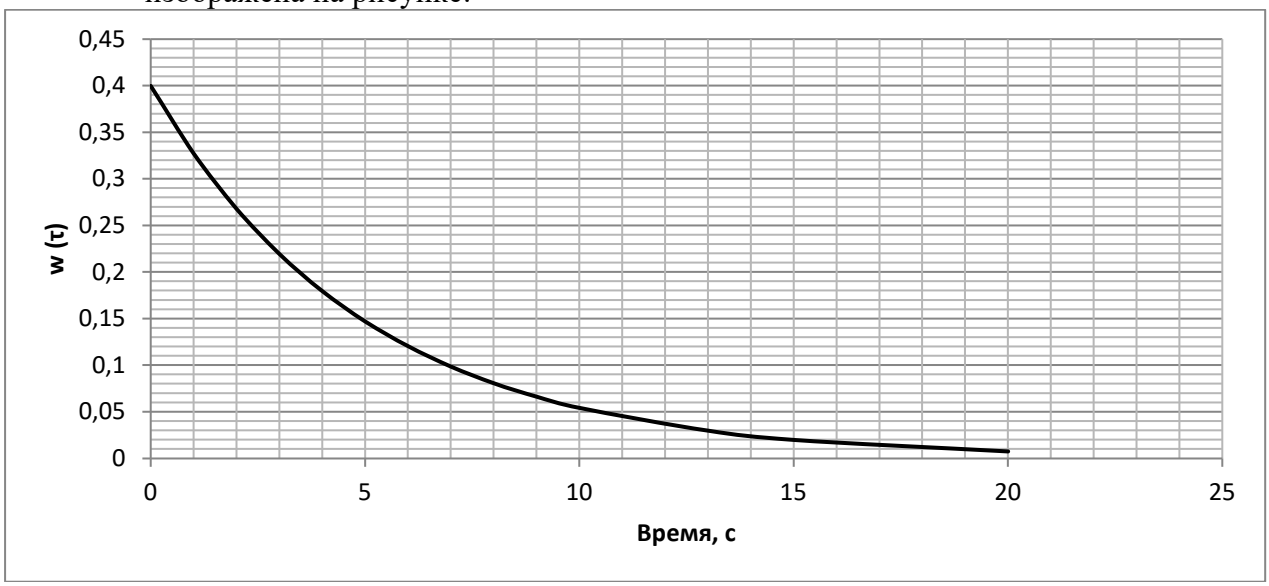
1. Показания магнитного газоанализатора $y(\tau)$ зависят от массовой доли кислорода в газовой смеси $w(\tau)$ в соответствии с уравнением:

$$7\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = w(\tau - 5)$$

Определите, как будут меняться показания магнитного газоанализатора после ступенчатого изменения массовой доли кислорода в смеси от 3 % до 10 %, если перед этим система находилась в статическом режиме. Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на входное воздействие x=2τ·1(τ) и изобразите его графически.

3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{2}{2s + 1}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите импульсную переходную функцию звена.

Вариант 28.

1. pH продукта реакции на выходе их реактора с мешалкой зависит от расхода подаваемой в реактор щелочи (F, кг/мин) в соответствии с уравнением:

$$3\frac{dpH(\tau)}{d\tau} + pH(\tau) = 6F(\tau - 0{,}1)$$

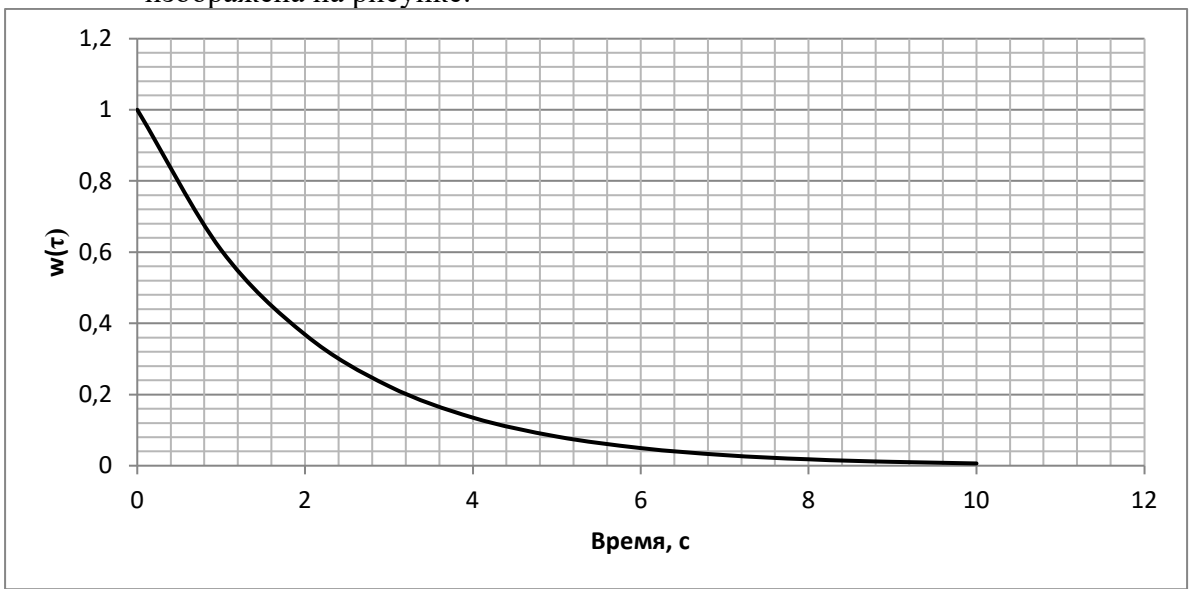
Где постоянная времени и время запаздывания даны в минутах.

Определите, как будет меняться pH продукта, после ступенчатого изменения расхода щелочи от 1кг/мин до 1,5кг/мин, если перед этим реактор находился в статическом режиме, (pH_0 найти из уравнения статики).

Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на входное воздействие x=2τ·1(τ) и изобразите его графически.

3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{2}{5s}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите отклик звена на входное воздействие x=3τ·1(τ).

Вариант 29.

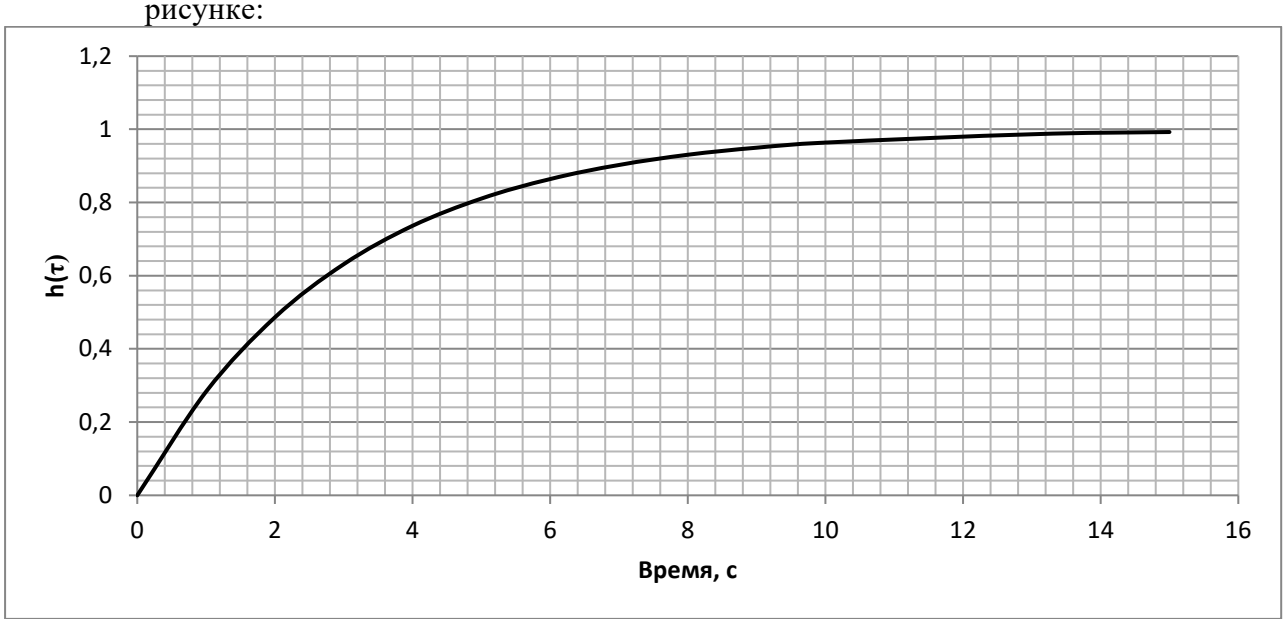
1. Показания манометрического термометра (θ, °C) зависят от температуры измеряемого газового потока (t, °C) в соответствии с уравнением:

$$3\frac{d\theta(\tau)}{d\tau} + \theta(\tau) = t(\tau - 2)$$

Определите, как будут меняться показания термометра если температура газового потока начнет расти от 20 °C со скоростью 2 °C/с, если перед этим первичный измерительный преобразователь термометра находился в тепловом равновесии с измеряемой средой. Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на импульсное входное воздействие и постройте кривую веса.

3. Известна переходная характеристика объекта:

$$h(\tau) = 2 \cdot \tau \cdot 1(\tau)$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Найдите отклик объекта на входное воздействие $x=\tau \cdot 1(\tau)$.

Вариант 30.

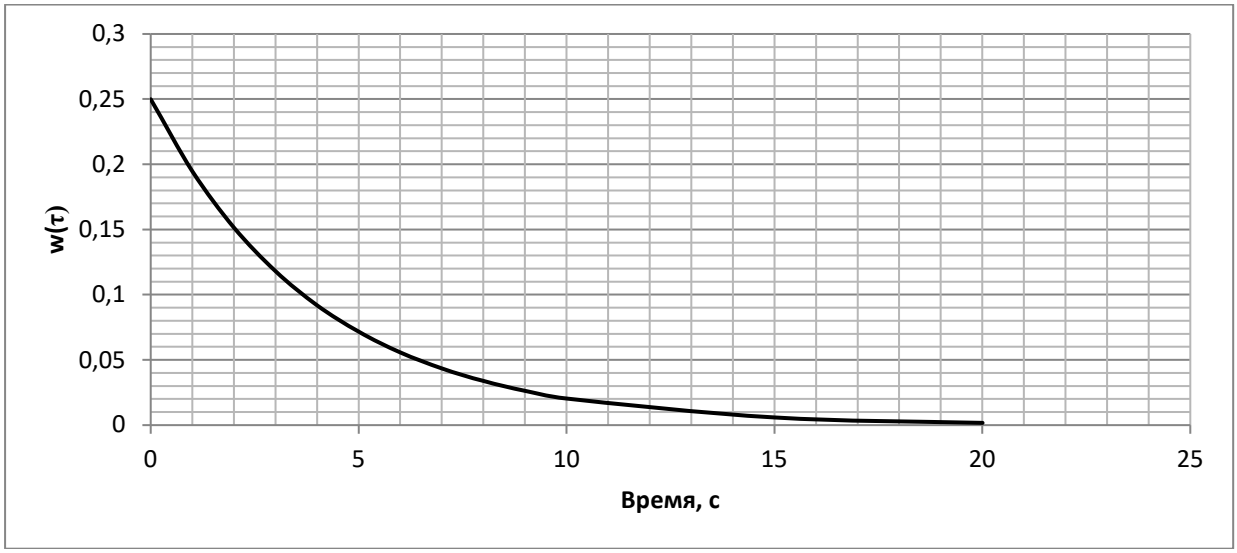
1. Показания магнитного газоанализатора $y(\tau)$ зависят от массовой доли кислорода в газовой смеси $w(\tau)$ в соответствии с уравнением:

$$5\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = w(\tau - 5)$$

Определите, как будут меняться показания магнитного газоанализатора, после того, как массовая доля кислорода в смеси начала расти от 9 % со скоростью 5 %/с, если перед этим система находилась в статическом режиме. Нарисуйте соответствующую кривую отклика.

При решении необходимо преобразовать исходное уравнение к уравнению в отклонениях от первоначального статического режима, сделав тем самым начальные условия нулевыми, и решить его с помощью преобразования Лапласа.

2. Импульсная переходная характеристика статического звена первого порядка изображена на рисунке:



Найдите параметры передаточной функции этого звена,

Найдите отклик полученного звена на входное воздействие x=2τ·1(τ) и изобразите его графически.

3. Дана передаточная функция объекта:

$$W(s) = \frac{1}{5s + 1}$$

Определите, какому типовому динамическому звену соответствует объект. Получите переходную функцию звена и нарисуйте соответствующую кривую разгона. Найдите импульсную переходную функцию звена.

Вариант 31.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2 + s + 4}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 32.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2 + s + 4}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 33.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2 + s + 4}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 34.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy(\tau)}{d\tau} + y(\tau) = \frac{dx(\tau - 5)}{d\tau}.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s+1}{s^2 + s + 4}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 4x.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0.$$

Вариант 35.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{2s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 2\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 36.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 4\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 37.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{6s^3 + 2s^2 - 7\mathrm{s} + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 6\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 38.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - 2x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{8s^3 + 2s^2 - 7\mathrm{s} + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$2\frac{dy}{d\tau} + y = 8\frac{dx}{d\tau}.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = 0,5\tau \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 39.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите переходную функцию элемента.

Вариант 40.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 41.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 42.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} - 4\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + 6x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5\mathrm{e}^{-2s}}{4s+1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = 2x\,.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-0,25\tau}\cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 43.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите переходную функцию элемента, допустив, что $x(0) = 0$.

Вариант 44.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 45.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 46.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}\tau^2} + 4\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} - 5y = 2\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{s^2 + s + 1}{s^3 + s^2 - 2s - 4}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}\tau} + y = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-4\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0\,.$$

Вариант 47.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau)\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите переходную функцию элемента, допустив, что $x(0) = 0$.

Вариант 48.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau)\,.$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}\,.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x\,.$$

Определите импульсную переходную функцию элемента.

Вариант 49.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x.$$

Определите рамповую переходную функцию элемента.

Вариант 50.

1. Определите передаточную функцию системы, описываемой дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{d}^2 y(\tau)}{\mathrm{d}\tau^2} + \frac{\mathrm{d}y(\tau)}{\mathrm{d}\tau} + y(\tau) = \frac{\mathrm{d}x(\tau)}{\mathrm{d}\tau} - 2x(\tau).$$

2. Запишите дифференциальное уравнение, соответствующее передаточной функции:

$$W(s) = \frac{5s^2}{4s^3 + 2s^2 - 7s + 1}.$$

3. Один из элементов системы регулирования описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{d}\tau} = \frac{\mathrm{dx}}{\mathrm{d}\tau} + 4x.$$

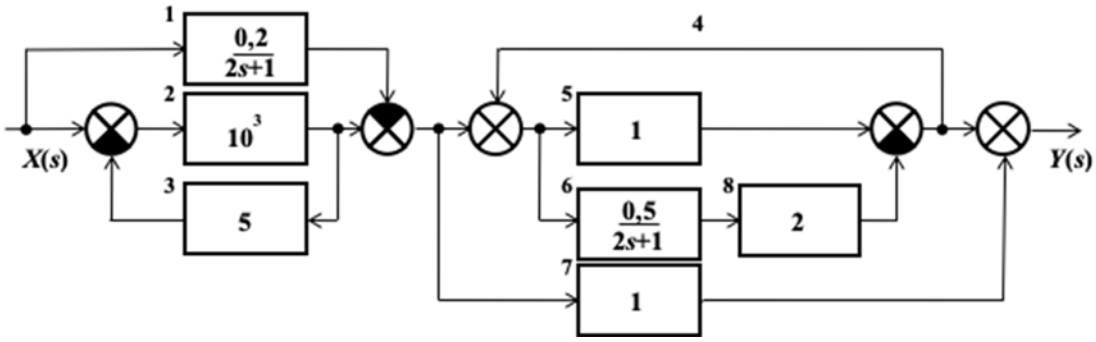
Определите реакцию элемента на воздействие

$$x(\tau) = \mathrm{e}^{-\tau} \cdot 1(\tau); \quad y(0) = 0.$$

2) Контрольная работа № 2 (раздел 2)

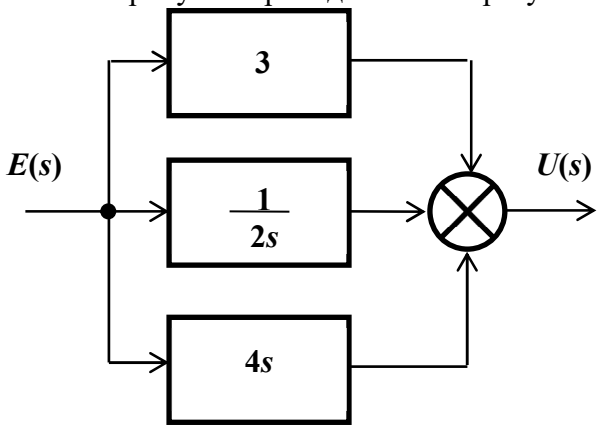
Вариант 1.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

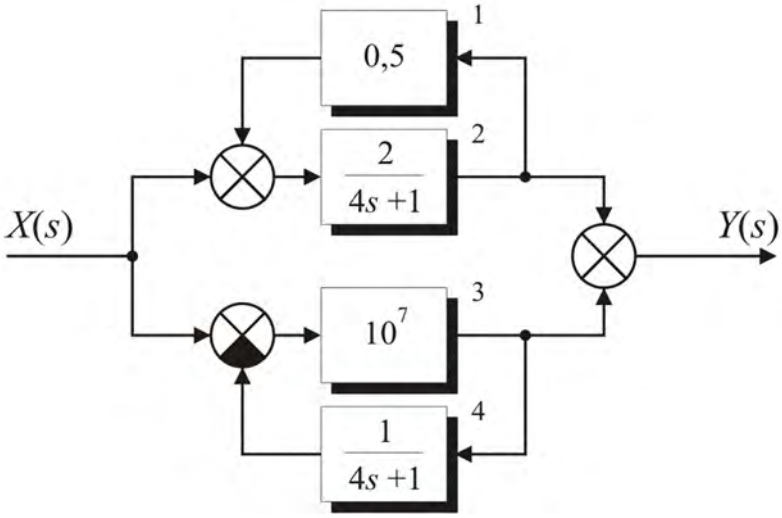


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Идеальное интегрирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального интегрирующего звена.

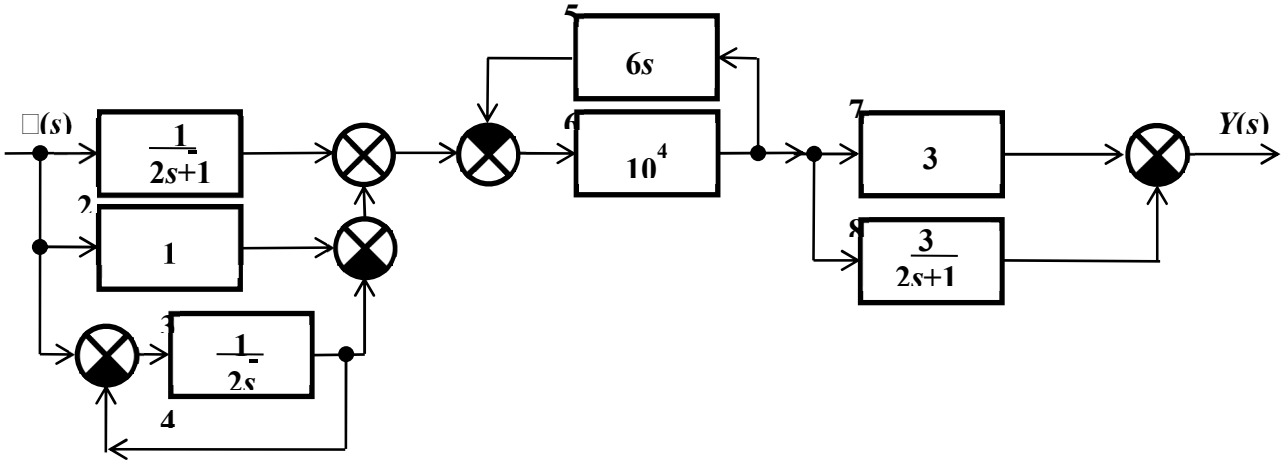
Вариант 2.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



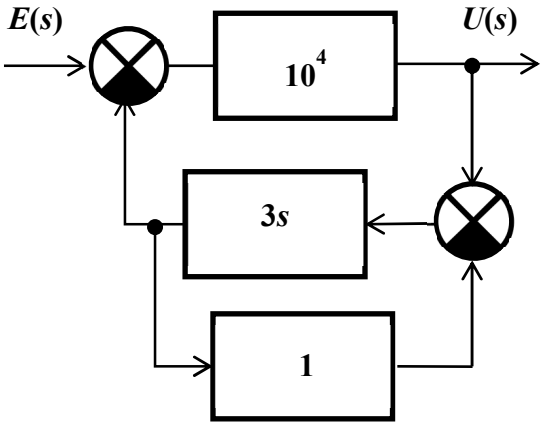
Вариант 3.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте импульсную переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

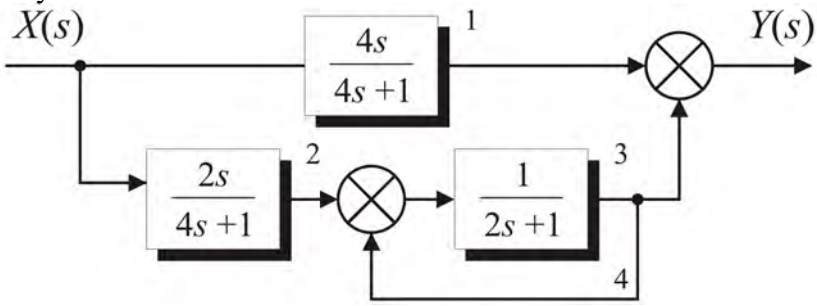


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорциональный закон регулирования. Передаточная функция П регулятора.

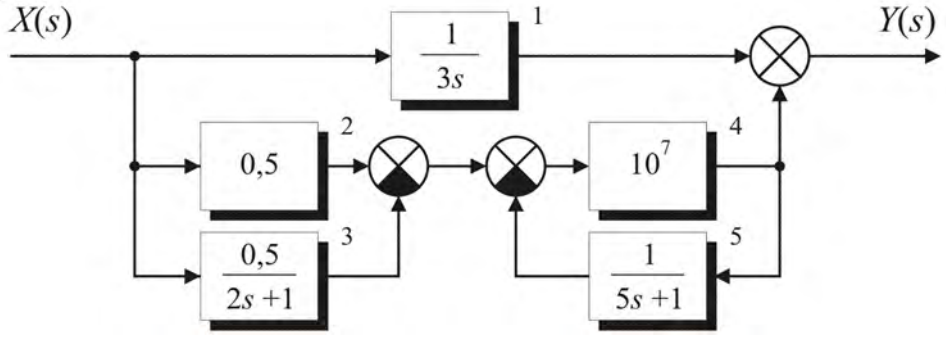
Вариант 4.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



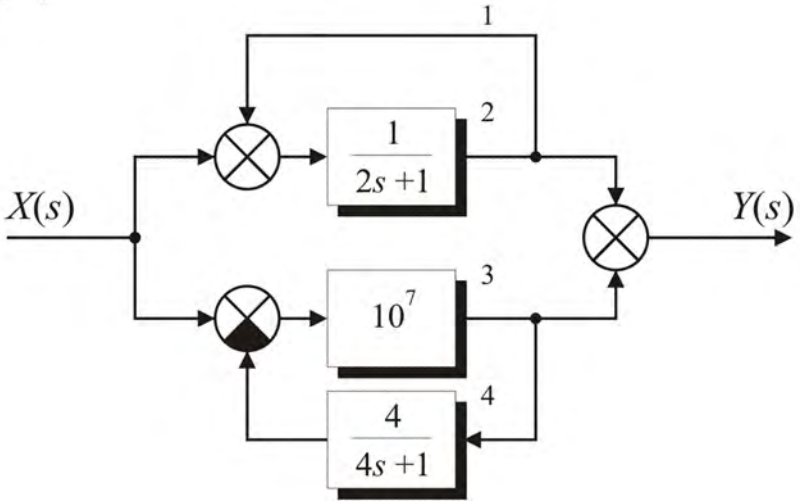
Вариант 5.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



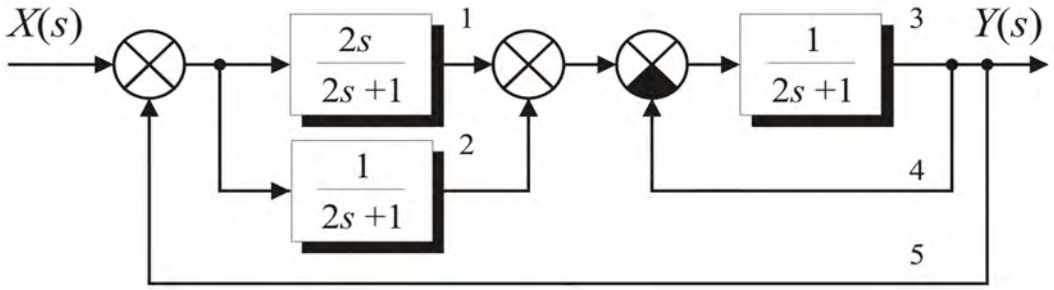
Вариант 6.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:

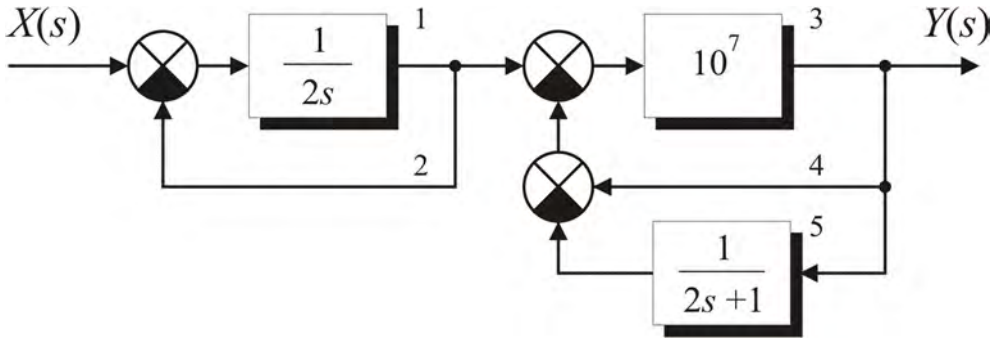


Вариант 7.

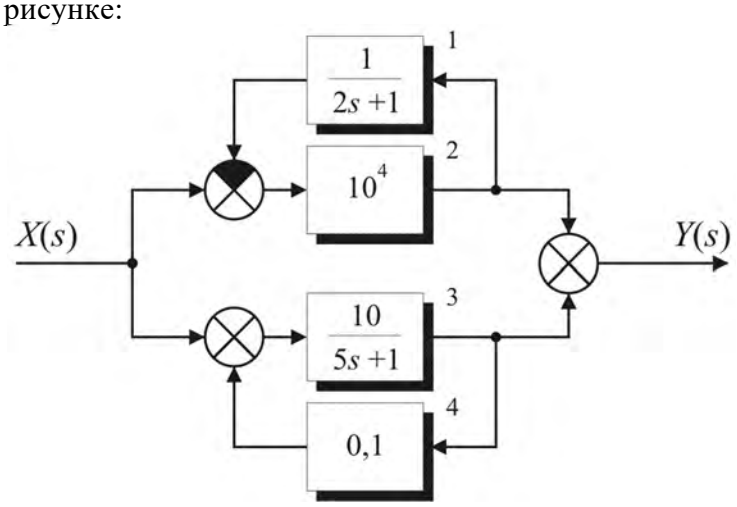
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



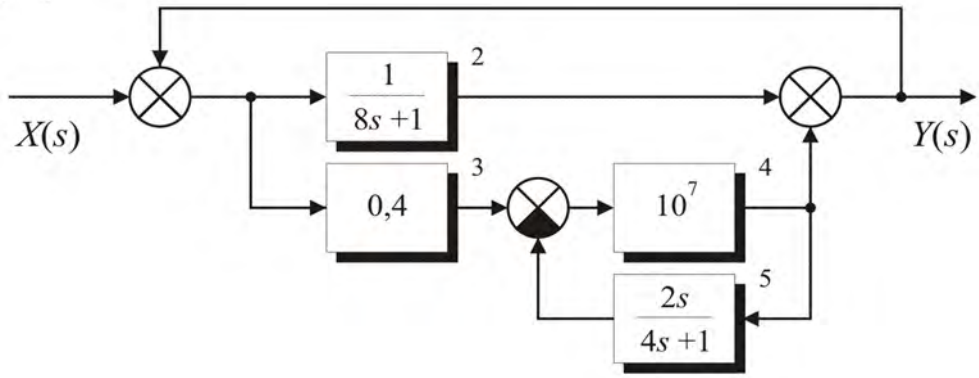
Вариант 8.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



Вариант 9.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:

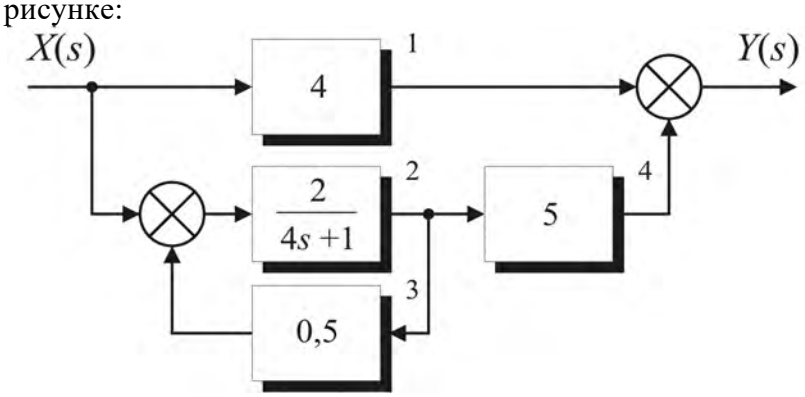


Вариант 10.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



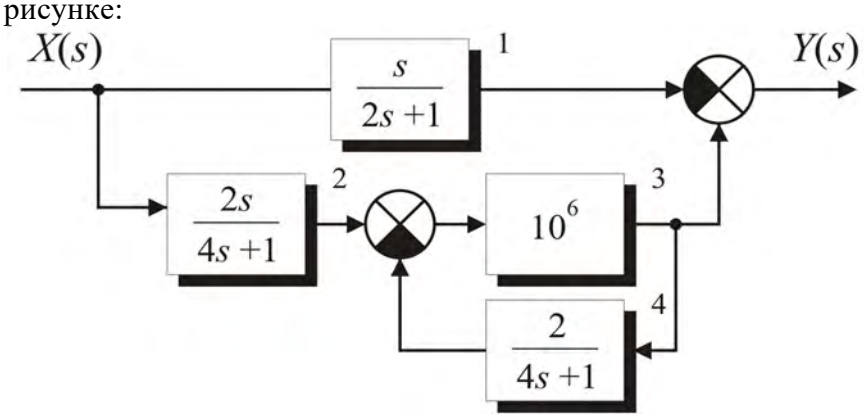
Вариант 11.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



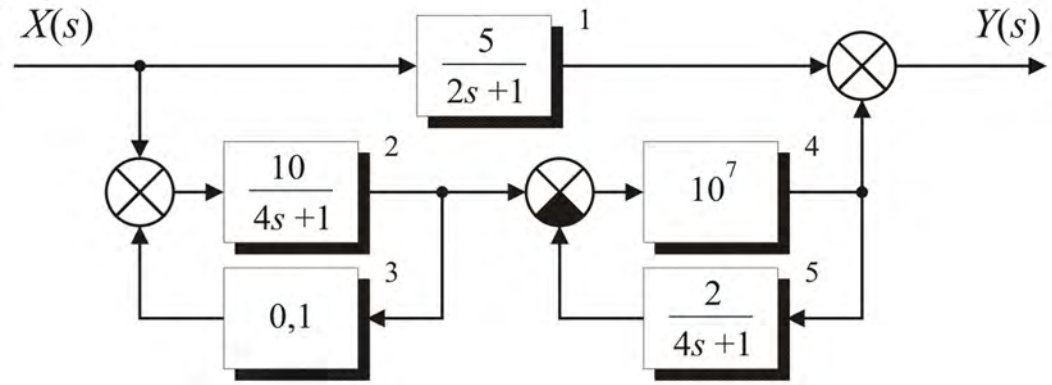
Вариант 12.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



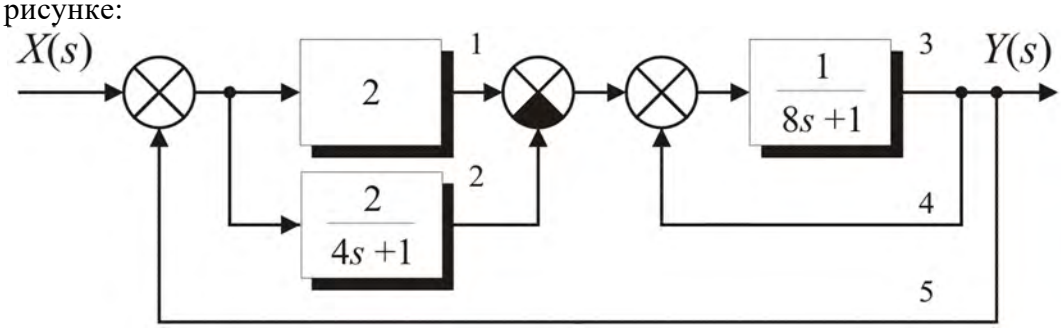
Вариант 13.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



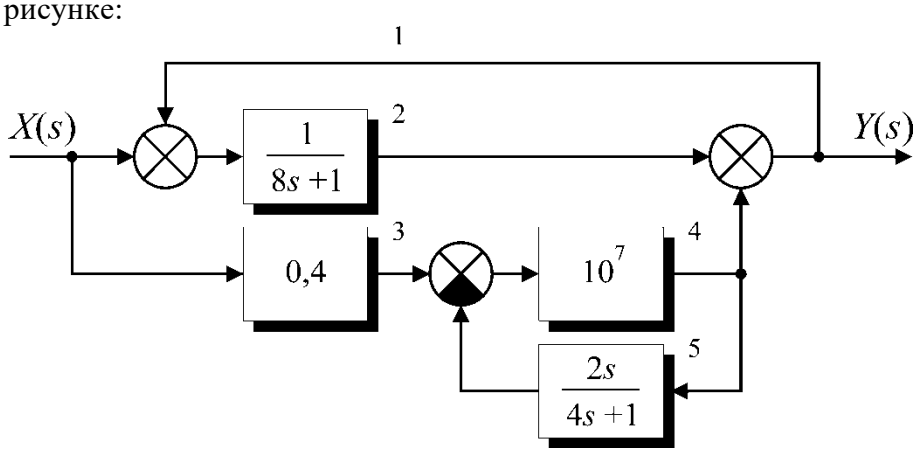
Вариант 14.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



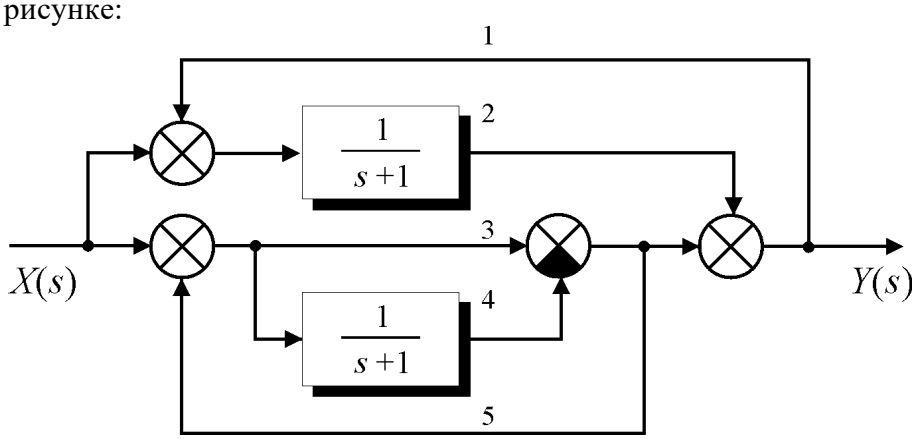
Вариант 15.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



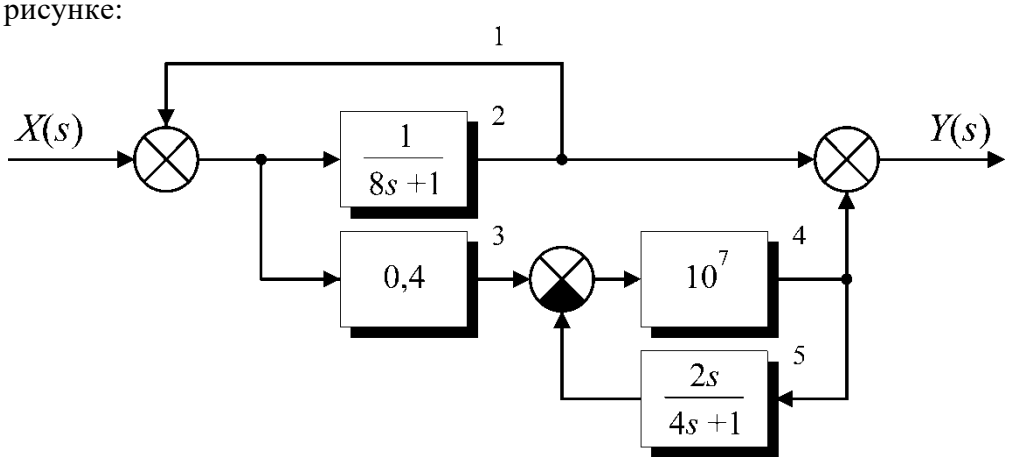
Вариант 16.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



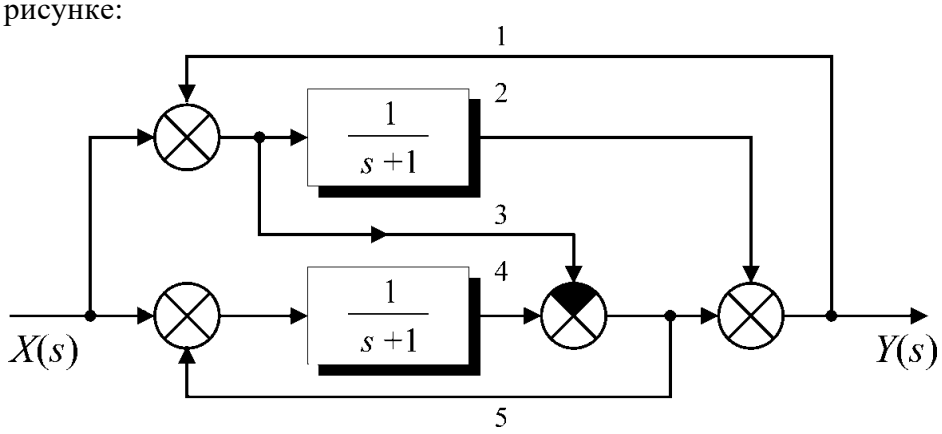
Вариант 17.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



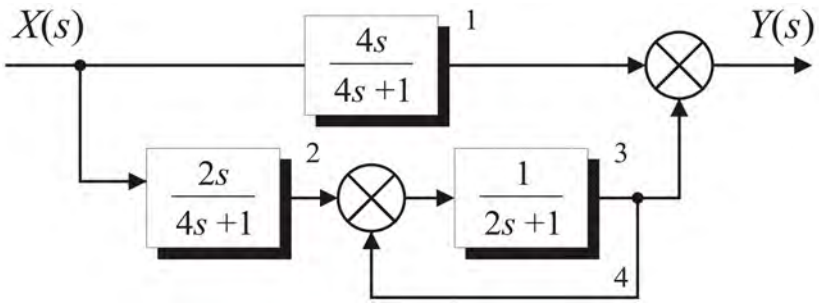
Вариант 18.

Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



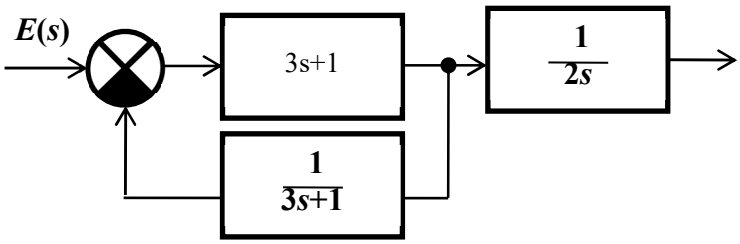
Вариант 19.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

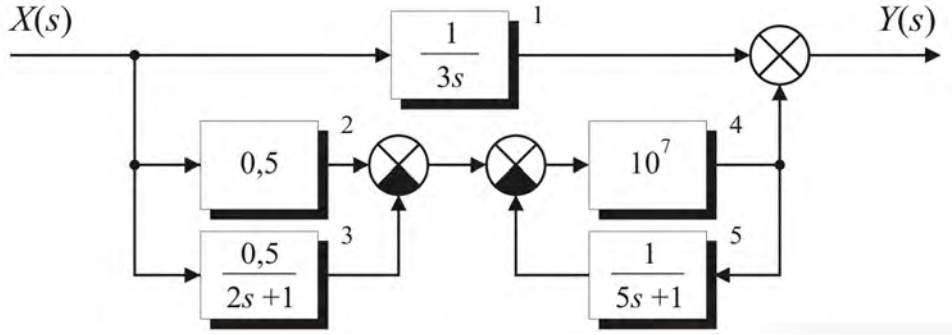


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Параллельное соединение звеньев. Передаточная функция для параллельно соединенных звеньев.

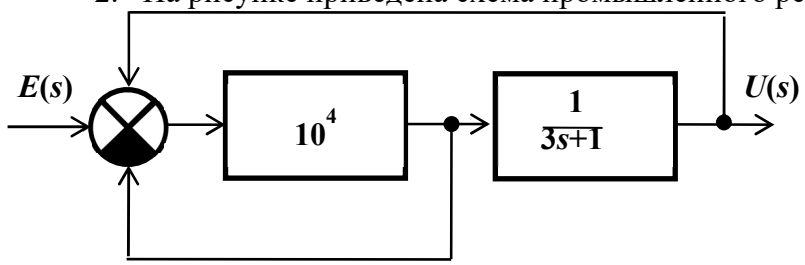
Вариант 20.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

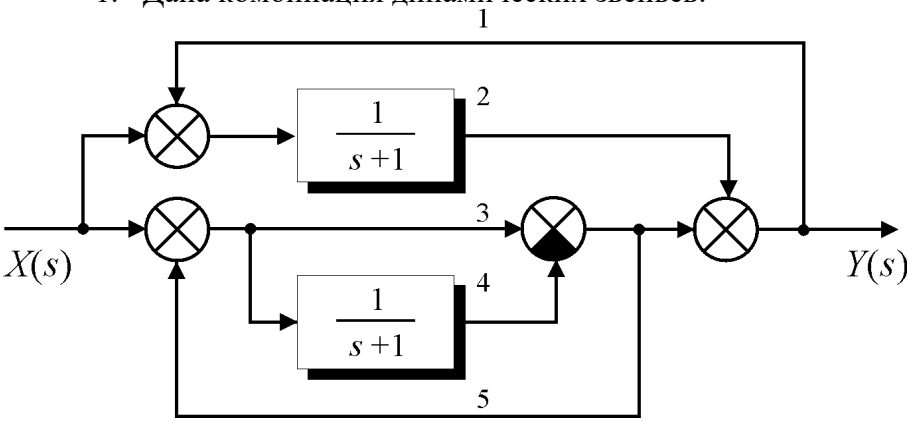


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Единичное импульсное воздействие. Функция Дирака. Импульсная переходная функция.

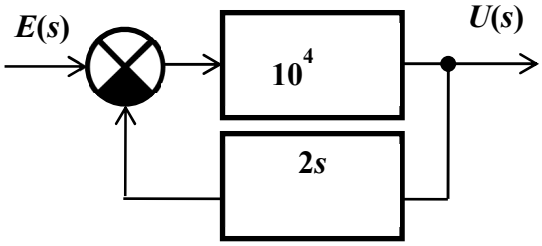
Вариант 21.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

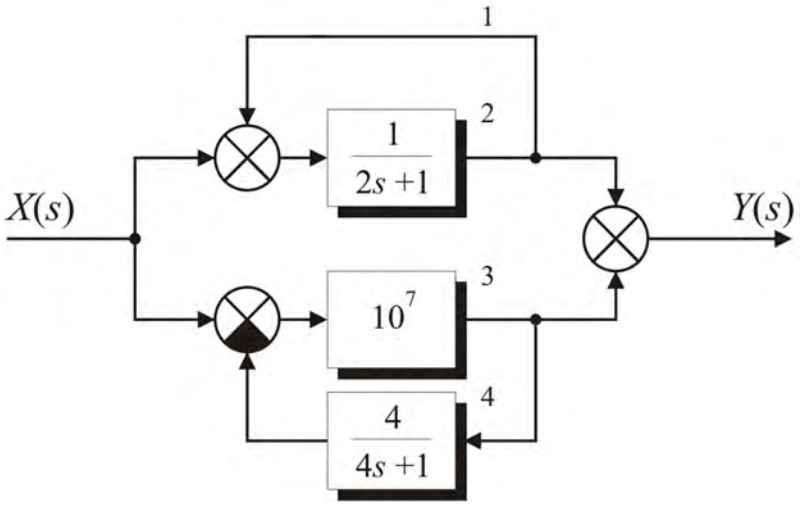


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорционально-дифференциальный закон регулирования. Передаточная функция ПД регулятора. Время предварения.

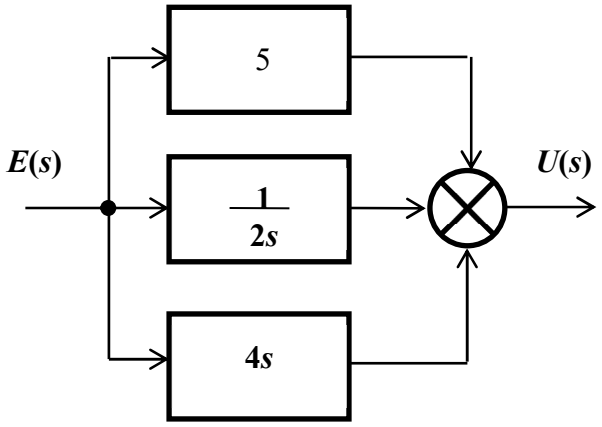
Вариант 22.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

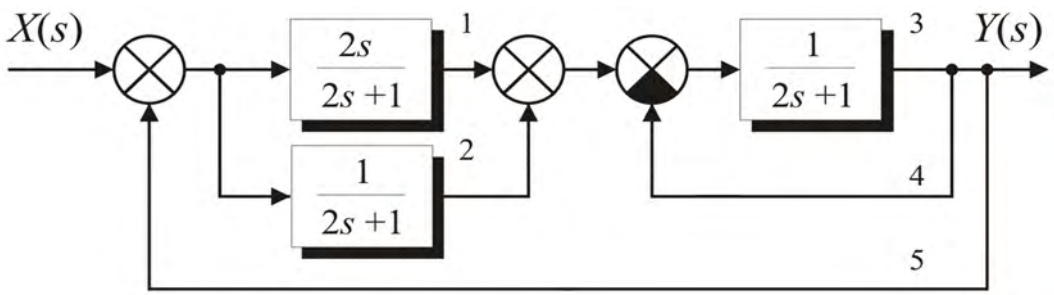


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Закон действия регулятора. Классические законы регулирования.

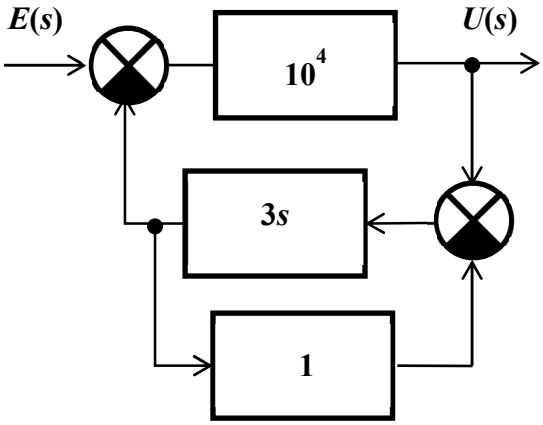
Вариант 23.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте импульсную переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

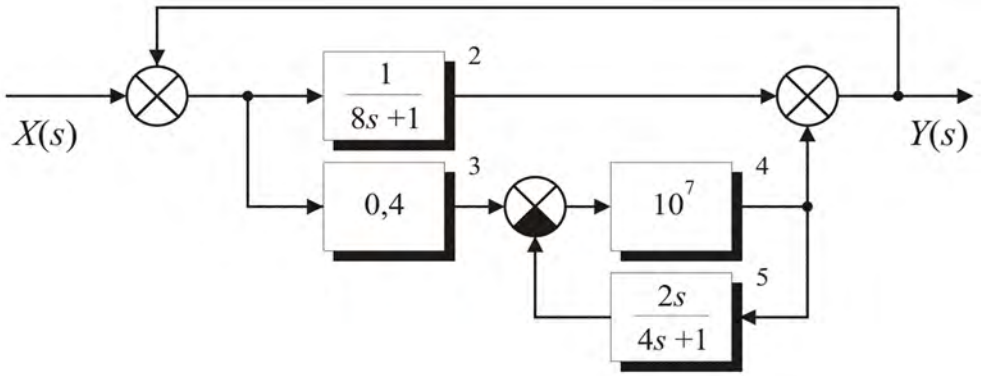


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Динамическое звено. Типовое динамическое звено.

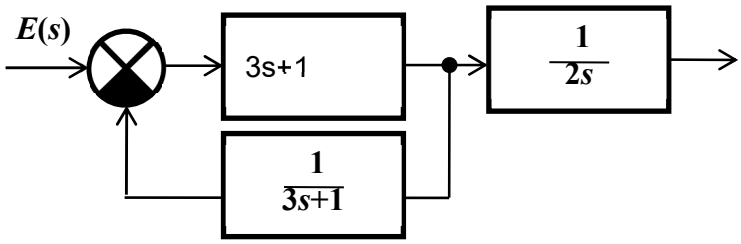
Вариант 24.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

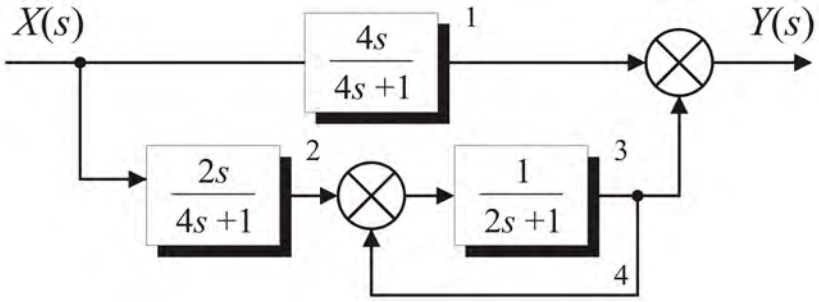


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Идеальное дифференцирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального дифференцирующего звена.

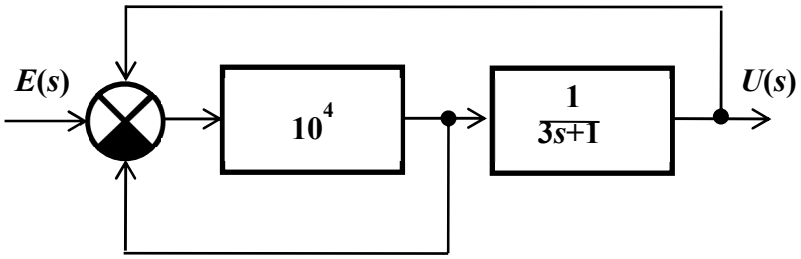
Вариант 25.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

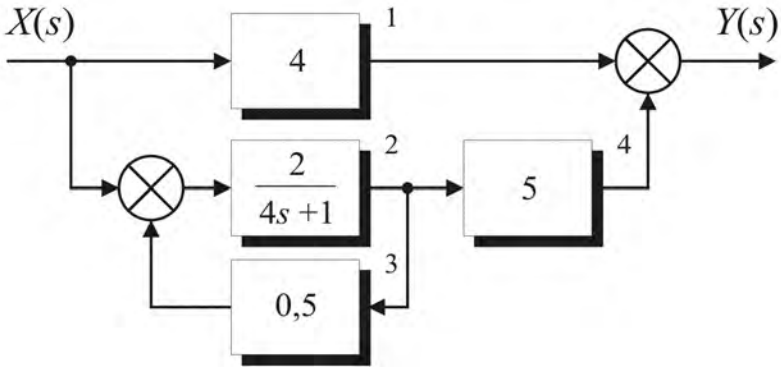


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорционально-интегральный закон регулирования. Передаточная функция ПИ регулятора. Время изодрома.

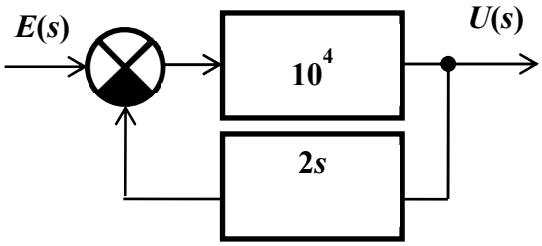
Вариант 26.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

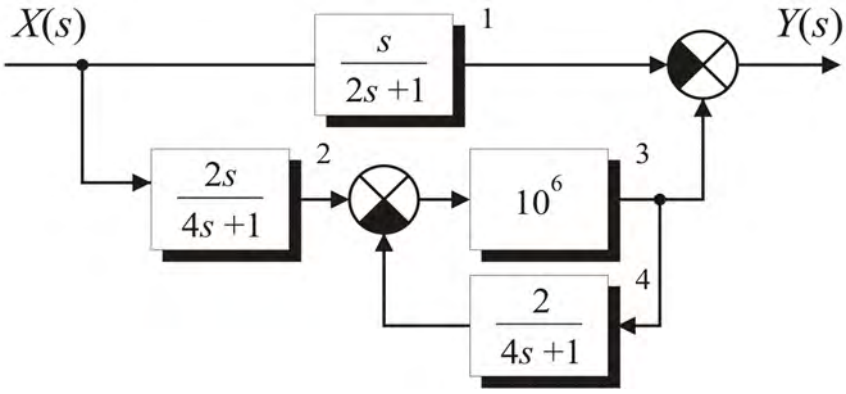


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Единичное ступенчатое воздействие. Функция Хевисайда. Переходная функция.

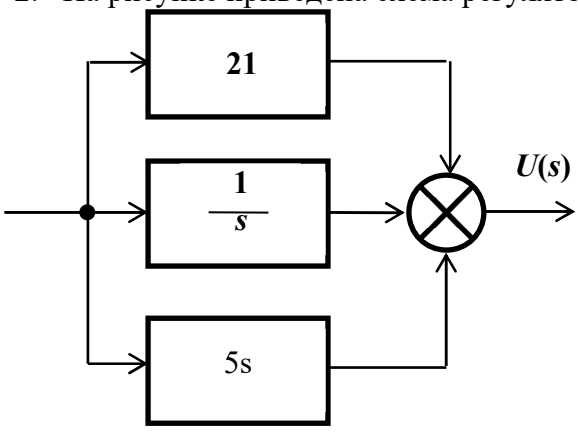
Вариант 27.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

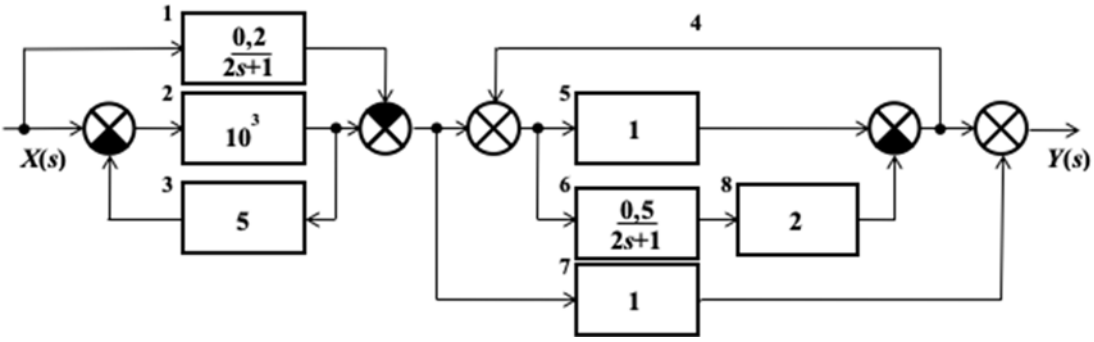


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Соединение с обратное связью. Передаточная функция замкнутой цепи с отрицательной обратной связью. Передаточная функция замкнутой цепи с положительной обратной связью.

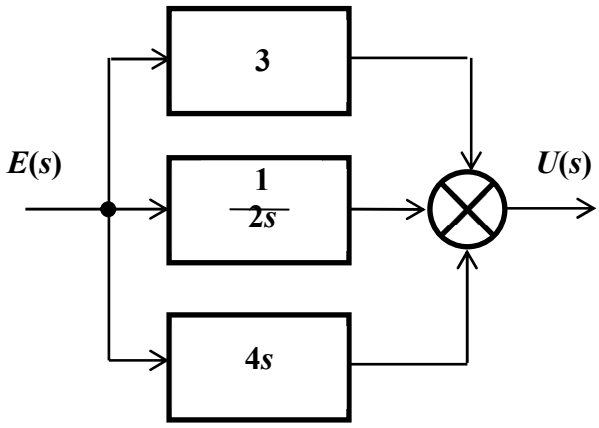
Вариант 28.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

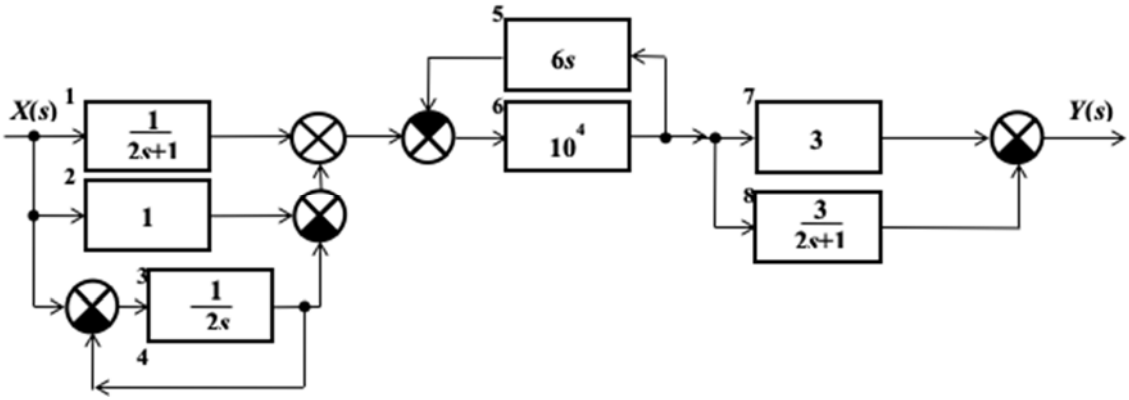


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования. Передаточная функция ПИД регулятора.

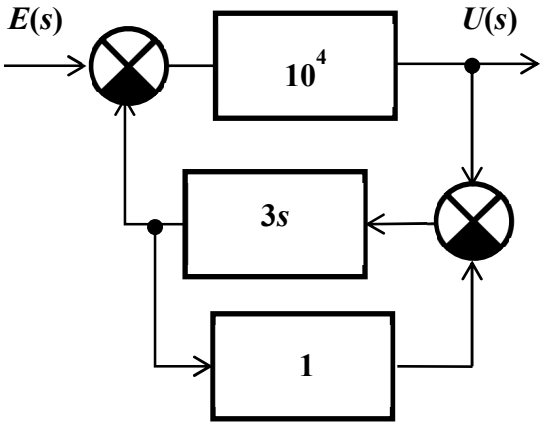
Вариант 29.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте импульсную переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

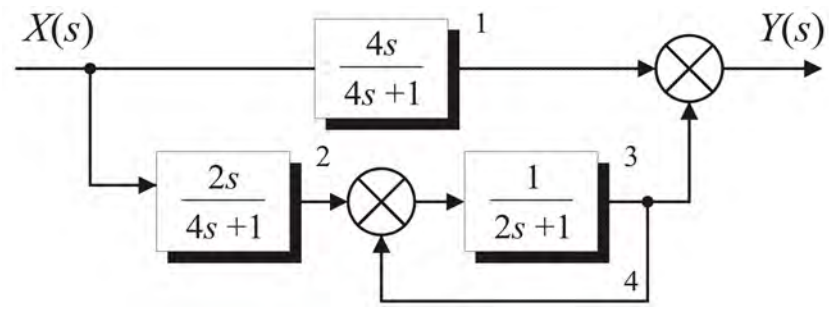


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Статическое звено первого порядка. Пример. Передаточная функция звена первого порядка.

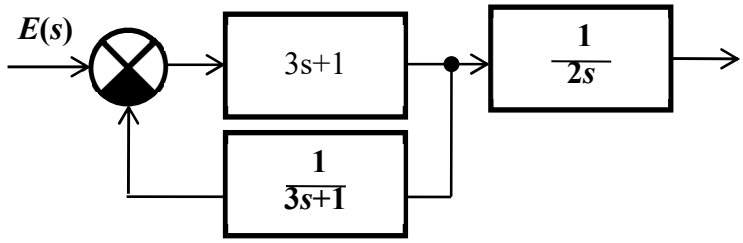
Вариант 30.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

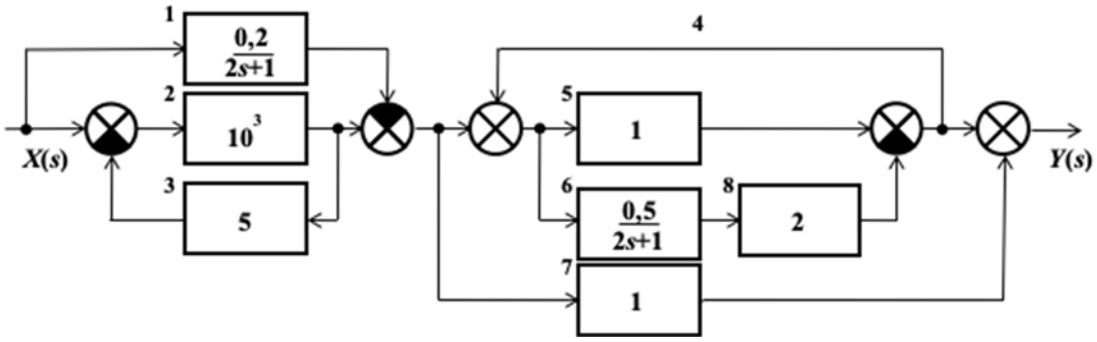


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Последовательное соединение звеньев. Передаточная функция для последовательно соединенных звеньев.

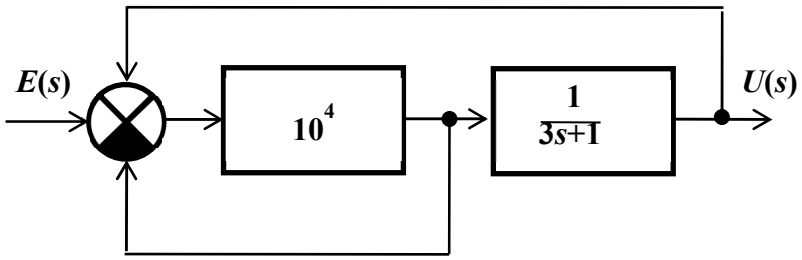
Вариант 31.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

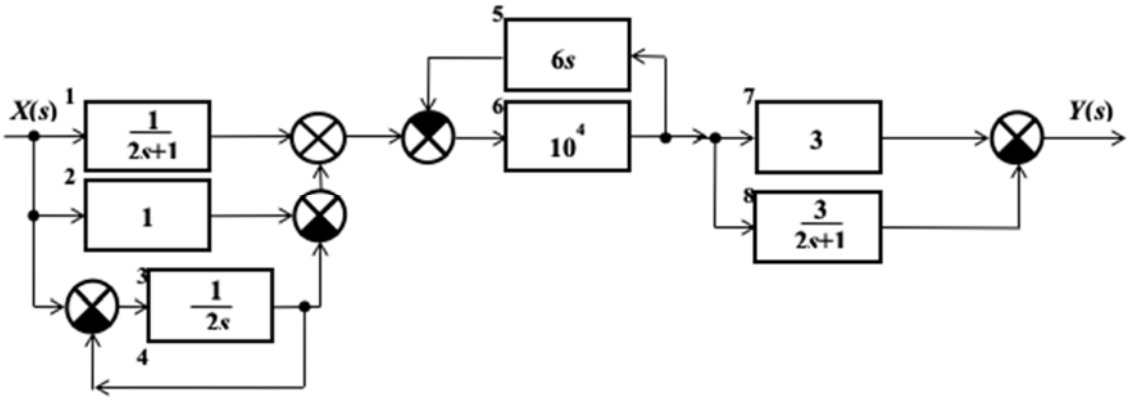


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Единичное рамповое воздействие. Рамповая переходная функция.

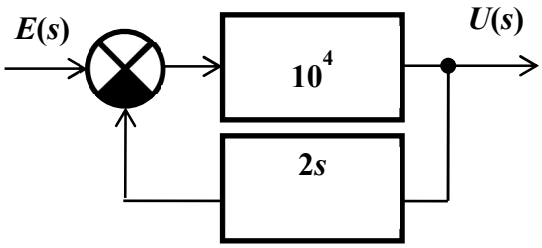
Вариант 32.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

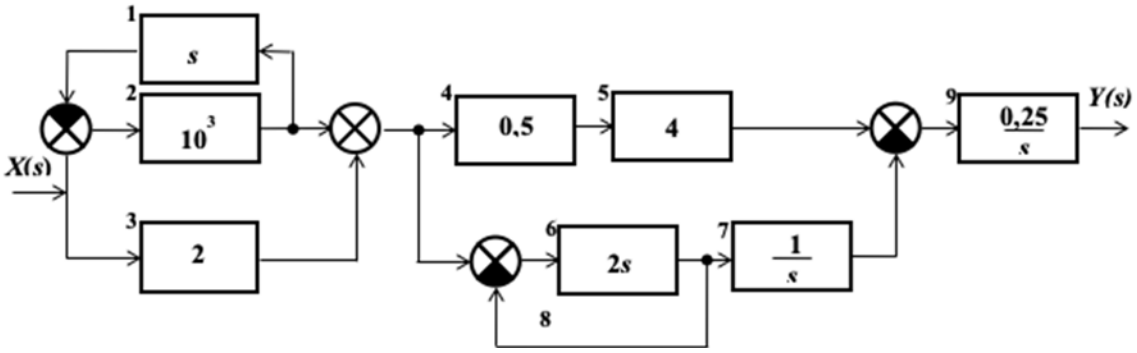


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Передаточная функция звена.

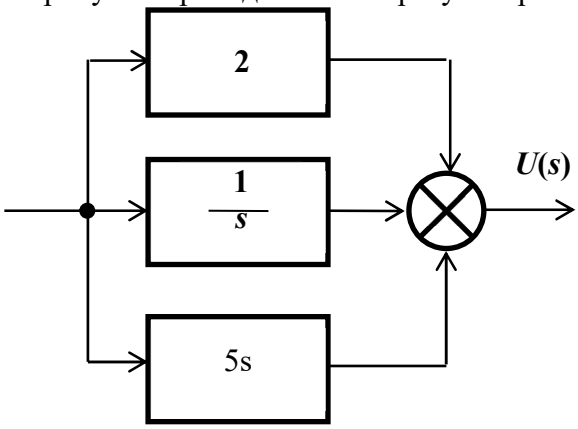
Вариант 33.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

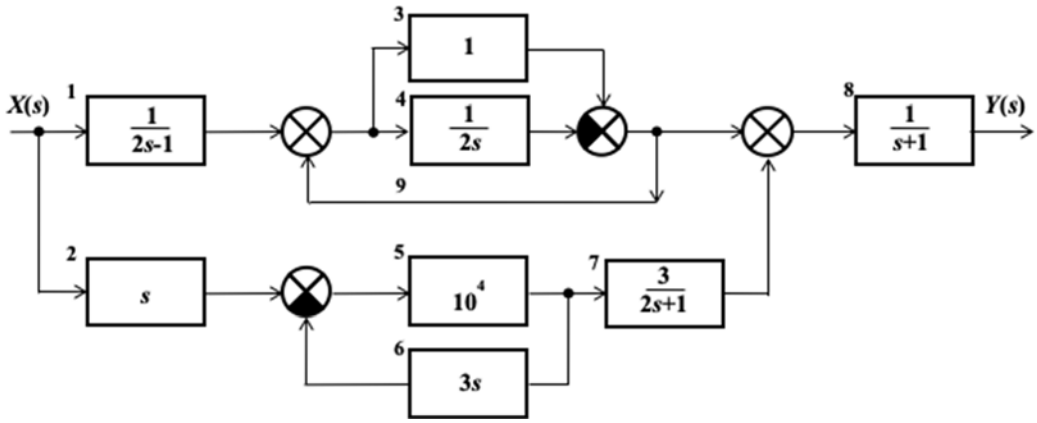


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Звено запаздывания. Пример. Передаточная функция звена запаздывания.

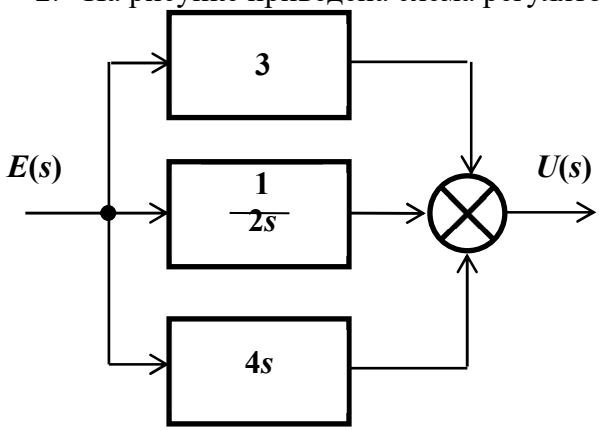
Вариант 34.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

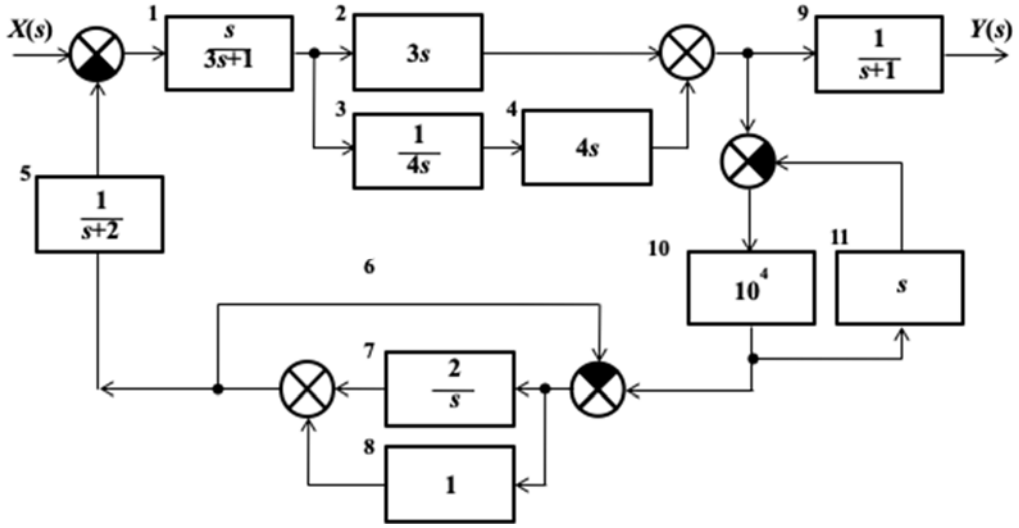


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Идеальное интегрирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального интегрирующего звена.

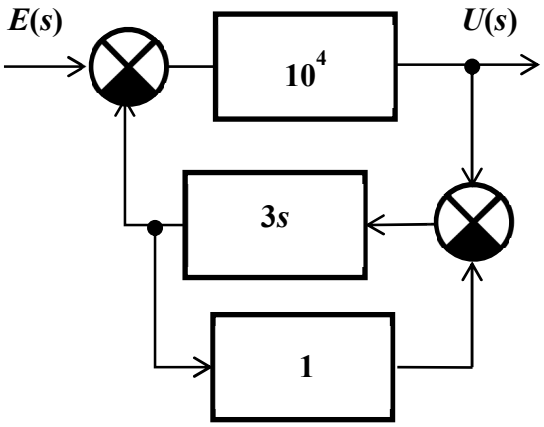
Вариант 35.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте импульсную переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

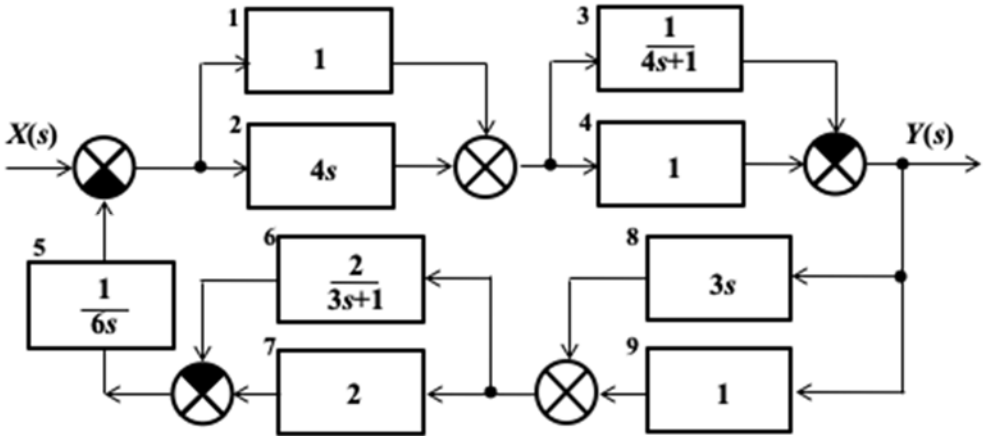


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорциональный закон регулирования. Передаточная функция П регулятора.

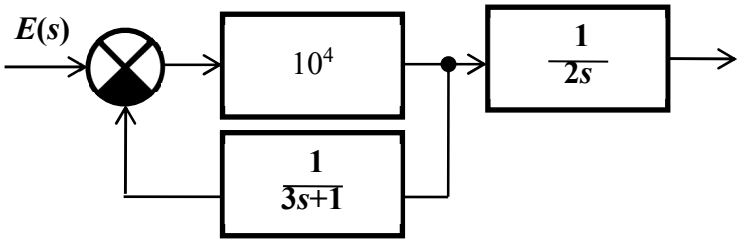
Вариант 36.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

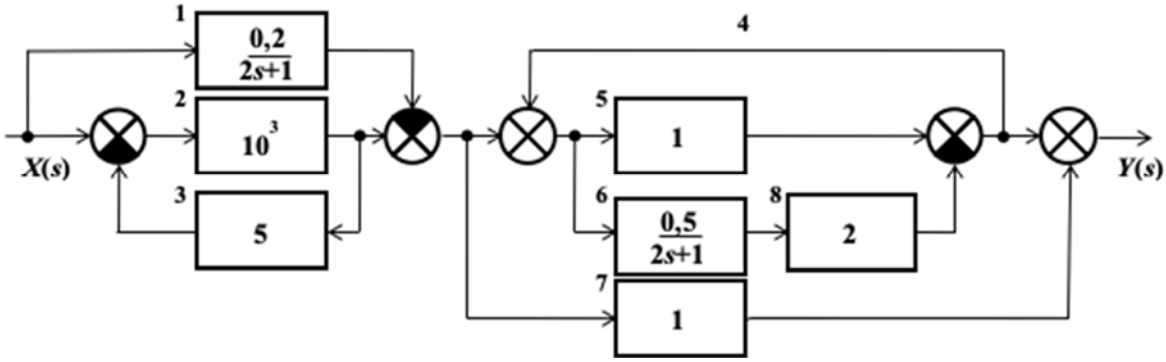


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Параллельное соединение звеньев. Передаточная функция для параллельно соединенных звеньев.

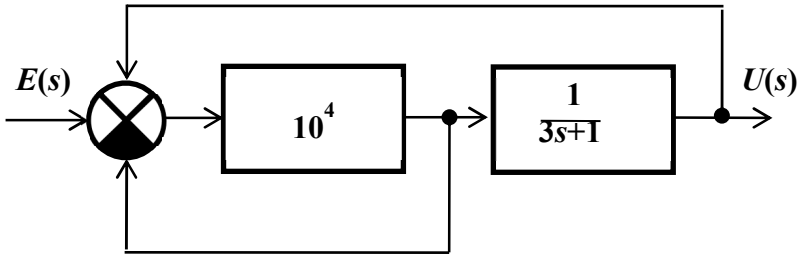
Вариант 37.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

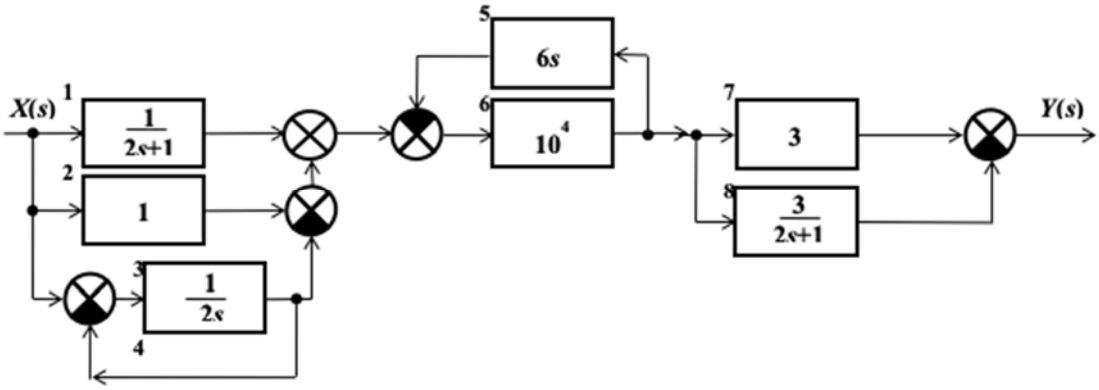


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Единичное импульсное воздействие. Функция Дирака. Импульсная переходная функция.

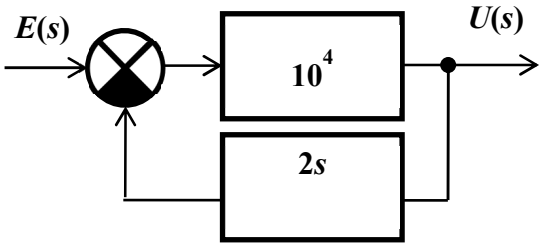
Вариант 38.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

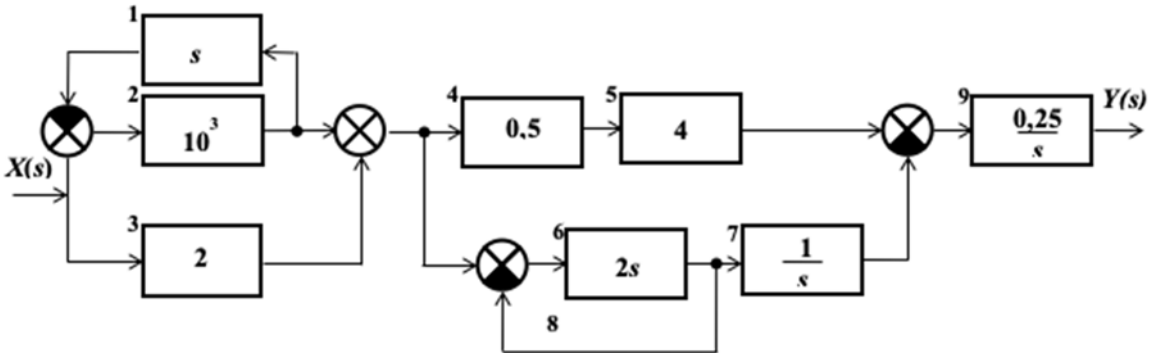


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорционально-дифференциальный закон регулирования. Передаточная функция ПД регулятора. Время предварения.

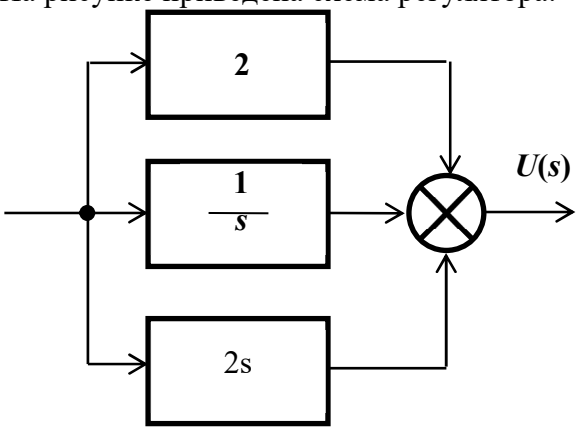
Вариант 39.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

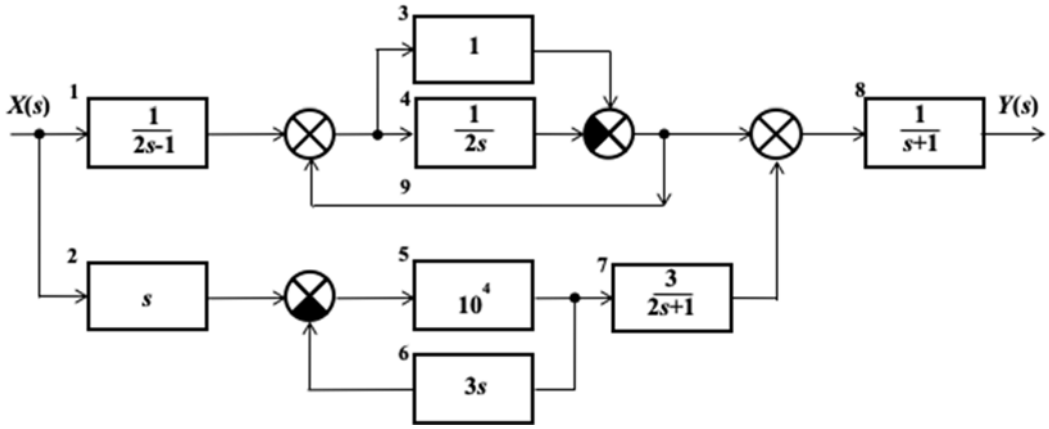


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Статическое звено второго порядка. Пример. Передаточная функция звена второго порядка.

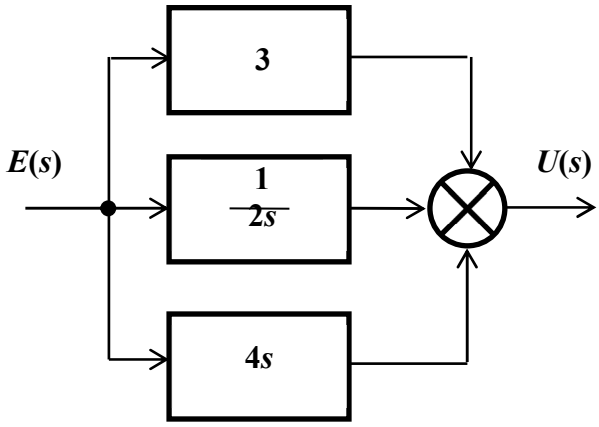
Вариант 40.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

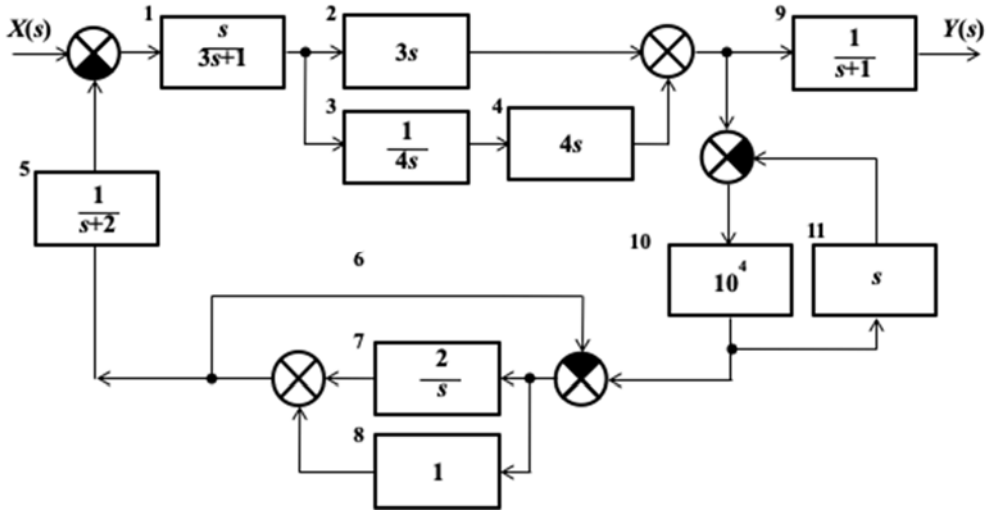


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Закон действия регулятора. Классические законы регулирования.

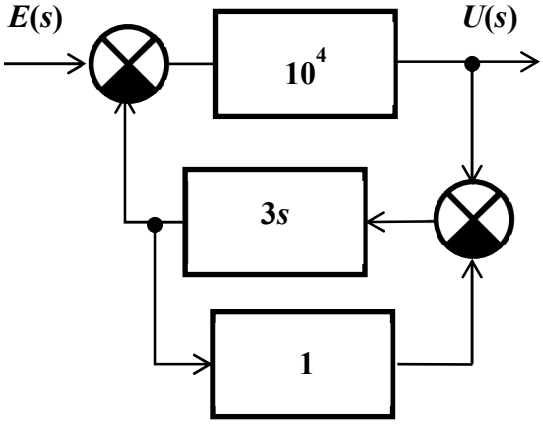
Вариант 41.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте импульсную переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

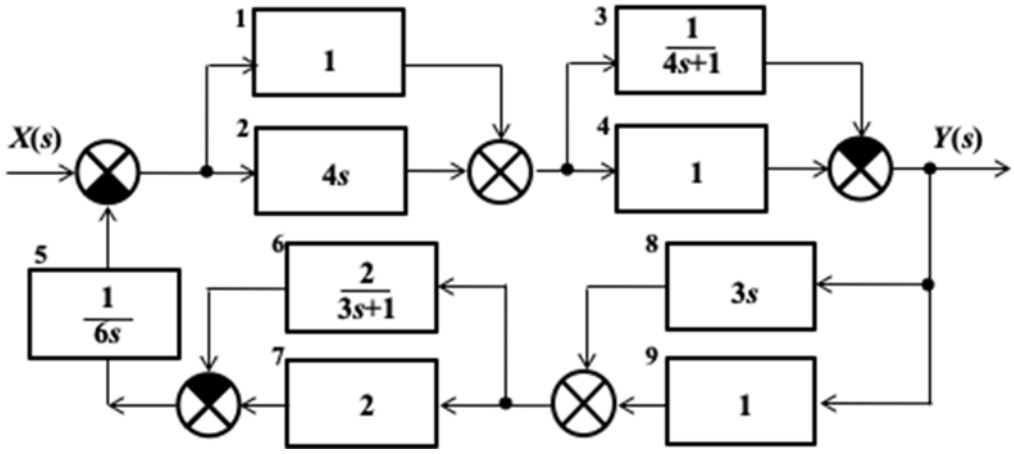


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Динамическое звено. Типовое динамическое звено.

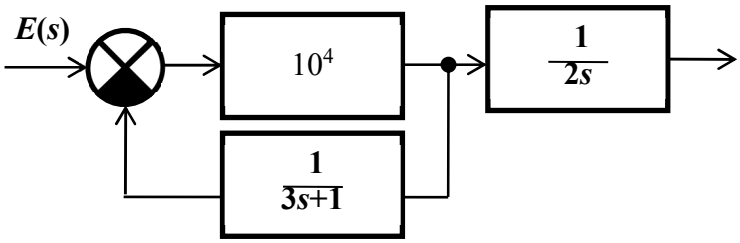
Вариант 42.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

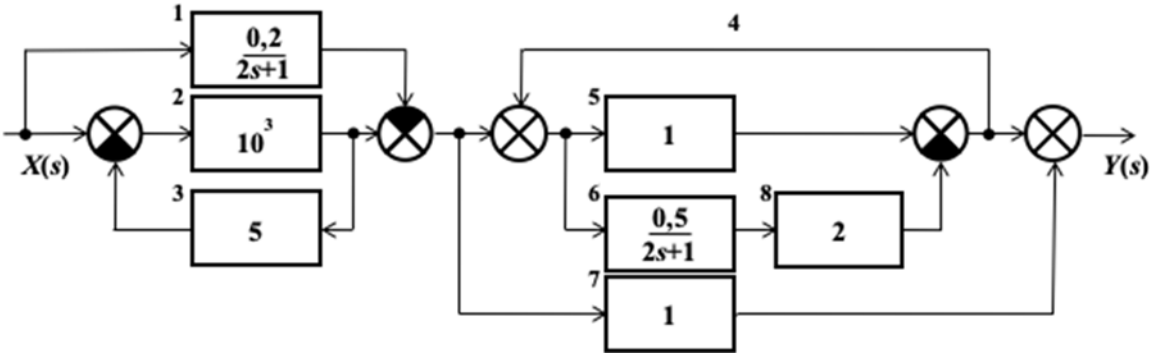


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Идеальное дифференцирующее звено. Пример. Передаточная функция идеального дифференцирующего звена.

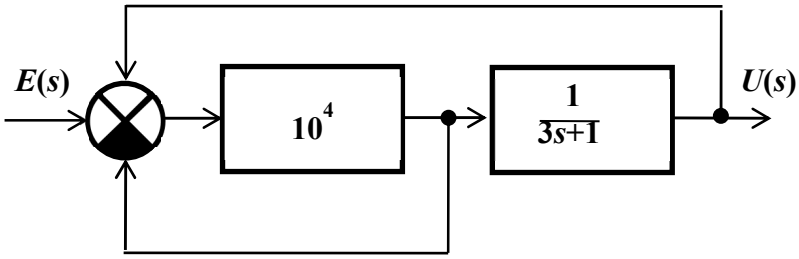
Вариант 43.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема промышленного регулятора.

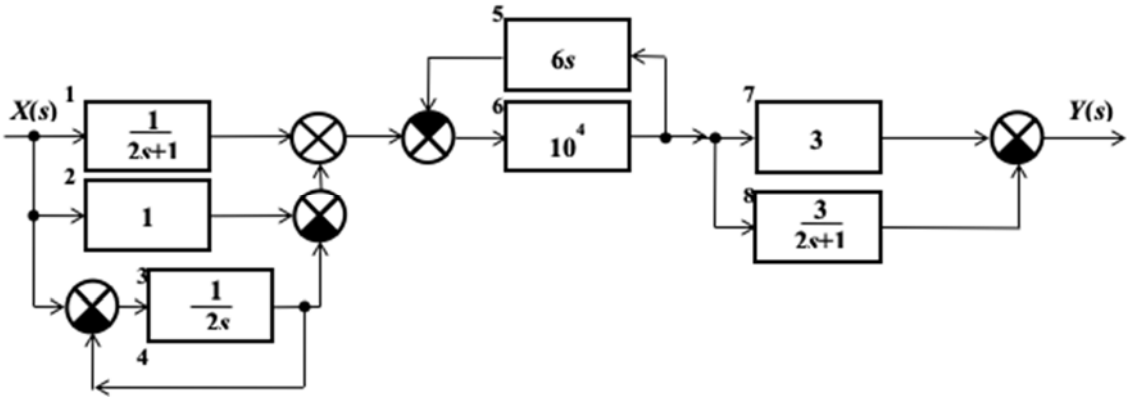


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Пропорционально-интегральный закон регулирования. Передаточная функция ПИ регулятора. Время изодрома.

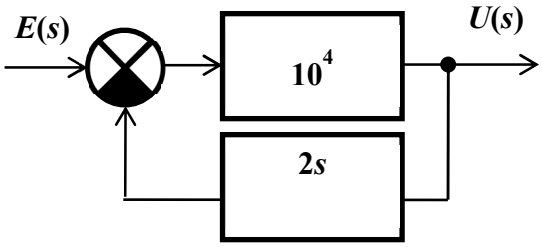
Вариант 44.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

2. На рисунке приведена схема регулятора.

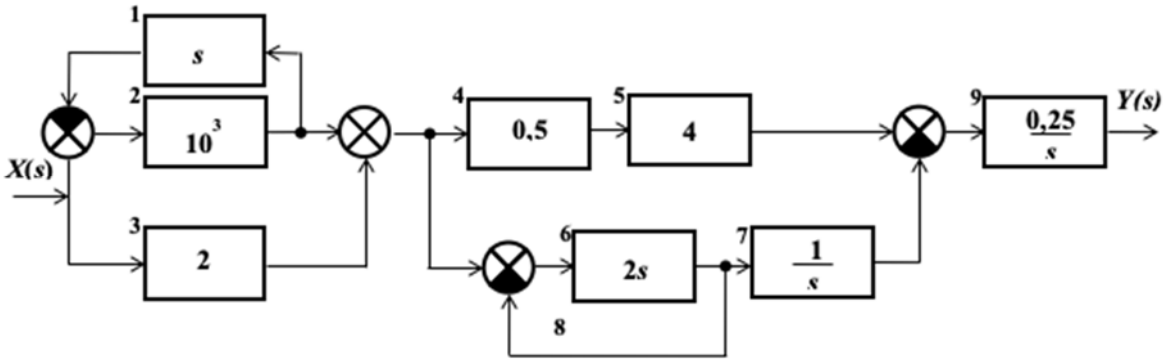


Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Единичное ступенчатое воздействие. Функция Хевисайда. Переходная функция.

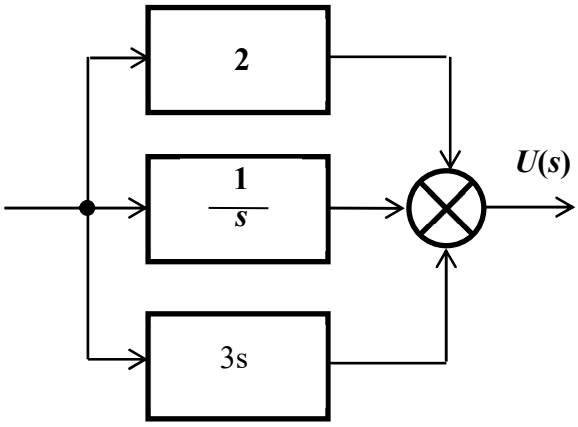
Вариант 45.

1. Дана комбинация динамических звеньев:



Назовите звенья. Получите передаточную функцию комбинации. Какому типовому динамическому звену эквивалентна комбинация? Постройте рамповую переходную характеристику полученного звена.

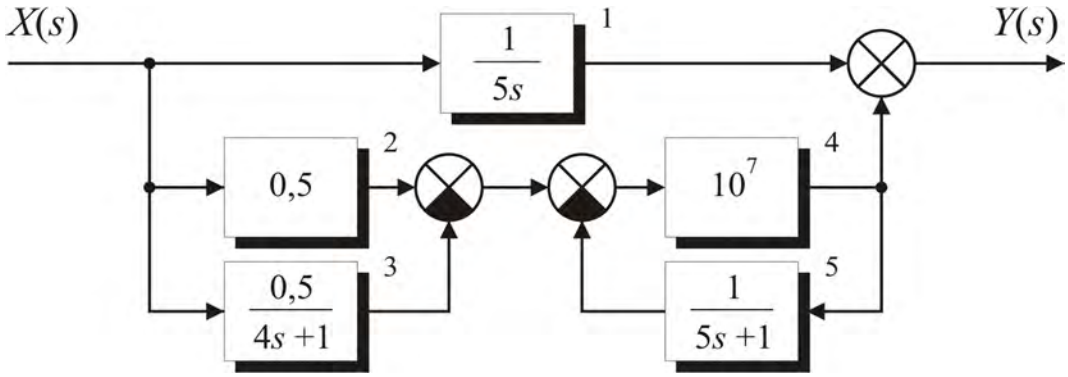
2. На рисунке приведена схема регулятора.



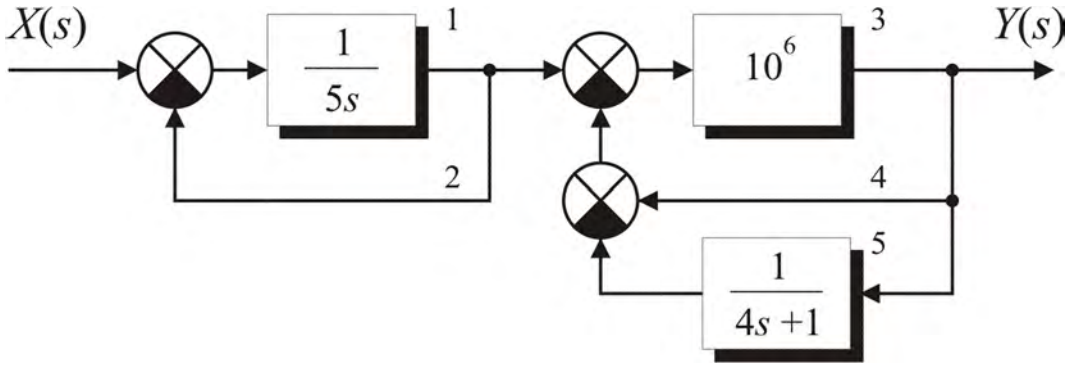
Получите его передаточную функцию. Какой закон регулирования реализуется? Постройте переходную характеристику регулятора.

3. Соединение с обратной связью. Передаточная функция системы с отрицательной обратной связью. Передаточная функция системы с положительной обратной связью.

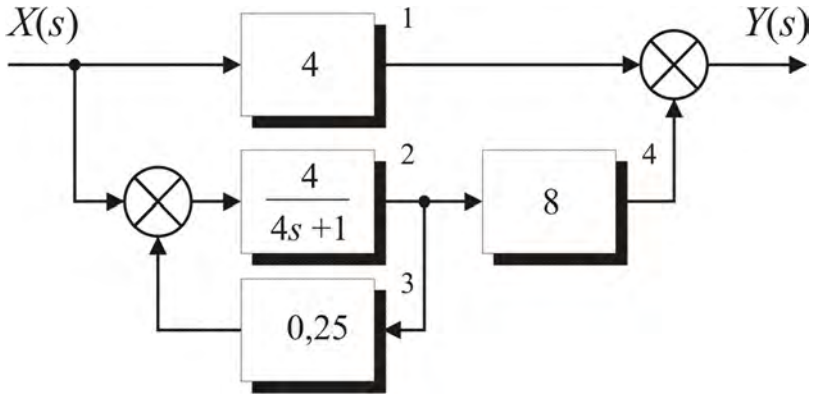
Вариант 46.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



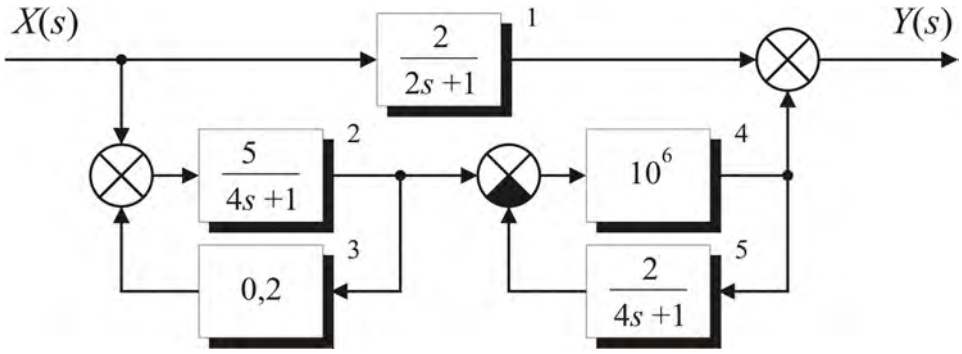
Вариант 47.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



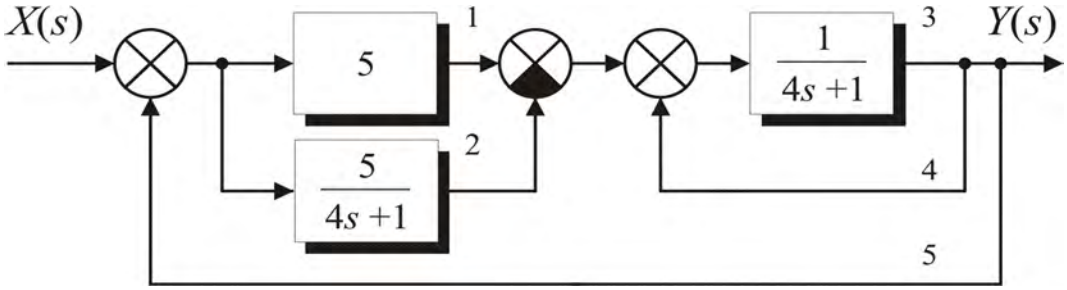
Вариант 48.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



Вариант 49.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



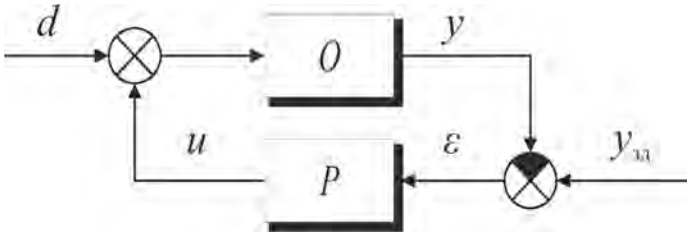
Вариант 50.
Определить передаточную функцию системы, структурная схема которой приведена на рисунке:



3) Контрольная работа № 3 (раздел 2)

Вариант 1.

Для системы регулирования с обратной связью



известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

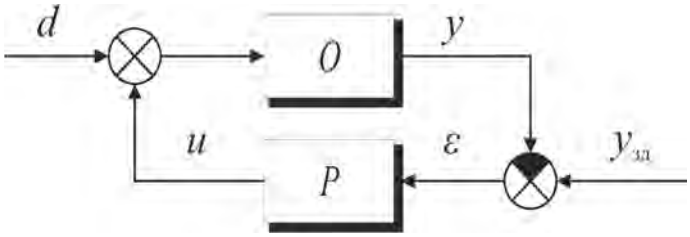
$$O(s) = \frac{e^{-s}}{(5s+1)(s+1)}; \quad P(s) = K_p.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=4?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0; \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 2.

Для системы регулирования с обратной связью



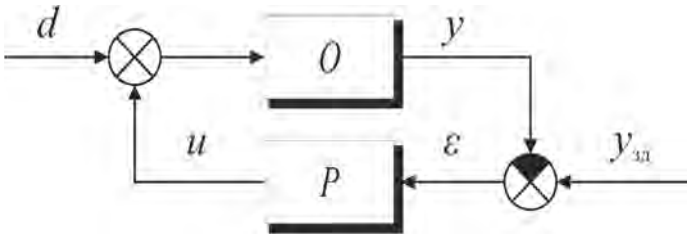
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{8}{(2s+1)(s+1)^2}; \quad P(s) = \frac{1}{T_a s}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$=0,5?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 40%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 3.
Для системы регулирования с обратной связью



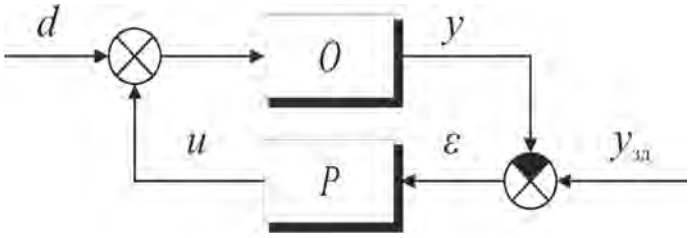
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{1}{s(2s+1)^2}; \quad P(s) = K_p.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=2?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 60%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0; \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 4.
Для системы регулирования с обратной связью



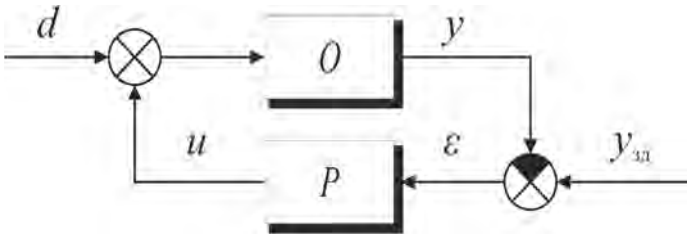
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{e^{-2s}}{(4s+1)^2}; \quad P(s) = \frac{1}{T_a s}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$=0,5?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 75%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 5.
Для системы регулирования с обратной связью



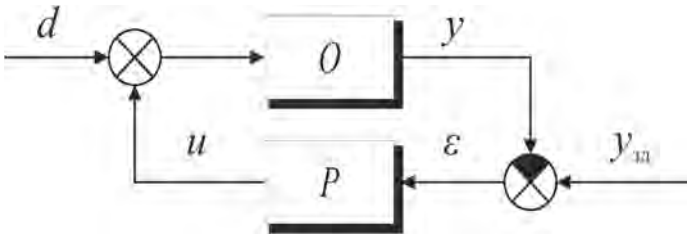
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{2e^{-s}}{(10s+1)(2s+1)}; \quad P(s) = K_p.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=2?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0; \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 6.
Для системы регулирования с обратной связью



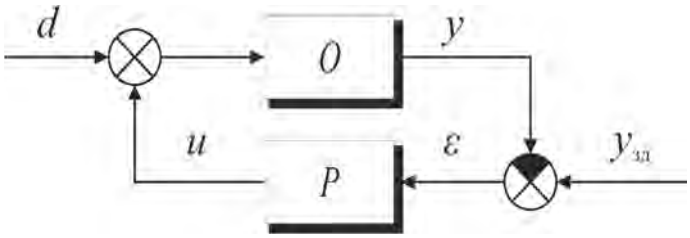
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{2}{(2s+1)(2s+1)}; \quad P(s) = \frac{1}{T_a s(s+1)}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$ =4?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 40%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 7.
Для системы регулирования с обратной связью



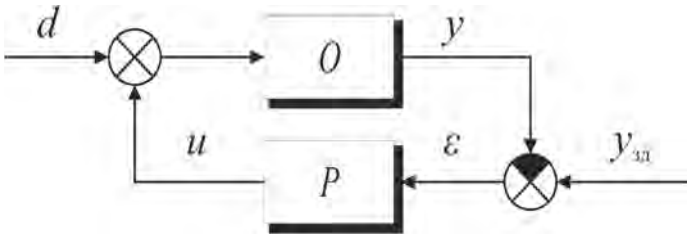
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{4e^{-0,5s}}{(4s+1)(2s+1)}; \quad P(s) = \frac{K_p}{s+1}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=5?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 60%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0; \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 8.
Для системы регулирования с обратной связью



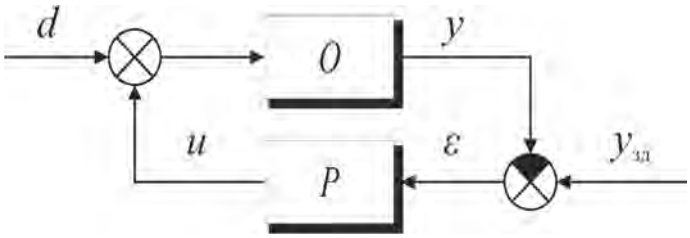
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{3}{(5s+1)(s+1)^2}; \quad P(s) = \frac{e^{-0,8s}}{T_a s}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$=5?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 75%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 9.
Для системы регулирования с обратной связью



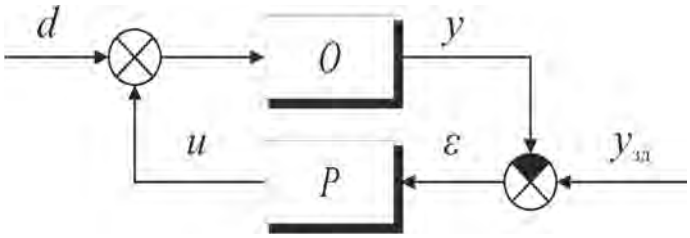
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{1}{s(10s+1)}; \quad P(s) = \frac{K_p}{2s+1}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=2?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0; \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 10.
Для системы регулирования с обратной связью



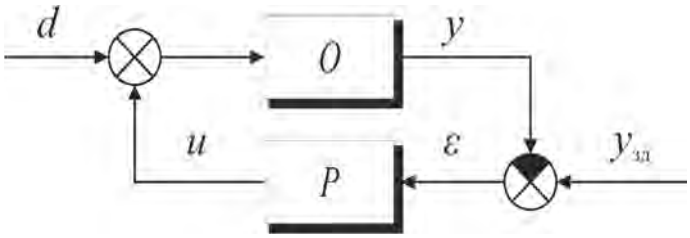
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{2e^{-0,4s}}{(5s+1)^2}; \quad P(s) = \frac{1}{T_a s}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$=10?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 40%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 11.
Для системы регулирования с обратной связью



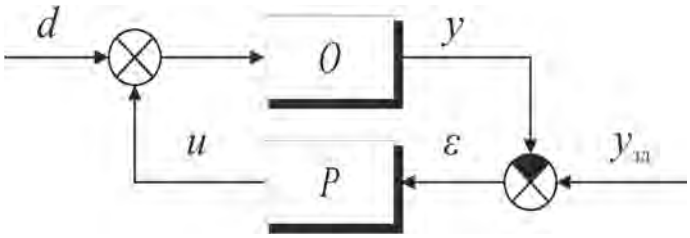
известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{4e^{-s}}{(8s+1)(2s+1)(s+1)}; \quad P(s) = K_p.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $K_р$=1?
2. При каком значении $K_р$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%?
3. Величину $K_р$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по фазе 45°. Определите статическую погрешность регулирования, если:

$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 0(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 1(\tau).$$

Вариант 12.
Для системы регулирования с обратной связью



известны передаточные функции объекта регулирования $O(s)$ и регулятора $P(s)$:

$$O(s) = \frac{5}{(10s+1)(4s+1)}; \quad P(s) = \frac{1}{T_a s(s+1)}.$$

1. Будет ли система регулирования устойчива, если $T_а$ =8?
2. При каком значении $T_а$ система регулирования будет иметь запас устойчивости по фазе 30°?
3. Величину $T_а$ выбрали так, чтобы система регулирования имела запас устойчивости по амплитуде 75%. Определите статическую погрешность регулирования, если:

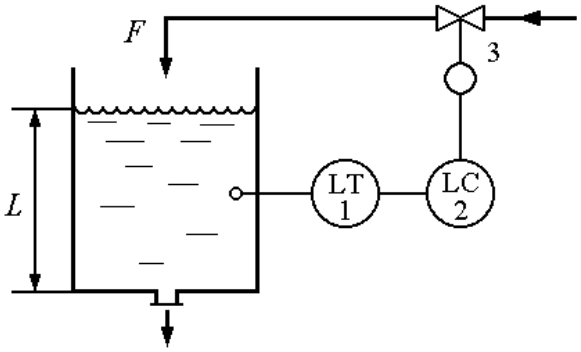
$$\varepsilon(0) = 0; \quad \Delta y_{зд}(\tau) = 1(\tau); \quad \Delta d(\tau) = 0.$$

Вариант 13.

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке и расход на линии притока в бак:

$$2\frac{dL}{d\tau} + L = 1{,}6\,F,$$

где L, м – уровень жидкости в напорном баке; F, м^3/мин – приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, датчик уровня 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции

$$W_1(s) = \frac{1}{0{,}1s + 1},$$

$$W_3(s) = \frac{5}{0{,}5s + 1}.$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования.

Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите, как будет меняться уровень L, если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода F на линии притока от 2,0 м^3/мин до 2,2 м^3/мин.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 40%.

Вариант 14.

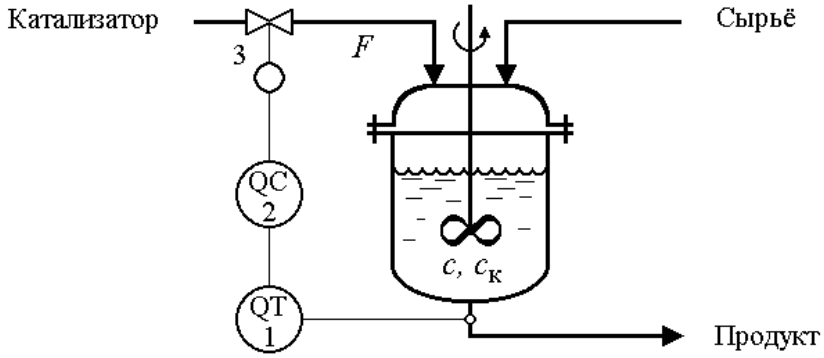
В реакторе идеального смешения происходит непрерывная каталитическая реакция. Концентрация продукта на выходе из реактора регулируется изменением расхода катализатора F (кг/мин), что приводит к изменению его концентрации в реакторе $c_к$ (моль/м^3):

$$1,25\frac{dc_к}{d\tau}+c_к=0,2\,F$$

При этом концентрация продукта в выходящем из реактора потоке c (моль/м^3), зависящая от концентрации катализатора $c_к$, тоже будет изменяться:

$$0,5\frac{dc}{d\tau}+c=0,6\,c_к$$

(в уравнениях постоянная времени дана в минутах).



Кроме реактора в систему регулирования также входят:

- измерительное устройство 1, состоящее из безынерционного датчика с коэффициентом усиления $K_1 = 1$ и системы отбора проб, создающей транспортное запаздывание 0,3 мин;
- регулятор 2;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), по динамическим свойствам аналогичное статическому звену нулевого порядка с коэффициентами усиления $K_3 = 5$.

1) Как будет меняться концентрация катализатора в реакторе $c_к$, если в условиях, когда система находилась в статическом режиме, а регулятор был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода катализатора F от 20 кг/мин до 24 кг/мин?

2) Определите, будет ли система регулирования устойчива, если регулятор реализует ПИ закон регулирования ($K_р = 2$; $T_а = 0,2$).

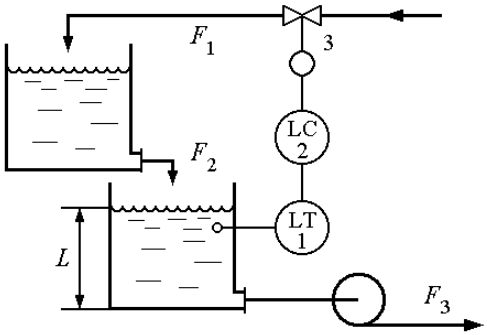
Вариант 15.

В системе выщелачивания два резервуара соединены последовательно по ходу жидкости. При небольших колебаниях уровня жидкости в первом резервуаре связь между притоком F_1 (м^3/ч) и стоком F_2 (м^3/ч) определяется уравнением:

$$0,2\frac{dF_2}{d\tau}+F_2=F_1.$$

(постоянная времени везде дана в часах).

Жидкость из второго резервуара откачивается насосом, производительность которого F_3 (м^3/ч) не зависит от уровня жидкости в резервуаре L.



Уровень жидкости L (м) во втором резервуаре связан с производительностью насоса и стоком из первого резервуара уравнением:

$$2\frac{dL}{d\tau}=F_2-F_3.$$

Уровень во втором резервуаре автоматически регулируется путем изменения притока в первый резервуар.

Кроме резервуаров, в систему регулирования входят также:

- безынерционный измерительный прибор *1* с коэффициентом усиления $K_1 = 1$;
- регулятор *2*, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования;
- исполнительное устройство *3*, передаточная функция которого:

$$W_3(s)=\frac{5}{0,1s+1}.$$

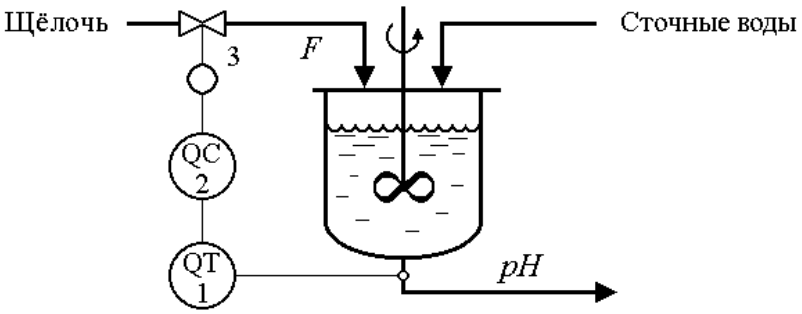
1) Определите, как будет меняться во времени уровень L во втором резервуаре после того, как произошло ступенчатое изменение притока F_1 в первый резервуар от 20 м^3/ч до 22 м^3/ч, если система перед этим находилась в статическом режиме, автоматический регулятор был отключен, а производительность насоса постоянна и равна F_3 = 20 м^3/ч.

2) Определите коэффициент усиления регулятора 2, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 75%.

Вариант 16.

Сточные воды, содержащие кислоту, нейтрализуются щелочью а аппарате с мешалкой. Перемешивание в аппарате отличается от идеального, в результате возникает запаздывание смешения, равное 0,6 мин. С учетом этого запаздывания, величина *pH* на выходе из аппарата связана с расходом щелочи *F* (кг/мин) уравнением:

$$10\frac{dpH(\tau)}{d\tau} + pH(\tau) = 6F(\tau - 0,6)$$



Система автоматического регулирования, управляющая величиной *pH* путем изменения расхода щелочи, включает в себя также:

- pH-метр с системой отбора проб 1, передаточная функция которого:

$$W_1(s) = \frac{e^{-0,3s}}{0,5s+1};$$

- регулятор 2, обеспечивающий идеальный пропорциональный закон регулирования;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), представляющее собой статическое звено нулевого порядка с коэффициентом усиления K_3 = 1,5.

Постоянная времени и время запаздывания везде даны в минутах.

) Определите значение *pH* на выходе из аппарата через 10,6 мин после того, как произошло ступенчатое изменение расхода щелочи *F* от 1 кг/мин до 1,1 кг/мин, если известно, что перед этим аппарат находился в статическом режиме, а регулятор был отключён.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при которой система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 75%.

Вариант 17.

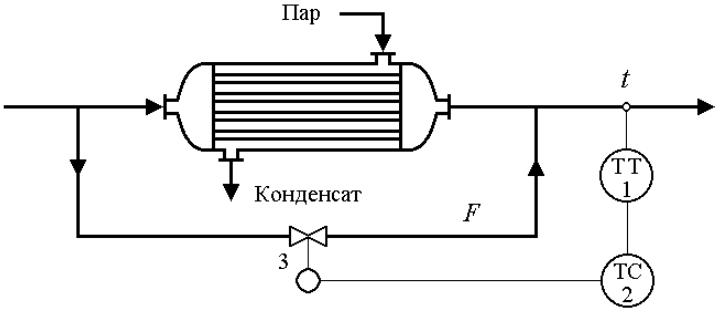
Жидкость нагревается в теплообменнике паром. Для регулирования температуры часть жидкости перепускается через байпас и смешивается с нагретой жидкостью на выходе из теплообменника.

Номинальные условия работы теплообменника: расход жидкости через байпас F_0 = 2 м^3/ч; температура жидкости после смешения с байпасным потоком t_0 = 70 °С.

Изменение расхода жидкости через байпас вызывает отклонение температуры от номинального значения в соответствии с уравнением

$$\Delta t(\tau) = -2,5\Delta F(\tau),$$

где $\Delta t(\tau) = t(\tau) - t_0$; $\Delta F(\tau) = F(\tau) - F_0$ - отклонения от номинальных значений.



Кроме теплообменника в систему регулирования температуры входят:

- измерительный прибор *1*, чувствительный элемент которого установлен в трубопроводе на некотором расстоянии от места смешения потоков. В результате возникает транспортное запаздывание = 0,3 мин, с учётом которого передаточная функция измерительного прибора имеет вид:

$$W_1(s) = \frac{1}{0,5s+1} \cdot e^{-0,3s};$$

- регулятор *2*, являющийся статическим звеном нулевого порядка;

исполнительное устройство *3*, передаточная функция которого:

$$W_3(s) = \frac{2}{0,2s+1}.$$

Постоянная времени в передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%.

2) Каким будет показание измерительного прибора через 0,8 мин после того, как расход через байпас скачком изменился от 2 м^3/ч до 3 м^3/ч, если перед этим система находилась в статическом номинальном режиме, а регулятор температуры был отключён?

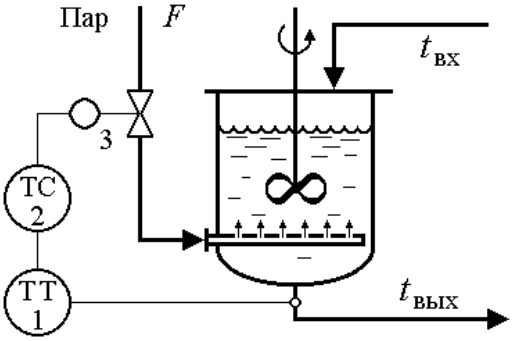
Вариант 18.

Жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой. Перемешивание идеальное, потери тепла в окружающую среду малы, давление пара и расход жидкости не изменяются.

Температура жидкости на выходе из аппарата связана с температурой на входе и расходом пара уравнением:

$$0{,}8\frac{dt_{\text{вых}}}{d\tau}+t_{\text{вых}}=t_{\text{вх}}+0{,}2F,$$

где $t_{\text{вых}}$ - температура жидкости на выходе из аппарата °С; $t_{\text{вх}}$ - температура жидкости на входе в аппарат, °С; F - расход пара, кг/ч (постоянные времени везде даны в часах).



1) Определить, как будет меняться температура жидкости на выходе из аппарата, если её температура на входе непрерывно повышается, начиная с 10 °С, со скоростью 2 °С/ч, а расход пара остается постоянным, равным 200 кг/ч.

2) Температура жидкости на выходе из аппарата автоматически регулируется за счет изменения расхода пара.

Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования температуры также входят:

- термометр *1*, представляющий собой статическое звено первого порядка с коэффициентом усиления $K_1 = 1$ и постоянной времени $T_1 = 0{,}1$ ч;
- регулятор *2*, передаточная функция которого

$$W_2(s)=\frac{2}{s};$$

- безынерционное исполнительное устройство *3* с коэффициентом усиления $K_3 = 5$.

Определить, будет ли система регулирования устойчива.

Вариант 19.

В реакторе с мешалкой проводится полимеризация бутадиена. Для обеспечения требуемого качества продукта необходимо точно регулировать среднюю молярную массу полимера, которая определяется по вязкости продукта и регулируется добавлением ингибитора.

Изменение расхода ингибитора F (кг/мин) приводит к изменению его концентрации в реакторе c (кг/м^3)

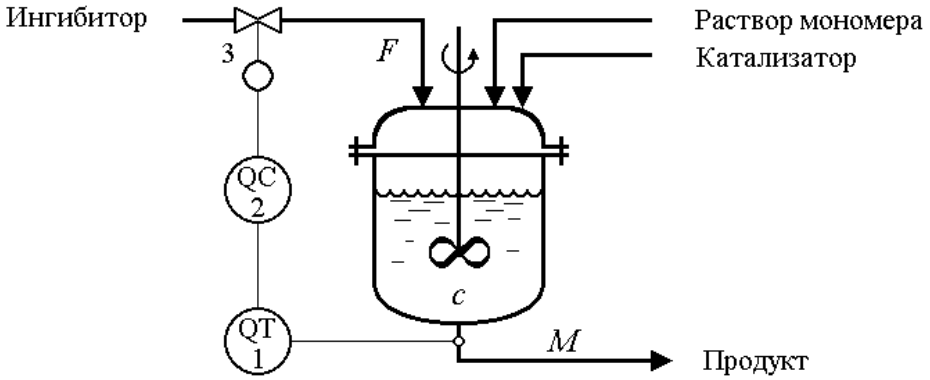
$$2\frac{dc}{d\tau}+c=0,5F$$

,

а это, в свою очередь, влияет на среднюю молярную массу продукта M, кг/моль

$$\frac{dM}{d\tau}+M=8c$$

(постоянная времени везде дана в часах).



1) Как будет меняться концентрация ингибитора в реакторе, если произошло ступенчатое изменение его расхода от 10 кг/мин до 12 кг/мин?

2) Определите, будет ли устойчива система регулирования, если она включает в себя, кроме реактора:

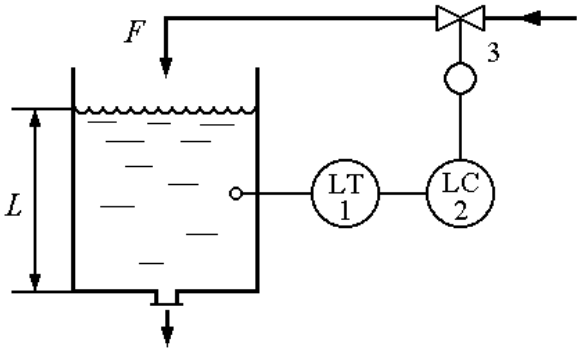
- безынерционный измерительный прибор *1* для определения вязкости продукта (коэффициент усиления K_1 = 1) с системой отбора проб, которая вносит транспортное запаздывание = 0,08 ч;
- регулятор *2*, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования с коэффициентом усиления K_2 = 4;
- исполнительное устройство *3* (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), представляющее собой статическое звено нулевого порядка с коэффициентом усиления K_3 = 2.

Вариант 20.

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке и расход на линии притока в бак:

$$3\frac{dL}{d\tau} + L = 1{,}5\,F,$$

где L, м - уровень жидкости в напорном баке; F, м^3/мин - приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, измерительный прибор 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции

$$W_1(s) = \frac{1}{0{,}1s + 1},$$

$$W_3(s) = \frac{4}{s + 1}.$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования.

Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите, как будет меняться уровень L, если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода F на линии притока от 2,0 м^3/мин до 1,8 м^3/мин.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%.

Вариант 21.

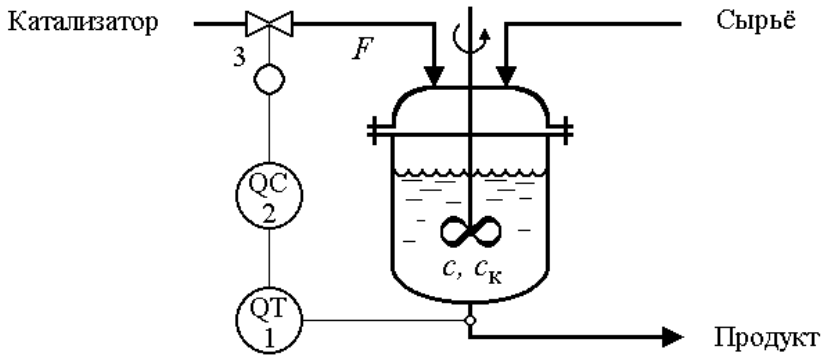
В реакторе идеального смешения происходит непрерывная каталитическая реакция. Концентрация продукта на выходе из реактора регулируется изменением расхода катализатора F (кг/мин), что приводит к изменению его концентрации в реакторе $c_к$ (моль/м^3):

$$2{,}5\frac{dc_к}{d\tau} + c_к = 0{,}25\,F$$

При этом концентрация продукта в выходящем из реактора потоке c (моль/м^3), зависящая от концентрации катализатора $c_к$, тоже будет изменяться:

$$0{,}8\frac{dc}{d\tau} + c = 0{,}6\,c_к$$

(везде в задаче постоянные времени даны в минутах).



Кроме реактора в систему регулирования также входят:

- измерительное устройство 1, состоящее из безынерционного измерительного прибора с коэффициентом усиления $K_1 = 1$ и системы отбора проб, создающей транспортное запаздывание = 0,4 мин;
- регулятор 2;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), по динамическим свойствам аналогичное статическому звену нулевого порядка с коэффициентами усиления $K_3 = 6$.

1) Как будет меняться концентрация катализатора в реакторе $c_к$, если в условиях, когда система находилась в статическом режиме, а регулятор был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода катализатора F от 20 кг/мин до 16 кг/мин?

2) Определите, будет ли система регулирования устойчива, если регулятор реализует ПИ закон регулирования ($K_р = 2$; $T_а = 0{,}1$).

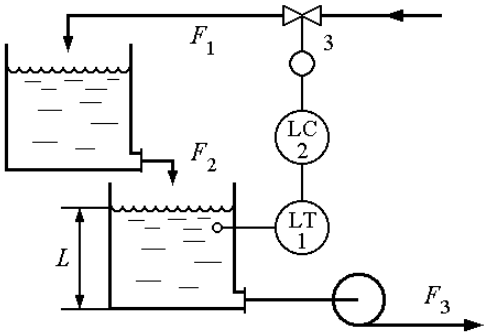
Вариант 22.

В системе выщелачивания два резервуара соединены последовательно по ходу жидкости. При небольших колебаниях уровня жидкости в первом резервуаре связь между притоком F_1 (м^3/ч) и стоком F_2 (м^3/ч) определяется уравнением:

$$0,25\frac{dF_2}{d\tau}+F_2=F_1.$$

(постоянная времени везде дана в часах).

Жидкость из второго резервуара откачивается насосом, производительность которого F_3 не зависит от уровня жидкости в резервуаре L.



Уровень жидкости L во втором резервуаре связан с производительностью насоса и стоком из первого резервуара уравнением:

$$2,5\frac{dL}{d\tau}=F_2-F_3.$$

Уровень во втором резервуаре автоматически регулируется путем изменения притока в первый резервуар.

Кроме резервуаров, в систему регулирования входят также:

- безынерционный измерительный прибор *1* с коэффициентом усиления $K_1 = 1$;
- регулятор *2*, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования;
- исполнительное устройство *3*, передаточная функция которого:

$$W_3(s)=\frac{5}{0,2s+1}.$$

1) Определите, как будет меняться во времени уровень L во втором резервуаре после того, как произошло ступенчатое изменение притока F_1 в первый резервуар от 20 м^3/ч до 18 м^3/ч, если система перед этим находилась в статическом режиме, автоматический регулятор был отключен, а производительность насоса постоянна и равна F_3 = 20 м^3/ч.

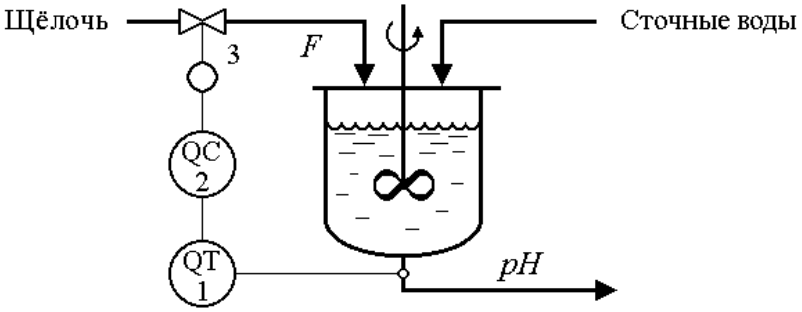
2) Определите коэффициент усиления регулятора 2, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 40%.

Вариант 23.

Сточные воды, содержащие кислоту, нейтрализуются щелочью а аппарате с мешалкой. Перемешивание в аппарате отличается от идеального, в результате возникает запаздывание смешения, равное 0,6 мин. С учетом этого запаздывания, величина *pH* на выходе из аппарата связана с расходом щелочи *F* (кг/мин) уравнением:

$$8\frac{dpH(\tau)}{d\tau} + pH(\tau) = 6F(\tau - 0,6)$$

(постоянная времени и время запаздывания везде даны в минутах).



Система автоматического регулирования, управляющая величиной *pH* путем изменения расхода щелочи, включает в себя также:

- pH-метр с системой отбора проб 1, передаточная функция которого:

$$W_1(s) = \frac{e^{-0,2s}}{0,5s + 1};$$

- регулятор 2, обеспечивающий идеальный пропорциональный закон регулирования;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), представляющее собой статическое звено нулевого порядка с коэффициентом усиления $K_3 = 2,5$.

1) Определите значение *pH* на выходе из аппарата через 10,6 мин после того, как произошло ступенчатое изменение расхода щелочи *F* от 1 кг/мин до 1,2 кг/мин, если известно, что перед этим аппарат находился в статическом режиме, а регулятор был отключён.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при которой система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%.

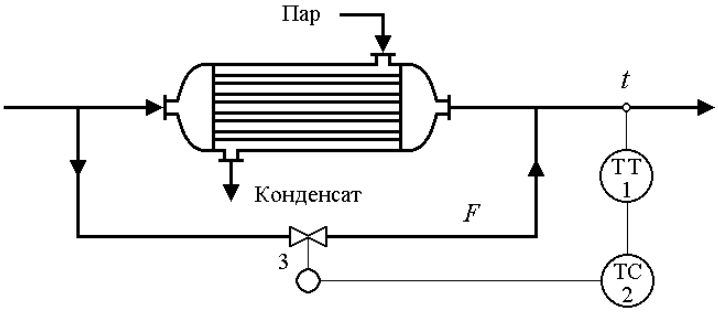
Вариант 24.

Жидкость нагревается в теплообменнике паром. Для регулирования температуры часть жидкости перепускается через байпас и смешивается с нагретой жидкостью на выходе из теплообменника.

Номинальные условия работы теплообменника: расход жидкости через байпас F_0 = 2,5 м^3/ч; температура жидкости после смешения с байпасным потоком t_0 = 80 °С. Изменение расхода жидкости через байпас вызывает отклонение температуры от номинального значения в соответствии с уравнением

$$\Delta t(\tau) = -2{,}5\Delta F(\tau),$$

где $\Delta t(\tau) = t(\tau) - t_0$; $\Delta F(\tau) = F(\tau) - F_0$ - отклонения от номинальных значений.



Кроме теплообменника в систему регулирования температуры входят:

- измерительный прибор *1*, чувствительный элемент которого установлен в трубопроводе на некотором расстоянии от места смешения потоков. В результате возникает транспортное запаздывание = 0,3 мин, с учётом которого передаточная функция измерительного прибора имеет вид:

$$W_1(s) = \frac{1}{s+1} \cdot e^{-0{,}3s};$$

- регулятор *2*, являющийся статическим звеном нулевого порядка;
- исполнительное устройство *3*, передаточная функция которого:

$$W_3(s) = \frac{2}{0{,}2s+1}.$$

Постоянная времени в передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%.

2) Каким будет показание измерительного прибора через 0,8 мин после того, как расход через байпас скачком изменился от 2,5 м^3/ч до 2 м^3/ч, если перед этим система находилась в статическом номинальном режиме, а регулятор температуры был отключён?

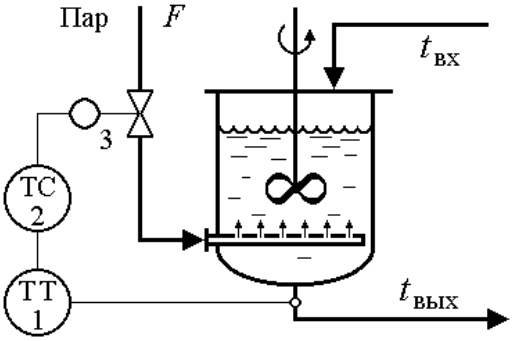
Вариант 25.

Жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой. Перемешивание идеальное, потери тепла в окружающую среду малы, давление пара и расход жидкости не изменяются.

Температура жидкости на выходе из аппарата связана с температурой на входе и расходом пара уравнением:

$$0,5\frac{dt_{\text{âûõ}}}{d\tau}+t_{\text{âûõ}}=t_{\text{âõ}}+0,2F,$$

где $t_{\text{вых}}$ – температура жидкости на выходе из аппарата °С; $t_{\text{вх}}$ – температура жидкости на входе в аппарат, °С; F – расход пара, кг/ч (постоянные времени везде даны в часах).



1) Определить, как будет меняться температура жидкости на выходе из аппарата, если её температура на входе непрерывно понижается, начиная с 25 °С, со скоростью 2 °С/ч, а расход пара остается постоянным, равным 250 кг/ч.

2) Температура жидкости на выходе из аппарата автоматически регулируется за счет изменения расхода пара.

Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования температуры также входят:

- термометр *1*, представляющий собой статическое звено первого порядка с коэффициентом усиления $K_1 = 1$ и постоянной времени $T_1 = 0,2$ ч;
- регулятор *2*, передаточная функция которого

$$W_2(s)=\frac{1}{2s};$$

- безынерционное исполнительное устройство *3* с коэффициентом усиления $K_3 = 4$.

Определить, будет ли система регулирования устойчива.

Вариант 26.

В реакторе с мешалкой проводится полимеризация бутадиена. Для обеспечения требуемого качества продукта необходимо точно регулировать среднюю молярную массу полимера, которая определяется по вязкости продукта и регулируется добавлением ингибитора.

Изменение расхода ингибитора F (кг/мин) приводит к изменению его концентрации в реакторе c (кг/м^3)

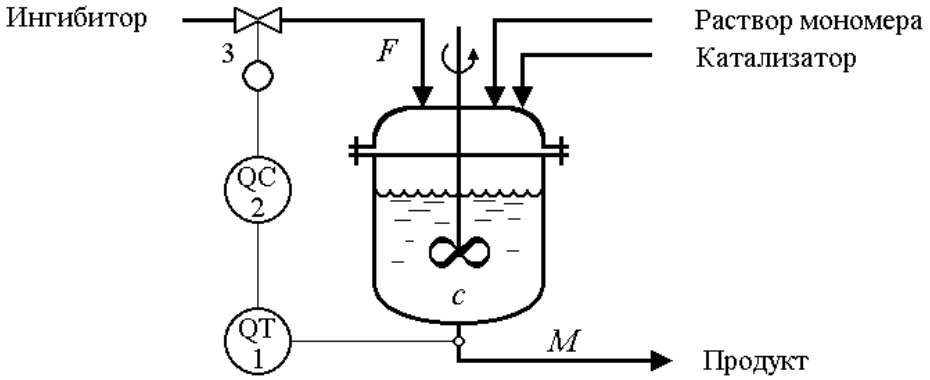
$$2,5\frac{dc}{d\tau}+c=0,6F$$

,

а это, в свою очередь, влияет на среднюю молярную массу продукта M, кг/моль

$$1,25\frac{dM}{d\tau}+M=8c$$

(постоянная времени везде дана в часах).



1) Как будет меняться концентрация ингибитора в реакторе, если произошло ступенчатое изменение его расхода от 10 кг/мин до 8 кг/мин?

2) Определите, будет ли устойчива система регулирования, если она включает в себя, кроме реактора:

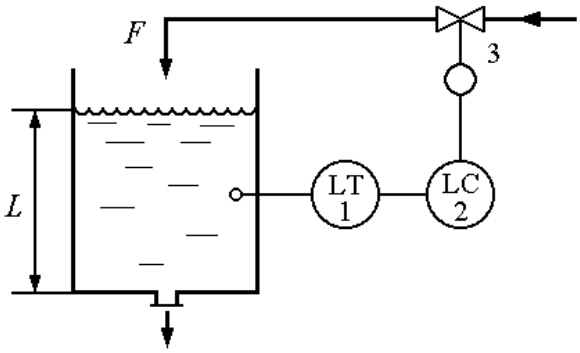
- безынерционный измерительный прибор *1* для определения вязкости продукта (коэффициент усиления K_1 = 1) с системой отбора проб, которая вносит транспортное запаздывание = 6 мин;
- регулятор *2*, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования с коэффициентом усиления K_2 = 0,5;
- исполнительное устройство *3* (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), представляющее собой статическое звено нулевого порядка с коэффициентом усиления K_3 = 2.

Вариант 27.

Для напорного бака при небольших изменениях уровня справедлива зависимость, связывающая уровень жидкости в баке и расход на линии притока в бак:

$$1,6\frac{dL}{d\tau}+L=2\,F,$$

где L, м – уровень жидкости в напорном баке; F, м^3/мин приток жидкости в напорный бак.



Уровень в напорном баке регулируется изменением притока. В систему автоматического регулирования входят: напорный бак, измерительный прибор 1, регулятор 2, исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном). Измерительный прибор и исполнительное устройство имеют передаточные функции

$$W_1(s)=\frac{1}{0,15s+1},$$

$$W_3(s)=\frac{2}{0,75s+1}.$$

Регулятор 2 формирует пропорциональный закон регулирования.

Постоянная времени в уравнении и передаточных функциях дана в минутах.

1) Определите, как будет меняться уровень L(□), если в момент, когда напорный бак находился в статическом режиме, а регулятор уровня был отключён, расход F на линии притока, бывший до этого постоянным и равным 2 м^3/мин, начал непрерывно повышаться со скоростью 0,2 (м^3/мин)/мин.

2) Определите коэффициент усиления регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 60%.

Вариант 28.

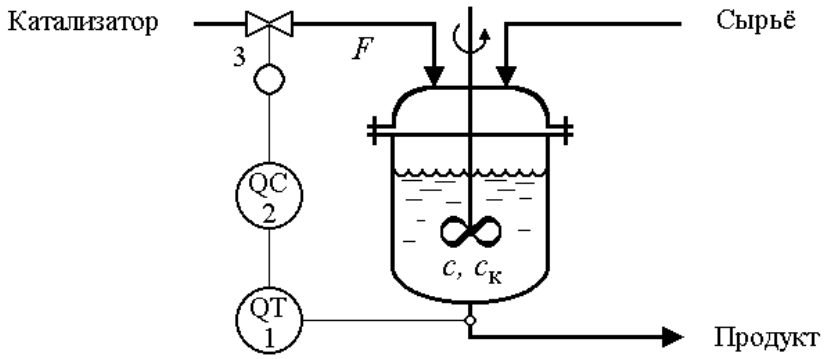
В реакторе идеального смешения происходит непрерывная каталитическая реакция. Концентрация продукта на выходе из реактора регулируется изменением расхода катализатора F (кг/мин), что приводит к изменению его концентрации в реакторе $c_к$ (моль/м^3):

$$1{,}5\frac{dc_к}{d\tau} + c_к = 0{,}25\,F$$

При этом концентрация продукта в выходящем из реактора потоке c (моль/м^3), зависящая от концентрации катализатора $c_к$, тоже будет изменяться:

$$0{,}4\frac{dc}{d\tau} + c = 0{,}8\,c_к$$

(постоянная времени дана в минутах).



Кроме реактора в систему регулирования также входят:

- измерительное устройство 1, состоящее из безынерционного измерительного прибора с коэффициентом усиления $K_1 = 1$ и системы отбора проб, создающей транспортное запаздывание = 0,5 мин;
- регулятор 2;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), по динамическим свойствам аналогичное статическому звену нулевого порядка с коэффициентами усиления $K_3 = 4$.

1) Как будет меняться концентрация катализатора в реакторе $c_к$, если в условиях, когда система находилась в статическом режиме, а регулятор был отключён, произошло ступенчатое изменение расхода катализатора F от 20 кг/мин до 22 кг/мин?

2) Определите, будет ли система регулирования устойчива, если регулятор реализует ПИ закон регулирования ($K_р = 2$; $T_а = 2$).

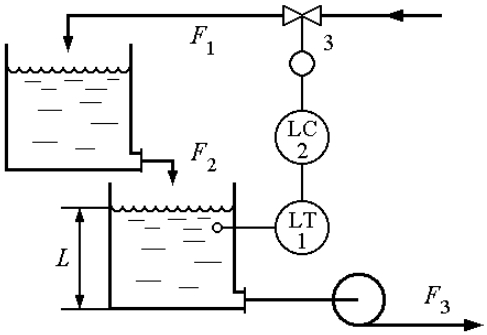
Вариант 29.

В системе выщелачивания два резервуара соединены последовательно по ходу жидкости. При небольших колебаниях уровня жидкости в первом резервуаре связь между притоком F_1 (м^3/ч) и стоком F_2 (м^3/ч) определяется уравнением:

$$0,4\frac{dF_2}{d\tau}+F_2=F_1.$$

(постоянная времени везде дана в часах).

Жидкость из второго резервуара откачивается насосом, производительность которого F_3 не зависит от уровня жидкости в резервуаре L.



Уровень жидкости L во втором резервуаре связан с производительностью насоса и стоком из первого резервуара уравнением:

$$3\frac{dL}{d\tau}=F_2-F_3.$$

Уровень во втором резервуаре автоматически регулируется путем изменения притока в первый резервуар.

Кроме резервуаров, в систему регулирования входят также:

- безынерционный измерительный прибор *1* с коэффициентом усиления $K_1 = 2$;
- регулятор *2*, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования;
- исполнительное устройство *3*, передаточная функция которого:

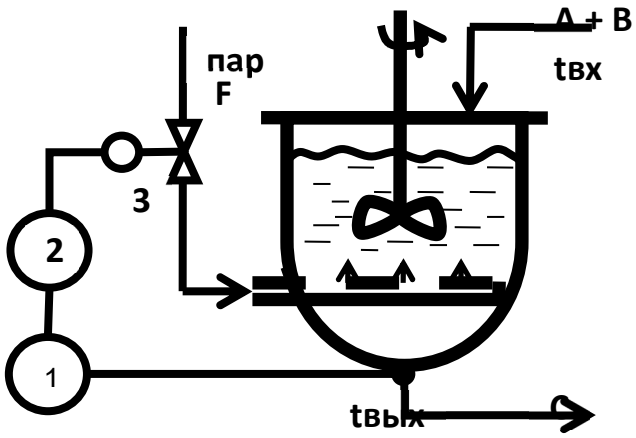
$$W_3(s)=\frac{4}{0,2s+1}.$$

1) Определите, как будет меняться во времени уровень L во втором резервуаре после того, как произошло ступенчатое изменение притока F_1 в первый резервуар от 20 м^3/ч до 22 м^3/ч и одновременно начала повышаться производительность насоса со скоростью 0,2 (м^3/ч)/мин, если система перед этим находилась в статическом режиме, а автоматический регулятор был отключен.

2) Определите коэффициент усиления регулятора 2, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 50%.

Вариант 30.

Для осуществления химической реакции А+В→С, жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой. Перемешивание идеальное, потери тепла в окружающую среду малы, давление пара и расход реагентов не изменяются.



Температура жидкости на выходе из аппарата связана с температурой на входе и расходом пара уравнением:

$$0{,}5\frac{dt_{\text{вых}}}{d\tau} + t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} + 0{,}4F,$$

где $t_{\text{вых}}$ – температура жидкости на выходе из аппарата (ºС); $t_{\text{вх}}$ – температура жидкости на входе в аппарата (ºС); F – расход пара, кг/ч (постоянная времени дана в часах).

А. Определите, как будет меняться температура жидкости на выходе из аппарата, если её температура на входе непрерывно повышается, начиная с 5 ºС, со скоростью 3 ºС/ч, а расход пара остается постоянным, равным 100 кг/ч. До приложения данного воздействия система находилась в статическом режиме, а регулятор температуры был отключен. Постройте график зависимости: $t_{\text{вых}} = f(\tau)$.

Б. Температура жидкости на выходе из аппарата автоматически регулируется за счёт изменения расхода пара.

Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования температуры также входят:

- измерительный прибор 1, передаточная функция которого:

$$W(s) = \frac{e^{-0{,}3s}}{0{,}3s + 1}$$

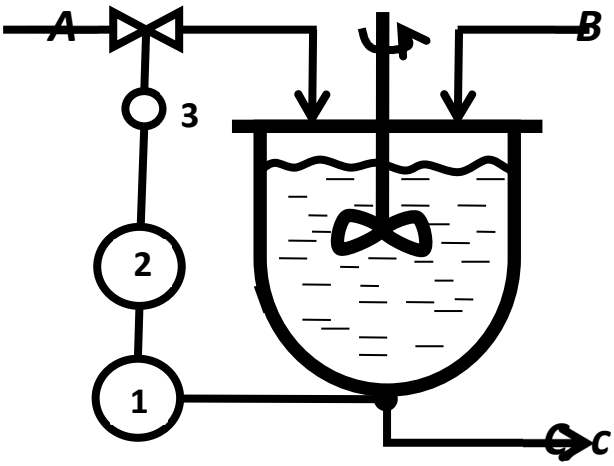
- регулятор 2, формирующий интегральный закон регулирования;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), представляющее собой безынерционное звено с коэффициентом $K = 3$;

(постоянная времени и время запаздывания даны в часах)

Определите (аналитически) постоянную времени интегрирования И-регулятора, при котором система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 60%.

Вариант 31.

В аппарате с мешалкой протекает химическая реакция: A+B→C. Для обеспечения требуемого качества продукта необходимо контролировать его концентрацию на выходе из аппарата, которая регулируется с помощью изменения расхода, реагента A, подаваемого в реактор.



Перемешивание в аппарате отличается от идеального, в результате чего возникает запаздывание смешения, равно 0,5 мин. С учетом этого запаздывания, концентрация продукта на выходе из аппарата связана с расходом вещества A следующим уравнение:

$$3\frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = 0{,}4F(\tau - 0{,}5),$$

где c – концентрация продукта на выходе из аппарата (кг/м^3); F – расход вещества A, кг/мин (постоянная времени и время запаздывания даны в минутах).

А. Определите, как будет меняться концентрация продукта на выходе из аппарата, если расход вещества A непрерывно повышается, начиная с 10 кг/мин, со скоростью 1,5 (кг/мин)/мин. До приложения данного воздействия система находилась в статическом режиме, а регулятор был отключен. Постройте график зависимости: $c = f(\tau)$.

Б. Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования концентрации также входят:

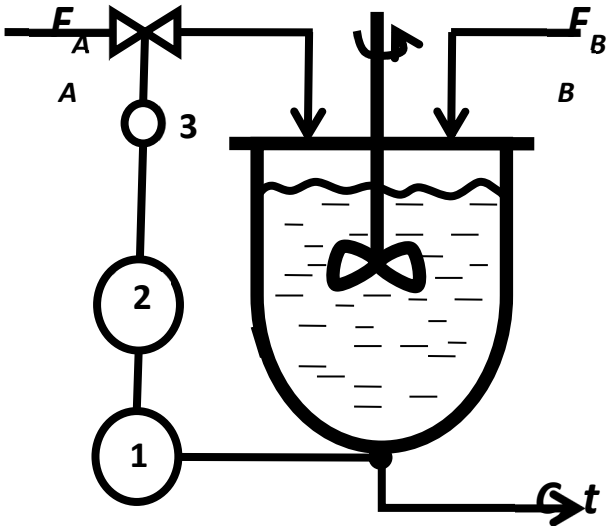
- измерительный прибор 1 с системой отбора проб;
- регулятор 2;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном).

По динамическим свойствам совокупность измерительного прибора и исполнительного устройства представляет собой статическое звено первого порядка с запаздыванием (K = 1, T = 1 мин, $\tau_{зап}$ = 0,3 мин).

Определите (аналитически) коэффициент усиления пропорционального регулятора, если запас устойчивости по фазе равен π/4.

Вариант 32.

В аппарате с мешалкой протекает химическая реакция: А+В→С. Для обеспечения требуемого качества продукта необходимо регулировать температуру продукта реакции ($t_{вых}$). Регулирование осуществляется с помощью изменения расхода реагента А (F_A, кг/мин).



Перемешивание в аппарате отличается от идеального, в результате чего возникает запаздывание смешения, равно 0,5 мин. С учетом этого запаздывания, температура продукта на выходе из аппарата связана с расходом вещества А следующим уравнение:

$$\frac{dt_{вых}}{d\tau} + t_{вых} = F_A(\tau - 0{,}5),$$

где $t_{вых}$ – температура жидкости на выходе из аппарата (ºС); F_A – расход пара, кг/мин (постоянная времени дана в минутах).

А. Определите, как будет меняться температура жидкости на выходе из аппарата, если произошло ступенчатое изменение расхода реагента А с 20 кг/мин до 22 кг/мин. До приложения данного воздействия система находилась в статическом режиме, а регулятор температуры был отключен. Постройте график зависимости: $t_{вых} = f(\tau)$.

Б. Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования температуры также входят:

- безынерционный измерительный прибор 1, с коэффициентом усиления K_1=2
- регулятор 2, формирующий идеальный пропорциональный закон регулирования.
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), передаточная функция которого:

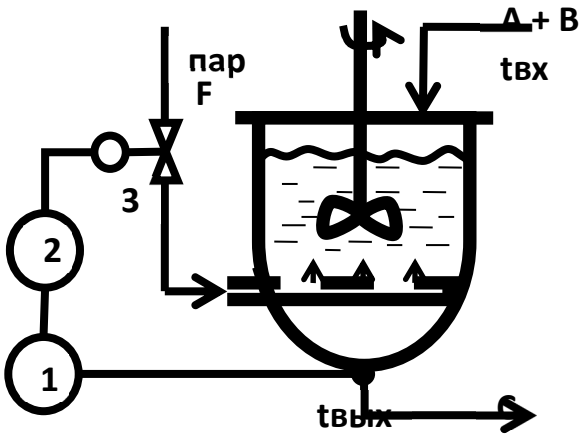
$$W\ (s) = \frac{e^{-0{,}5s}}{s+1}$$

(постоянная времени и время запаздывания даны в минутах)

Определите (аналитически) коэффициент усиления пропорционального регулятора, если запас устойчивости по амплитуде равен 50%.

Вариант 33.

Для осуществления химической реакции A+B→C, жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой.
Перемешивание идеальное, потери тепла в окружающую среду малы, давление пара и расход реагентов не изменяются.



Температура жидкости на выходе из аппарата связана с температурой на входе и расходом пара уравнением:

$$\frac{dt_{\text{вых}}}{d\tau} + t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} + 0{,}2F,$$

где $t_{\text{вых}}$ – температура жидкости на выходе из аппарата (ºС); $t_{\text{вх}}$ – температура жидкости на входе в аппарата (ºС); F – расход пара, кг/ч (постоянная времени дана в часах).

Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования температуры также входят:

- безынерционный измерительный прибор 1, с коэффициентом усиления K_1=5
- регулятор 2, формирующий интегральный закон регулирования;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном), передаточная функция которого:

$$W\,(s) = \frac{e^{-s}}{2s+1}$$

(постоянная времени и время запаздывания даны в часах)

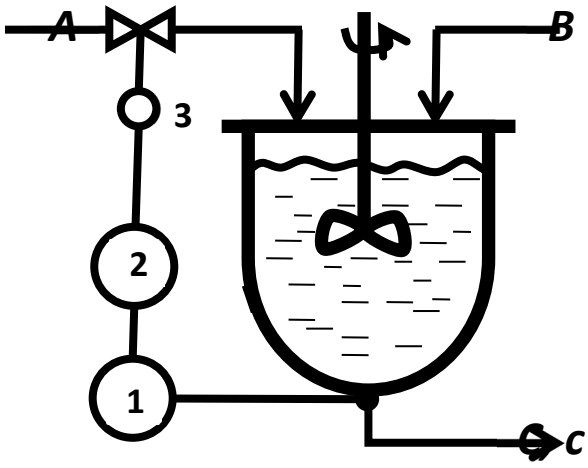
А. Определите, как будет меняться температура жидкости на выходе из аппарата, если температура жидкости на входе в ректор непрерывно повышается, начиная с 10 ºС, со скоростью 3 ºС/ч, а расход пара остается постоянным, равным 100 кг/ч. До приложения данного воздействия система находилась в статическом режиме, а регулятор температуры был отключен. Постройте график зависимости: $t_{\text{вых}} = f(\tau)$.

Б. Температура жидкости на выходе из аппарата автоматически регулируется за счёт изменения расхода пара.

Определите (аналитически) постоянную времени интегрирования И-регулятора, при которой система регулирования будет иметь запас устойчивости по амплитуде 60%.

Вариант 34.

В аппарате с мешалкой протекает химическая реакция: А+В→С. Для обеспечения требуемого качества продукта необходимо контролировать его концентрацию на выходе из аппарата, которая регулируется с помощью изменения расхода, реагента А, подаваемого в реактор.



Перемешивание в аппарате отличается от идеального, в результате чего возникает запаздывание смешения, равно 0,3 мин. С учетом этого запаздывания, концентрация продукта на выходе из аппарата связана с расходом вещества А следующим уравнение:

$$3\frac{dc(\tau)}{d\tau} + c(\tau) = 0{,}2F(\tau - 0{,}3),$$

где c – концентрация продукта на выходе из аппарата (кг/м^3); F – расход вещества А, кг/мин (постоянная времени и время запаздывания даны в минутах).

А. Определите, как будет меняться концентрация продукта на выходе из аппарата, если расход вещества А непрерывно повышается, начиная с 20 кг/мин, со скоростью 2 (кг/мин)/мин. До приложения данного воздействия система находилась в статическом режиме, а регулятор был отключен. Постройте график зависимости: $c = f(\tau)$.

Б. Кроме аппарата с мешалкой в систему регулирования концентрации также входят:

- измерительный прибор 1 с системой отбора проб;
- регулятор 2;
- исполнительное устройство 3 (исполнительный механизм с регулирующим клапаном).

По динамическим свойствам совокупность измерительного прибора и исполнительного устройства представляет собой статическое звено первого порядка с запаздыванием (K = 1, T = 3 мин, $\tau_{зап}$ = 0,7 мин).

Определите (аналитически) максимальный коэффициент усиления пропорционального регулятора.

Вариант 35.

В изотермическом реакторе идеального перемешивания протекает без изменения объёма жидкофазная реакция 1-го порядка

А $\longrightarrow$ продукты (константа скорости реакции $k = 2$ ч–1).

Номинальные условия работы реактора следующие:

- расход сырья 1 м3 /ч ;
- концентрация А на входе в реактор 2 кмоль/м3 ;
- концентрация А на выходе из реактора 0,5 кмоль/м3 .

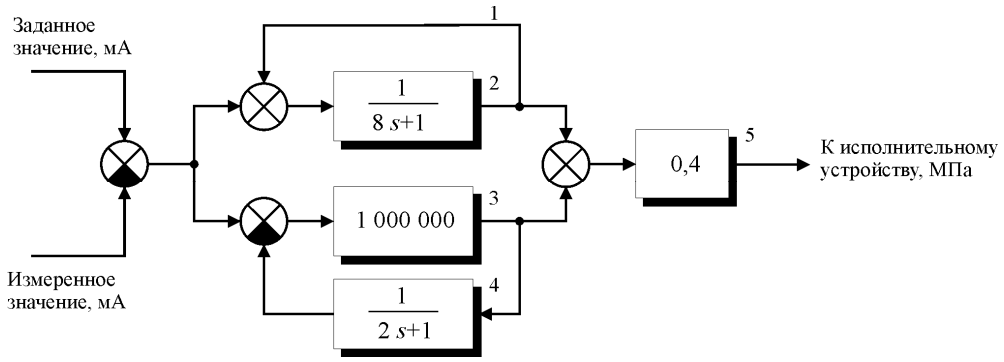
Концентрация А на выходе из реактора автоматически регулируется изменением расхода сырья.

В контур регулирования, кроме **реактора**, входят:

- **анализатор**, измеряющий концентрацию А на выходе из реактора; при ступенчатом изменении измеряемой концентрации от 0,5 кмоль/м3 до 0,6 кмоль/м3 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	5.00		0.8	5.34		1.6	5.90		2.4	5.99
0.2	5.00		1.0	5.56		1.8	5.94		2.6	5.99
0.4	5.04		1.2	5.72		2.0	5.97		3.0	6.00
0.6	5.16		1.4	5.82		2.2	5.98		5.0	6.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.3	-0.6	-1.46	-2.79	-5.11	-11.4	-21.5	-41.5	-102	-202
A	(м^3/ч)/МПа	1.99	1.96	1.79	1.41	0.89	0.39	0.20	0.10	0.04	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель реактора.
2. Определить передаточные функции реактора и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 36.

В изотермическом реакторе идеального перемешивания протекает без изменения объёма жидкофазная реакция 1-го порядка

А $\longrightarrow$ продукты (константа скорости реакции $k = 2$ ч–1).

Номинальные условия работы реактора следующие:

- расход сырья 1 м3 /ч ;
- концентрация А на входе в реактор 4 кмоль/м3 ;
- концентрация А на выходе из реактора 0,5 кмоль/м3 .

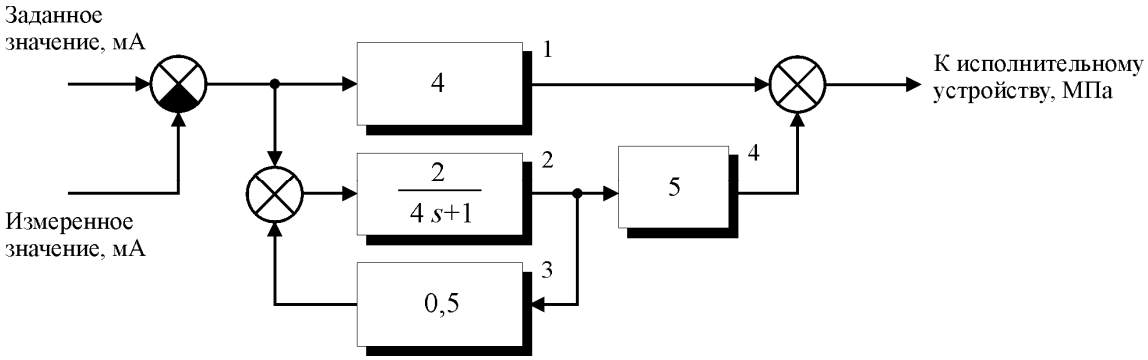
Концентрация А на выходе из реактора автоматически регулируется изменением расхода сырья.

В контур регулирования, кроме **реактора**, входят:

- **анализатор**, измеряющий концентрацию А на выходе из реактора; при ступенчатом изменении измеряемой концентрации от 0,5 кмоль/м3 до 0,6 кмоль/м3 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	5.00		1.6	5.34		3.2	5.90		4.8	5.99
0.4	5.00		2.0	5.56		3.6	5.94		5.2	5.99
0.8	5.04		2.4	5.72		4.0	5.97		6.0	6.00
1.2	5.16		2.8	5.82		4.4	5.98		10.0	6.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.3	-0.6	-1.46	-2.79	-5.11	-11.4	-21.5	-41.5	-102	-202
A	($м^3$/ч)/МПа	1.99	1.96	1.79	1.41	0.89	0.39	0.20	0.10	0.04	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель реактора.
2. Определить передаточные функции реактора и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 37.

В изотермическом реакторе идеального перемешивания протекает без изменения объёма жидкофазная реакция 1-го порядка

А $\longrightarrow$ продукты (константа скорости реакции $k = 2$ ч–1).

Номинальные условия работы реактора следующие:

- расход сырья 1 м3 /ч ;
- концентрация А на входе в реактор 4 кмоль/м3 ;
- объём реакционной смеси в реакторе 1,5 м^3 .

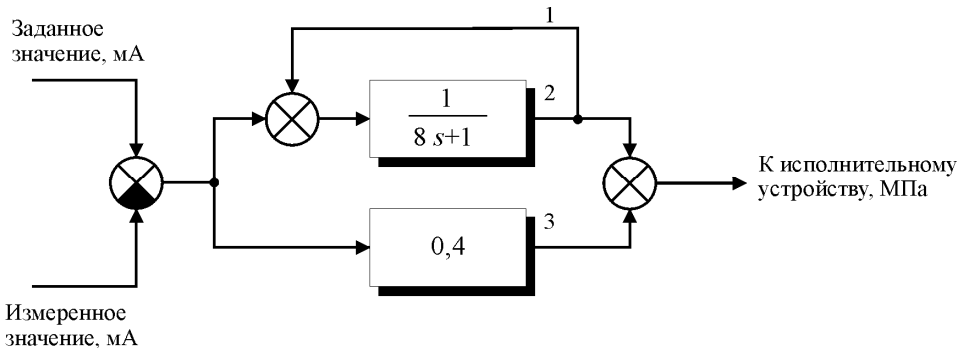
Концентрация А на выходе из реактора автоматически регулируется изменением расхода сырья.

В контур регулирования, кроме **реактора**, входят:

- **анализатор**, измеряющий концентрацию А на выходе из реактора; при ступенчатом изменении измеряемой концентрации от 0,5 кмоль/м3 до 0,7кмоль/м3 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время	Ток		Время	Ток		Время	Ток		Время	Ток
мин	мА		мин	мА		мин	мА		мин	мА
0	5.00		0.8	5.33		2.5	5.71		5.0	5.92
0.2	5.10		1.0	5.39		3.0	5.78		6.0	5.95
0.4	5.18		1.5	5.53		3.5	5.83		10.0	5.99
0.6	5.26		2.0	5.63		4.0	5.86		20.0	6.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω,	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ,	рад	-0.3	-0.6	-1.46	-2.79	-5.11	-11.4	-21.5	-41.5	-102	-202
A,	(м3/ч)/МПа	1.99	1.96	1.79	1.41	0.89	0.39	0.20	0.10	0.04	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель реактора.
2. Определить передаточные функции реактора и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 38.

В изотермическом реакторе идеального перемешивания протекает без изменения объёма жидкофазная реакция 2-го порядка

А $\longrightarrow$ продукты (константа скорости реакции $k = 2$ м^3·кмоль$^{-1}$·ч–1).

Номинальные условия работы реактора следующие:

- расход сырья 1 м3 /ч ;
- концентрация А на входе в реактор 4 кмоль/м3 ;
- объём реакционной смеси в реакторе 1,5 м^3 .

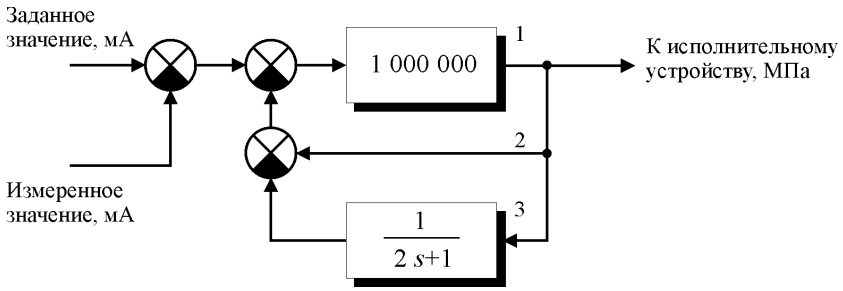
Концентрация А на выходе из реактора автоматически регулируется изменением расхода сырья.

В контур регулирования, кроме **реактора**, входят:

- **анализатор**, измеряющий концентрацию А на выходе из реактора; при ступенчатом изменении измеряемой концентрации от 0,5 кмоль/м3 до 0,7кмоль/м3 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время	Ток		Время	Ток		Время	Ток		Время	Ток
мин	мА		мин	мА		мин	мА		мин	мА
0	5.00		0.8	5.34		1.6	5.90		2.4	5.99
0.2	5.00		1.0	5.56		1.8	5.94		2.6	5.99
0.4	5.04		1.2	5.72		2.0	5.97		3.0	6.00
0.6	5.16		1.4	5.82		2.2	5.98		5.0	6.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω,	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ,	рад	-0.3	-0.6	-1.46	-2.79	-5.11	-11.4	-21.5	-41.5	-102	-202
A,	(м3/ч)/МПа	1.99	1.96	1.79	1.41	0.89	0.39	0.20	0.10	0.04	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель реактора.
2. Определить передаточные функции реактора и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 39.
Жидкость подогревается в аппарате с мешалкой, снабжённом паровой рубашкой (перемешивание идеальное, объём жидкости в аппарате 6 м^3, площадь поверхности теплообмена 10 м^2, плотность жидкости 1000 кг/м^3, удельная теплоёмкость жидкости 4000 Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$).

Номинальный режим работы подогревателя:
- расход жидкости 2,5·10^{-3} м^3/с;
- температура жидкости на входе в подогреватель 20 °С;
- температура жидкости на выходе из подогревателя 80 °С;
- температура пара в паровой рубашке 140 °С;

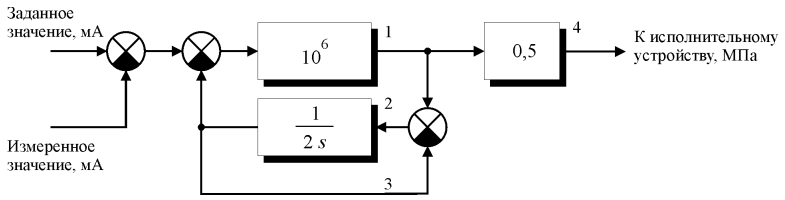
Температура жидкости на выходе из подогревателя автоматически регулируется изменением подачи насыщенного пара в паровую рубашку, что приводит к изменению его давления и, следовательно, температуры.

В контур регулирования, кроме **подогревателя**, входят:

- **термометр**, измеряющий температуру жидкости на выходе из подогревателя; при ступенчатом изменении измеряемой температуры от 40 °С до 80 °С ток на выходе термометра изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	1.00		5	1.39		10	1.72		20	1.95
1	1.03		6	1.47		12	1.80		30	1.99
2	1.11		7	1.55		14	1.86		40	2.00
3	1.20		8	1.61		16	1.90		50	2.00
4	1.30		9	1.67		18	1.93		60	2.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.20	-0.39	-0.93	-1.57	-2.21	-2.75	-2.94	-3.04	-3.10	-3.12
A	К/МПа	198	192	160	100	40	7.7	1.90	0.50	0.08	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель подогревателя, связывающую температуру жидкости на выходе из подогревателя с её температурой на входе и расходом, а также с температурой пара в паровой рубашке.
2. Определить передаточные функции подогревателя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 40.
Жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой (давление в аппарате атмосферное, перемешивание идеальное, объём жидкости в аппарате 5 м^3, плотность жидкости 1000 кг/м^3, удельная теплоёмкость жидкости 4000 Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$, удельная теплота конденсации пара 2000 кДж/кг).

Номинальный режим работы подогревателя:
- расход жидкости 2,5·10^{-3} м^3/с;
- температура жидкости на входе в подогреватель 20 °С;
- температура жидкости на выходе из подогревателя 80 °С.

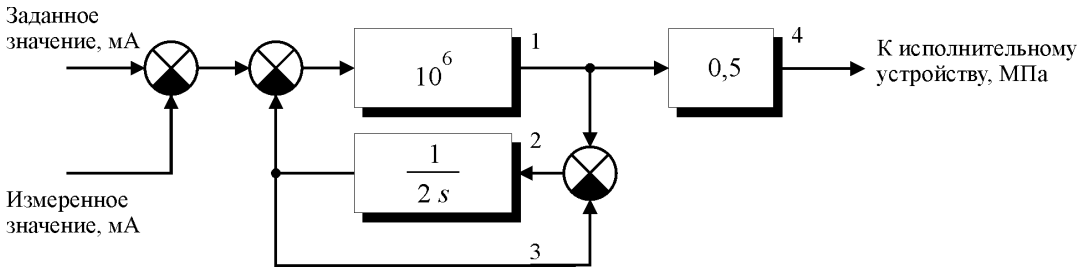
Температура жидкости на выходе из подогревателя автоматически регулируется изменением расхода насыщенного пара.

В контур регулирования, кроме **подогревателя**, входят:

- **термометр**, измеряющий температуру жидкости на выходе из подогревателя; при ступенчатом изменении измеряемой температуры от 30 °С до 60 °С ток на выходе термометра изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	1.00		5	1.20		10	1.50		20	1.85
1	1.01		6	1.24		12	1.59		30	1.96
2	1.05		7	1.33		14	1.68		40	1.99
3	1.09		8	1.39		16	1.75		50	2.00
4	1.14		9	1.44		18	1.80		60	2.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.20	-0.39	-0.93	-1.57	-2.21	-2.75	-2.94	-3.04	-3.10	-3.12
A	(кг/с)/МПа	198	192	160	100	40	7.7	1.90	0.50	0.08	0.02

1. Получить линеаризованную математическую модель подогревателя, связывающую температуру жидкости на выходе из подогревателя с её температурой на входе и расходом, а также с расходом пара.
2. Определить передаточные функции подогревателя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 41.
Жидкость подогревается острым паром в аппарате с мешалкой (давление в аппарате атмосферное, перемешивание идеальное, объём жидкости в аппарате 3,35 м^3, плотность жидкости 1000 кг/м^3, удельная теплоёмкость жидкости 4000 Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$, удельная теплота конденсации пара 2000 кДж/кг).

Номинальный режим работы подогревателя:
- расход жидкости $5\cdot10^{-3}$ м^3/с;
- температура жидкости на входе в подогреватель 20 °С;
- температура жидкости на выходе из подогревателя 80 °С.

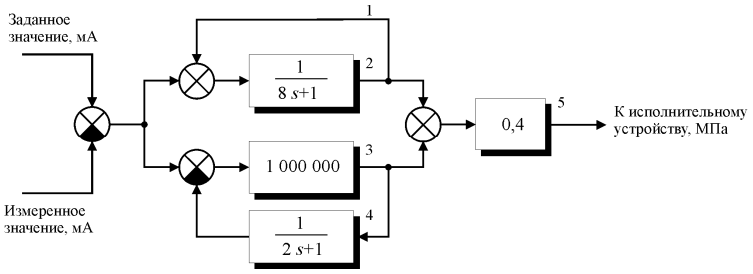
Температура жидкости на выходе из подогревателя автоматически регулируется изменением расхода насыщенного пара.

В контур регулирования, кроме **подогревателя**, входят:

- **термометр**, измеряющий температуру жидкости на выходе из подогревателя; при ступенчатом изменении измеряемой температуры от 40 °С до 60 °С ток на выходе термометра изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	2.00		2.5	2.13		5	2.46		12	2.94
0.5	2.00		3	2.19		6	2.58		14	2.97
1	2.01		3.5	2.26		7	2.68		16	2.99
1.5	2.04		4	2.32		8	2.76		18	3.00
2	2.08		4.5	2.39		10	2.88		20	3.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.10	-0.20	-0.46	-0.79	-1.11	-1.37	1.47	-1.52	-1.55	-1.56
A	(кг/с)/МПа	199	196	179	171	89	39	20	10	4	2

1. Получить линеаризованную математическую модель подогревателя, связывающую температуру жидкости на выходе из подогревателя с её температурой на входе и расходом, а также с расходом пара.
2. Определить передаточные функции подогревателя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 42.
Жидкость подогревается в аппарате с мешалкой, снабжённом паровой рубашкой (перемешивание идеальное, объём жидкости в аппарате 6 м^3, площадь поверхности теплообмена 10 м^2, плотность жидкости 1000 кг/м^3, удельная теплоёмкость жидкости 4000 Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$).

Номинальный режим работы подогревателя:
- расход жидкости 2,5·10^{-3} м^3/с;
- температура жидкости на входе в подогреватель 20 °С;
- температура жидкости на выходе из подогревателя 80 °С;
- температура пара в паровой рубашке 140 °С;

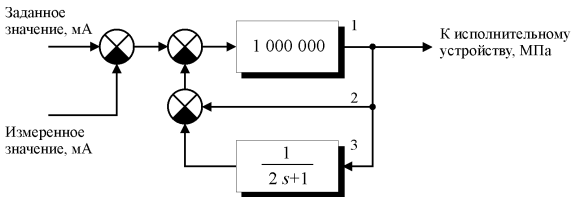
Температура жидкости на выходе из подогревателя автоматически регулируется изменением подачи насыщенного пара в паровую рубашку, что приводит к изменению его давления и, следовательно, температуры.

В контур регулирования, кроме **подогревателя**, входят:

- **термометр**, измеряющий температуру жидкости на выходе из подогревателя; при ступенчатом изменении измеряемой температуры от 40 °С до 80 °С ток на выходе термометра изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	1.00		5	1.39		10	1.72		20	1.95
1	1.03		6	1.47		12	1.80		30	1.99
2	1.11		7	1.55		14	1.86		40	2.00
3	1.20		8	1.61		16	1.90		50	2.00
4	1.30		9	1.67		18	1.93		60	2.00

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.10	-0.20	-0.46	-0.79	-1.11	-1.37	-1.47	-1.52	-1.55	-1.56
A	К/МПа	199	196	179	141	89	39	20	10	4	2

1. Получить линеаризованную математическую модель подогревателя, связывающую температуру жидкости на выходе из подогревателя с её температурой на входе и расходом, а также с температурой пара в паровой рубашке.
2. Определить передаточные функции подогревателя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 43.

Чистые жидкие компоненты А и В смешиваются в аппарате с мешалкой, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости. Полученная смесь подаётся затем из смесителя в реактор с помощью насоса.

Номинальные условия работы смесителя следующие:

- производительность насоса $F = 40$ кг/с;
- плотность компонента А и компонента В $\rho_A = \rho_B = 1200$ кг/м^3;
- массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата $w = 0{,}8$;
- объём жидкости в аппарате $V = 4$ м^3;

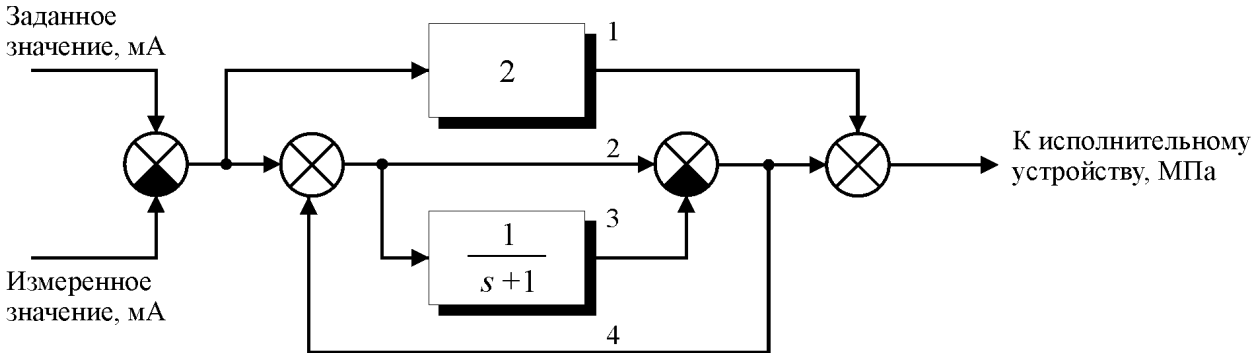
Массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата автоматически регулируется изменением расхода компонента А.

В контур регулирования, кроме **смесителя**, входят:

- **анализатор**, измеряющий массовую долю компонента А на выходе из смесителя; при ступенчатом изменении массовой доли от 0,5 до 0,6 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	8.00		2	8.48		4	9.28		8	9.90
0.5	8.01		2.5	8.70		5	9.56		10	9.96
1	8.10		3	8.92		6.0	9.72		12.0	9.98
1.5	8.26		3.5	9.12		7	9.82		20.0	10.0

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.22	-0.43	-1.03	-1.77	-2.61	-3.75	-4.94	-7.04	-13.10	-23.12
A	(кг/с)/МПа	3.96	3.85	3.2	2	0.8	0.15	0.04	0.01	0.0016	0.0004

1. Получить линеаризованную математическую модель смесителя.
2. Определить передаточные функции смесителя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 44.

Чистые жидкие компоненты А и В смешиваются в аппарате с мешалкой, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости. Полученная смесь подаётся затем из смесителя в реактор с помощью насоса.

Номинальные условия работы смесителя следующие:

- производительность насоса $F = 50$ кг/с;
- плотность компонента А и компонента В $\rho_A = \rho_B = 1000$ кг/м^3;
- массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата $w = 0{,}2$;
- объём жидкости в аппарате $V = 6$ м^3;

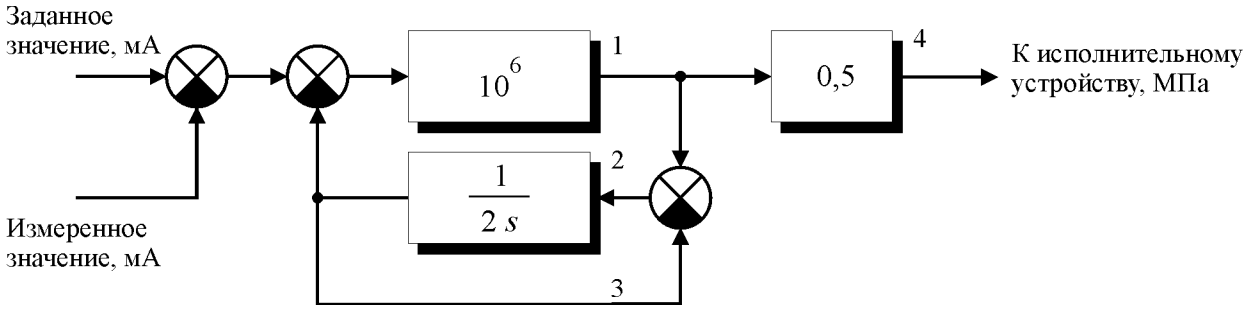
Массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата автоматически регулируется изменением расхода компонента В.

В контур регулирования, кроме **смесителя**, входят:

- **анализатор**, измеряющий массовую долю компонента А на выходе из смесителя; при ступенчатом изменении массовой доли от 0,5 до 0,7 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	8.00		2	8.26		4	9.12		8	9.82
0.5	8.00		2.5	8.48		5	9.28		10	9.90
1	8.01		3	8.70		6.0	9.56		12.0	9.96
1.5	8.10		3.5	8.92		7	9.72		20.0	10.0

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):



- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

ω	рад/мин	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
φ	рад	-0.14	-0.28	-0.69	-1.33	-2.37	-4.38	-6.75	-10.94	-23.06	-43.10
A	(кг/с)/МПа	3.99	3.96	3.76	3.20	2.00	0.552	0.154	0.0396	0.0064	0.0016

1. Получить линеаризованную математическую модель смесителя.
2. Определить передаточные функции смесителя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 45.

Чистые жидкие компоненты А и В смешиваются в аппарате с мешалкой, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости. Полученная смесь подаётся затем из смесителя в реактор с помощью насоса.

Номинальные условия работы смесителя следующие:

- производительность насоса $F = 20$ кг/с;
- плотность компонента А и компонента В $\rho_A = \rho_B = 1000$ кг/м^3;
- массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата $w_A = 0{,}6$;
- объём жидкости в аппарате $V = 2{,}4$ м^3;

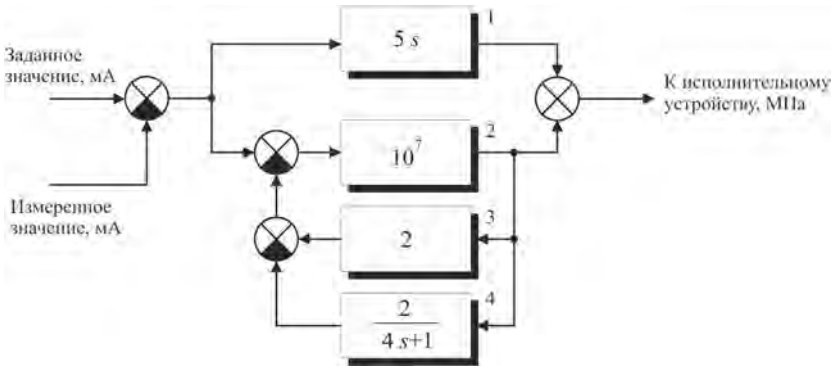
Массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата автоматически регулируется изменением расхода компонента А.

В контур регулирования, кроме **смесителя**, входят:

- **анализатор**, измеряющий массовую долю компонента А на выходе из смесителя; при ступенчатом изменении массовой доли от 0,4 до 0,8 ток на выходе анализатора изменяется следующим образом:

Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА		Время мин	Ток мА
0	4.00		0.8	4.74		1.6	7.38		3	9.63
0.2	4.00		1.0	5.39		1.8	7.90		4	10.11
0.4	4.02		1.2	6.10		2	8.34		6	10.36
0.6	4.25		1.4	6.77		2.5	9.14		10	10.40

- **регулятор**, структурная схема которого приведена на рисунке (постоянные времени даны в минутах):

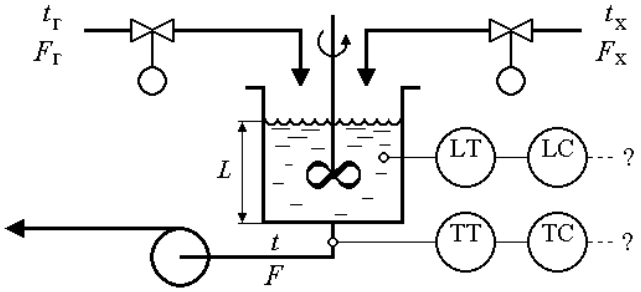


- **исполнительное устройство**, частотные характеристики которого приведены в таблице:

Φ	рад/мин	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50
Φ	рад	-0.12	-0.25	-0.48	-1.04	-1.61	-2.33	-3.97	-6.52	-11.55	-26.56
A	(кг/с)/МПа	498	490	464	354	224	121	49.8	25.0	12.5	5.0

1. Получить линеаризованную математическую модель смесителя.
2. Определить передаточные функции смесителя и других элементов контура регулирования.
3. Привести структурную схему системы регулирования.
4. Будет ли система регулирования устойчива?

Вариант 46.
Для нагревания холодная вода смешивается с горячим водным конденсатом в цилиндрическом аппарате с мешалкой. Полученная нагретая вода перекачивается насосом, производительность которого не зависит от давления во всасывающем трубопроводе.
Номинальные условия работы аппарата: температура горячего конденсата $t_г$ = 80 °С; температура холодной воды $t_х$ = 20 °С; температура воды на выходе из аппарата t = 50 °С; производительность насоса F = 20 кг/с; уровень воды в аппарате L = 2 м; площадь сечения аппарата A = 2 м^2.



Регулируемые параметры: температура нагретой воды на выходе из аппарата t; уровень воды в аппарате L.
Управляющие воздействия: изменение расхода горячего конденсата $F_г$; изменение расхода холодной воды $F_х$.
Возмущающие воздействия: изменение температуры горячего конденсата $t_г$; изменение температуры холодной воды $t_х$; изменение расхода нагретой воды F. Другими возмущающими воздействиями можно пренебречь.

1. Получите линеаризованную математическую модель аппарата, связывающую регулируемые параметры с управляющими и возмущающими воздействиями, предположив, что перемешивание в аппарате идеальное.
2. Приведите структурную схему аппарата, указав передаточные функции для каждого канала вход выход.
3. Выберите для каждого регулируемого параметра управляющее воздействие и попробуйте обосновать свой выбор. Изобразите предлагаемые системы регулирования в виде структурной схемы.
4. Известны передаточные функции уровнемера (LT), термометра (TT) и исполнительного механизма с регулирующим клапаном (ИМ+РК), которые могут быть использованы в контурах регулирования:

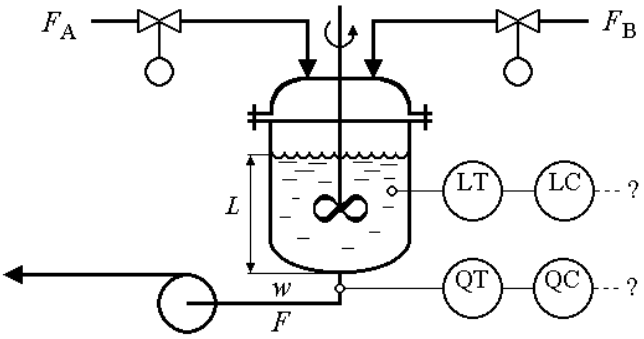
$$W_{\text{LT}}(s)=\frac{5}{s+1};\quad W_{\text{TT}}(s)=\frac{0{,}05}{10s+1};\quad W_{\text{ИМ+РК}}(s)=\frac{0{,}25}{5s+1}.$$

Передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном для линий конденсата и холодной воды одна и та же. Значения постоянных времени приведены в секундах.
Для каждого контура регулирования определите коэффициент усиления *пропорционального* регулятора, обеспечивающего запас устойчивости по амплитуде 50% при условии, что другой контур регулирования разомкнут.
5. Определите, как изменится запас устойчивости каждой системы регулирования из-за влияния перекрёстных связей в случае, если оба контура регулирования замкнуты.

Вариант 47.

Чистые жидкие компоненты А и В смешиваются в аппарате с мешалкой, откуда полученная смесь подаётся в реактор с помощью насоса, производительность которого не зависит от давления во всасывающем трубопроводе.

Номинальные условия работы аппарата: производительность насоса F = 40 кг/с; плотность компонента А и компонента В $\rho_A = \rho_B$ = 920 кг/ м^3; массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата w = 0,2; уровень смеси в аппарате L = 2 м; площадь сечения аппарата A = 2 м^2.



Регулируемые параметры: массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата w; уровень смеси в аппарате L.

Управляющие воздействия: изменение расхода компонента А F_A; изменение расхода компонента В F_B.

Возмущающие воздействия: изменение расхода смеси F. Другими возмущающими воздействиями можно пренебречь.

1. Получите линеаризованную математическую модель аппарата, связывающую регулируемые параметры с управляющими и возмущающими воздействиями, предположив, что перемешивание в аппарате идеальное.

2. Приведите структурную схему аппарата, указав передаточные функции для каждого канала вход выход.

3. Выберите для каждого регулируемого параметра управляющее воздействие и попробуйте обосновать свой выбор. Изобразите предлагаемые системы регулирования в виде структурной схемы.

4. Известны передаточные функции элементов, которые могут быть использованы в контурах регулирования:

$$W_{\text{LT}}(s) = \frac{5}{s+1}; \quad W_{\text{QT}}(s) = \frac{0,2}{10s+1} \cdot e^{-5s}; \quad W_{\text{ИМ+РК}}(s) = \frac{0,25}{5s+1}.$$

Для линий компонента А и компонента В передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном (ИМ+РК) одна и та же. Значения постоянных времени и времени запаздывания приведены в секундах.

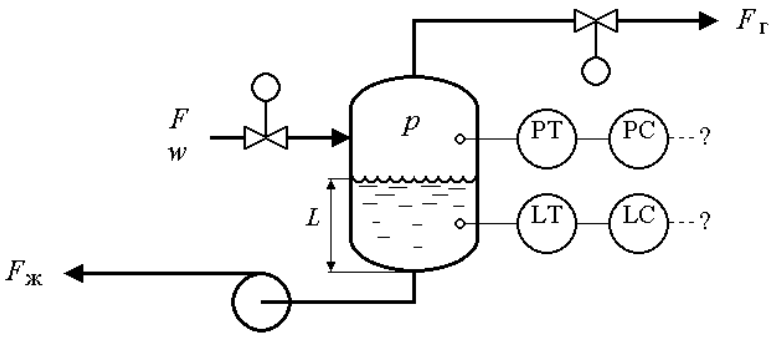
Определите коэффициент усиления *пропорционального* регулятора, обеспечивающего запас устойчивости по амплитуде 50% для каждого контура регулирования при условии, что другой контур регулирования разомкнут.

5. Определите, как изменится запас устойчивости каждой системы регулирования из-за влияния перекрёстных связей в случае, если оба контура регулирования замкнуты.

Вариант 48.

Газожидкостная смесь поступает на разделение в сепаратор, откуда жидкость откачивается насосом, производительность которого не зависит от давления во всасывающем трубопроводе.

Номинальные условия работы аппарата: массовая доля жидкости в поступающей на разделение смеси w = 0,75; молярная масса газа M = 28 г/моль; давление в сепараторе p = 0,4 МПа; температура в сепараторе t = 127 °С; расход жидкости $F_ж$ = 30 кг/с; уровень жидкости в сепараторе L = 1 м; плотность жидкости □ = 1200 кг/м^3; объём газового пространства в сепараторе V = 4 м^3; площадь сечения сепаратора A = 2 м^2.



Регулируемые параметры: давление в сепараторе p; уровень жидкости в сепараторе L.

Управляющие воздействия: изменение расхода газожидкостной смеси F; изменение расхода газа $F_г$.

Возмущающие воздействия: изменение массовой доли жидкости в газожидкостной смеси w; изменение расхода жидкости $F_ж$. Другими возмущающими воздействиями можно пренебречь.

1. Получите линеаризованную математическую модель аппарата, связывающую регулируемые параметры с управляющими и возмущающими воздействиями, предположив, что уровень жидкости в сепараторе изменяется незначительно, температура остаётся постоянной, а газ подчиняется законам идеальных газов.

2. Приведите структурную схему аппарата, указав передаточные функции для каждого канала вход □ выход.

3. Выберите для каждого регулируемого параметра управляющее воздействие и попробуйте обосновать свой выбор. Изобразите предлагаемые системы регулирования в виде структурной схемы.

4. Известны передаточные функции элементов, которые могут быть использованы в контурах регулирования:

$$W_{\text{LT}}(s)=\frac{5}{s+1};\quad W_{\text{PT}}(s)=\frac{1}{10s+1};\quad W_{\text{ИМ1}}(s)=\frac{0,25}{5s+1}\quad W_{\text{ИМ2}}(s)=\frac{0,1}{10s+1},$$

где $W_{\text{ИМ1}}(s)$ □ передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном на линии газа; $W_{\text{ИМ2}}(s)$ □ передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном на линии газожидкостной смеси. Значения постоянных времени приведены в секундах.

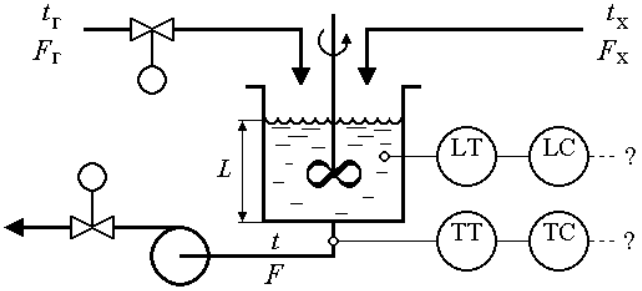
Для каждого контура регулирования определите коэффициент усиления *пропорционального* регулятора, обеспечивающего запас устойчивости по амплитуде 60% при условии, что другой контур регулирования разомкнут.

5. Определите, как изменится запас устойчивости каждой системы регулирования из-за влияния перекрёстных связей в случае, если оба контура регулирования замкнуты.

Вариант 49.

Для нагревания холодная вода смешивается с горячим водным конденсатом в цилиндрическом аппарате с мешалкой. Полученная нагретая вода перекачивается насосом, производительность которого не зависит от давления во всасывающем трубопроводе.

Номинальные условия работы аппарата: температура горячего конденсата $t_г$ = 80 °С; температура холодной воды $t_х$ = 20 °С; температура воды на выходе из аппарата t = 50 °С; производительность насоса F = 20 кг/с; уровень воды в аппарате L = 2 м; площадь сечения аппарата A = 2 м^2.



Регулируемые параметры: температура нагретой воды на выходе из аппарата t; уровень воды в аппарате L.

Управляющие воздействия: изменение расхода горячего конденсата $F_г$; изменение расхода нагретой воды F.

Возмущающие воздействия: изменение температуры горячего конденсата $t_г$; изменение температуры холодной воды $t_х$; изменение расхода холодной воды $F_х$. Другими возмущающими воздействиями можно пренебречь.

1. Получите линеаризованную математическую модель аппарата, связывающую регулируемые параметры с управляющими и возмущающими воздействиями, предположив, что перемешивание в аппарате идеальное.

2. Приведите структурную схему аппарата, указав передаточные функции для каждого канала вход выход.

3. Выберите для каждого регулируемого параметра управляющее воздействие и попробуйте обосновать свой выбор. Изобразите предлагаемые системы регулирования в виде структурной схемы.

4. Известны передаточные функции уровнемера (LT), термометра (TT) и исполнительного механизма с регулирующим клапаном (ИМ+РК), которые могут быть использованы в контурах регулирования:

$$W_{\text{LT}}(s)=\frac{5}{s+1};\quad W_{\text{TT}}(s)=\frac{0,05}{10s+1};\quad W_{\text{ИМ+РК}}(s)=\frac{0,25}{5s+1}.$$

Передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном (ИМ+РК) для линий конденсата и нагретой воды одна и та же. Значения постоянных времени приведены в секундах.

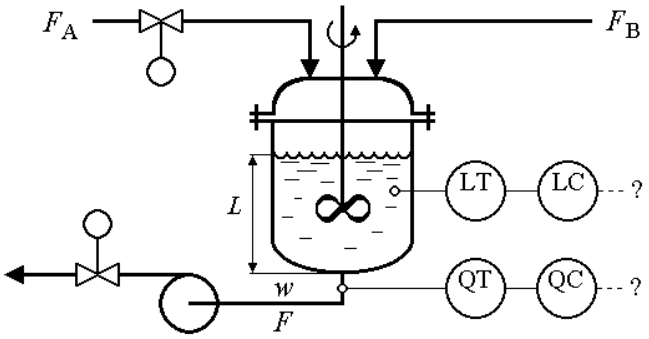
Для каждого контура регулирования определите коэффициент усиления *пропорционального* регулятора, обеспечивающего запас устойчивости по амплитуде 50% при условии, что другой контур регулирования разомкнут.

5. Определите, как изменится запас устойчивости каждой системы регулирования из-за влияния перекрёстных связей в случае, если оба контура регулирования замкнуты.

Вариант 50.

Чистые жидкие компоненты А и В смешиваются в аппарате с мешалкой, откуда полученная смесь подаётся в реактор с помощью насоса, производительность которого не зависит от давления во всасывающем трубопроводе.

Номинальные условия работы аппарата: производительность насоса F = 40 кг/с; плотность компонента А и компонента В □$_A$ = □$_B$ = 1200 кг/ м^3; массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата w = 0,8; уровень смеси в аппарате L = 2 м; площадь сечения аппарата A = 2 м^2.



Регулируемые параметры: массовая доля компонента А в смеси на выходе из аппарата w; уровень смеси в аппарате L.

Управляющие воздействия: изменение расхода компонента А F_A; изменение расхода смеси F.

Возмущающие воздействия: изменение расхода компонента В F_B. Другими возмущающими воздействиями можно пренебречь.

1. Получите линеаризованную математическую модель аппарата, связывающую регулируемые параметры с управляющими и возмущающими воздействиями, предположив, что перемешивание в аппарате идеальное.

2. Приведите структурную схему аппарата, указав передаточные функции для каждого канала вход □ выход.

3. Выберите для каждого регулируемого параметра управляющее воздействие и попробуйте обосновать свой выбор. Изобразите предлагаемые системы регулирования в виде структурной схемы.

4. Известны передаточные функции элементов, которые могут быть использованы в контурах регулирования:

$$W_{\text{LT}}(s) = \frac{5}{s+1}; \quad W_{\text{QT}}(s) = \frac{0,2}{10s+1} \cdot e^{-2s}; \quad W_{\text{ИМ+РК}}(s) = \frac{0,5}{5s+1}.$$

Для линий компонента А и смеси передаточная функция исполнительного механизма с регулирующим клапаном (ИМ+РК) одна и та же. Значения постоянных времени и времени запаздывания приведены в секундах.

Определите коэффициент усиления *пропорционального* регулятора, обеспечивающего запас устойчивости по амплитуде 75% для каждого контура регулирования при условии, что другой контур регулирования разомкнут. Определите, как изменится запас устойчивости каждой системы регулирования из-за влияния перекрёстных связей в случае, если оба контура регулирования замкнуты.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ОПК-4.6, ОПК-4.10, ОПК-4.13, ОПК-4.15.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является ***экзамен***.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к ***экзамену*** по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на* ***экзамене***

Оценка экзамена	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
«удовлетвори-тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
«неудовле-творительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

БИЛЕТ № 1

1. (15 баллов) Измерение электрического сопротивления как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
2. (10 баллов) Системы автоматического управления без обратной связи и с обратной связью. Комбинированные системы управления.
3. (15 баллов) Выбор закона действия и параметров настройки регулятора в зависимости от свойств объекта регулирования.

БИЛЕТ № 2

1. (15 баллов) Основные конструкции приборов для измерения давления. Защита манометров от воздействия агрессивных, горячих и загрязнённых сред.
2. (15 баллов) Устойчивость систем автоматического регулирования.
3. (10 баллов) Классификация и характеристики регулирующих органов САР.

БИЛЕТ № 3

1. (15 баллов) Термоэлектрические термометры и термометры сопротивления.
1. (15 баллов) Понятие типового динамического звена. Применение звеньев. Основные типы звеньев и их характеристики.
1. (10 баллов) Классификация систем автоматического управления по различным признакам.

БИЛЕТ № 4

1. (15 баллов) Электрические способы передачи информации на расстояние. Примеры.
2. (15 баллов) Пропорциональный закон регулирования: уравнение, основные свойства, характеристики.
3. (10 баллов) Многоконтурные системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 5

1. (10 баллов) Регулирование без обратной связи (регулирование по возмущающему воздействию).
2. (15 баллов) Предельное усиление регулятора и обеспечение запаса устойчивости.
3. (15 баллов) Термометры излучения.

БИЛЕТ № 6

1. (10 баллов) Назначение, цели и функции систем управления химико-технологическими процессами.
2. (15 баллов) Статические свойства измерительных приборов.
3. (15 баллов) Пропорциональный и пропорционально-дифференциальный законы регулирования: уравнения, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 7

1. (15 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
2. (15 баллов) Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (10 баллов) Одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 8

1. (15 баллов) Термокондуктометрический и термохимический газоанализаторы.
2. (15 баллов) Устойчивость систем автоматического регулирования.
3. (10 баллов) Регулирующие органы САР: конструкция, характеристики, свойства.

БИЛЕТ № 9

1. (15 баллов) Электрические и пневматические измерительные преобразователи, работающие по методу компенсации усилий.
2. (10 баллов) Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
3. (15 баллов) Выбор закона действия регулятора и параметров его настройки в зависимости от свойств объекта регулирования.

БИЛЕТ № 10

1. (15 баллов) Измерение температуры бесконтактным методом.
2. (15 баллов) Статические, нейтральные и неустойчивые объекты регулирования.
3. (10 баллов) Релейные (позиционные) регуляторы: основные свойства, характеристики.

БИЛЕТ № 11

1. (15 баллов) Дифференцирующие звенья: уравнение, характеристики, основные свойства.
2. (15 баллов) Объекты регулирования с сосредоточенными параметрами и с распределёнными параметрами. Особенности регулирования объектов с распределёнными параметрами.
3. (10 баллов) Химические газовые сенсоры.

БИЛЕТ № 12

1. (15 баллов) Термоэлектрические термометры.
2. (15 баллов) Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
3. (10 баллов) Классификация регуляторов по различным признакам.

БИЛЕТ № 13

1. (15 баллов) Передаточные функции. Их получение и использование.
2. (10 баллов) Релейное регулирование: основные свойства, характеристики, примеры.
3. (15 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей. Электромагнитный, вихревой, ультразвуковой и кориолисов расходомеры.

БИЛЕТ № 14

1. (10 баллов) Объёмные счётчики газа и жидкости.
2. (15 баллов) Частотные характеристики звеньев.
3. (15 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 15

1. (15 баллов) Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
2. (10 баллов) Системы автоматического управления без обратной связи и с обратной связью. Комбинированные системы управления.
3. (15 баллов) Выбор закона действия и параметров настройки регулятора в зависимости от свойств объекта регулирования.

БИЛЕТ № 16

1. (10 баллов) Особенности управления химико-технологическими процессами. Основные типы систем автоматического регулирования.
2. (15 баллов) Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
3. (15 баллов) Интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 17

1. (10 баллов) Измерительные преобразователи. Структура и надёжность измерительных преобразователей.
2. (15 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.
3. (15 баллов) Частотная передаточная функция. Применение, примеры.

БИЛЕТ № 18

1. (10 баллов) Термомагнитный газоанализатор.
2. (15 баллов) Использование преобразования Лапласа при рассмотрении систем автоматического регулирования (примеры).
3. (15 баллов) Критерии (показатели) качества регулирования.

БИЛЕТ № 19

1. (10 баллов) Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
2. (15 баллов) Статические звенья второго порядка: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (15 баллов) Классификация систем автоматического регулирования по различным признакам.

БИЛЕТ № 20

1. (10 баллов) Классификация приборов для измерения температуры.
2. (15 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.
3. (15 баллов) Устойчивость систем автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 21

1. (15 баллов) Многоконтурные системы автоматического регулирования (системы каскадного и связанного регулирования).
2. (15 баллов) Самовыравнивание объектов регулирования: характеристики, примеры.
3. (10 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей на основе тепловых явлений.

БИЛЕТ № 22

1. (10 баллов) Классификация систем автоматического управления.
2. (15 баллов) Измерение уровня жидкости. Гидростатические, ёмкостные, ультразвуковые уровнемеры.
3. (15 баллов) Основные линейные законы регулирования: уравнения, основные свойства, примеры.

БИЛЕТ № 23

1. (15 баллов) Основные методы измерения: их особенности, достоинства, недостатки, примеры.
2. (15 баллов) Исследование систем управления с помощью частотных характеристик.
3. (10 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 24

1. (15 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей.
2. (10 баллов) Звено запаздывания: уравнение, характеристики, примеры.
3. (15 баллов) Пропорциональный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 25

1. (15 баллов) Показатели (критерии) качества регулирования.
2. (10 баллов) Структурная схема измерительной системы (устройства). Функции приборов автоматического контроля.
3. (15 баллов) Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 26

1. (15 баллов) Переходные характеристики средств измерения.
2. (15 баллов) Влияние свойств объекта регулирования:
- на выбор структуры системы регулирования;
- на выбор закона действия регулятора;
- на качество регулирования.
3. (10 баллов) Исполнительные механизмы систем автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 27

1. (10 баллов) Компенсационный метод измерения (на примере электрических измерений).
2. (15 баллов) Определение устойчивости систем автоматического регулирования с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.
3. (15 баллов) Пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 28

1. (15 баллов) Измерение температуры с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар).
2. (15 баллов) Статические звенья нулевого и первого порядка, их характеристики, примеры.
3. (10 баллов) Классификация и особенности законов регулирования.

БИЛЕТ № 29

1. (15 баллов) Погрешности измерения температуры контактным и бесконтактным методами.
2. (10 баллов) Изменение свойств динамического звена с помощью обратной связи (примеры).
3. (15 баллов) Регулирование с предварением (ПД и ПИД законы регулирования).

БИЛЕТ № 30

1. (15 баллов) Пневматические измерительные преобразователи и пневматические системы передачи информации на расстояние.
2. (10 баллов) Идеальное интегрирующее звено: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (15 баллов) Регулирующие органы САР: конструкция, характеристики, свойства.

БИЛЕТ № 31

1. (15 баллов) Статические и динамические свойства средств измерения и других элементов САР, их влияние на качество регулирования.
2. (10 баллов) Исполнительные устройства САР.
3. (15 баллов) Пропорциональный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 32

1. (15 баллов) Погрешности измерений.
2. (15 баллов) Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (10 баллов) Одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 33

1. (10 баллов) Основные методы измерения: их особенности, достоинства, недостатки, примеры.
2. (15 баллов) Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
3. (15 баллов) Определение параметров настройки регулятора с помощью частотного критерия устойчивости Найквиста.

БИЛЕТ № 34

1. (15 баллов) Структурные схемы цифрового измерительного устройства и измерительного канала информационно-измерительной системы.
2. (15 баллов) Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
3. (10 баллов) Релейное регулирование: основные свойства, характеристики, примеры.

БИЛЕТ № 35

1. (15 баллов) Регулирование расхода.
2. (15 баллов) Предельное усиление регулятора и обеспечение запаса устойчивости.
3. (10 баллов) Термометры излучения.

БИЛЕТ № 36

1. (10 баллов) Регулирование устройств для перемещения жидкостей и газов.
2. (15 баллов) Статические свойства измерительных приборов.
3. (15 баллов) Пропорциональный и пропорционально-дифференциальный законы регулирования: уравнения, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 37

1. (15 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей. Расходомеры переменного и постоянного перепада давления.
2. (15 баллов) Пропорционально-интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (10 баллов) Регулирование уровня.

БИЛЕТ № 38

1. (15 баллов) Термокондуктометрический и термохимический газоанализаторы.
2. (15 баллов) Устойчивость систем автоматического регулирования.
3. (10 баллов) Регулирование давления.

БИЛЕТ № 39

1. (15 баллов) Электрические и пневматические измерительные преобразователи, работающие по методу компенсации усилий.
2. (10 баллов) Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
3. (15 баллов) Регулирование температуры.

БИЛЕТ № 40

1. (15 баллов) Измерение температуры бесконтактным методом.
2. (15 баллов) Статические, нейтральные и неустойчивые объекты регулирования.
3. (10 баллов) Регулирование pH.

БИЛЕТ № 41

1. (10 баллов) Дифференцирующие звенья: уравнение, характеристики, основные свойства.
2. (15 баллов) Объекты регулирования с сосредоточенными параметрами и с распределёнными параметрами. Особенности регулирования объектов с распределёнными параметрами.
3. (15 баллов) Регулирование параметров состава и качества.

БИЛЕТ № 42

1. (15 баллов) Термоэлектрические термометры.
2. (15 баллов) Получение временных характеристик объекта экспериментально и из его дифференциального уравнения, их использование.
3. (10 баллов) Регулирование типовых тепловых процессов.

БИЛЕТ № 43

1. (15 баллов) Передаточные функции. Их получение и использование.
2. (10 баллов) Регулирование массообменных процессов.
3. (15 баллов) Измерение расхода газов и жидкостей. Электромагнитный, вихревой, ультразвуковой и кориолисов расходомеры.

БИЛЕТ № 44

1. (15 баллов) Управление ректификационной установкой.
2. (15 баллов) Частотные характеристики звеньев.
3. (10 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.

БИЛЕТ № 45

1. (10 баллов) Измерение электрического напряжения как носителя информации о состоянии химико-технологического процесса.
2. (15 баллов) Управление процессами в химических реакторах.
3. (15 баллов) Выбор закона действия и параметров настройки регулятора в зависимости от свойств объекта регулирования.

БИЛЕТ № 46

1. (10 баллов) Особенности регулирования расхода.
2. (15 баллов) Передаточные функции типовых комбинаций звеньев.
3. (15 баллов) Интегральный закон регулирования: уравнение, характеристики, основные свойства.

БИЛЕТ № 47

1. (15 баллов) Регулирование объектов с запаздыванием.
2. (10 баллов) Функциональная структура системы автоматического регулирования.
3. (15 баллов) Частотная передаточная функция. Применение, примеры.

БИЛЕТ № 48

1. (15 баллов) Измерительные преобразователи: тензометрические, ёмкостные, индуктивные.
2. (15 баллов) Использование преобразования Лапласа при рассмотрении систем автоматического регулирования (примеры).
3. (10 баллов) Критерии (показатели) качества регулирования.

БИЛЕТ № 49

1. (10 баллов) Газоанализаторы инфракрасного поглощения.
2. (15 баллов) Статические звенья второго порядка: уравнение, характеристики, основные свойства.
3. (15 баллов) Динамические свойства средств измерительной техники.

БИЛЕТ № 50

1. (10 баллов) Классификация приборов для измерения температуры.
2. (15 баллов) Особенности регулирования температуры.
3. (15 баллов) Устойчивость систем автоматического регулирования.

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

ОПК-4.6, ОПК-4.10, ОПК-4.13, ОПК-4.15.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***»:

к.т.н., доцент кафедры ОХТ	С.Е. Золотухин	_____
ассистент кафедры ОХТ	А.И. Дубко	_____
ст. преподаватель кафедры ОХТ	О.Ю. Сальникова	_____

Фонд оценочных средств по дисциплине «***Системы управления химико-технологическими процессами***» одобрен на заседании кафедры ***Общей химической технологии***, протокол № 8 от «23» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой ***Общей химической технологии***

д.т.н., профессор	В.Н. Грунский	_____

Согласовано:

Профессор кафедры ***Кибернетики химико-технологических процессов***

д.т.н., профессор	Т.В. Савицкая	_____

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «*Системы управления химико-технологическими процессами*»

направления подготовки
18.03.01 Химическая технология

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета ЦиТХИн

_____ / _____С.П. Дударов_____
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование химико-технологических процессов
(Моделирование химико-технологических процессов)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль (магистерская программа, специализация):
все профили направления
(наименование профиля подготовки (магистерская программа, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

1.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

1.3 Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Для студентов, обучающихся без использования дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося в ***бакалавриате*** направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «***Моделирование химико-технологических процессов***» включает 3 раздела в 6 или 7 семестре, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольной работы оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «***Моделирование химико-технологических процессов***» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 16 ч. в 6 или 7 семестре. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 6 или 7 семестре. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. На выполнение каждой работы отводится примерно 3-4 часа в зависимости от трудоемкости.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента ***бакалавриата*** в области моделирования химико-технологических процессов, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов я, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

– сочетание в работе, с одной стороны, изученных в дисциплине «***Моделирование химико-технологических процессов***» теоретических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области информационных технологий;

– творческий аналитический подход к полученным в лабораторной работе результатам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Работа над подготовкой в лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – раздаточным материалом, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета, базами данных. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума в 6-7 семестре составляет 60 баллов и входит в 100 баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Совокупная оценка текущей работы студента ***бакалавриата*** в 6-7 семестре складывается из оценок за выполнение лабораторного практикума (максимальная оценка 60 баллов). Максимальная оценка текущей работы в 6 или 7 семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1-3 происходит в 6 или 7 семестре и заканчивается контролем его освоения в форме лабораторного практикума (максимальная оценка 12 баллов за каждую лабораторную работу и ***зачета с оценкой*** (максимальная оценка – 40 баллов).

2.2. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

3.1. Для преподавателей, реализующих образовательные программы без использования дистанционных образовательных технологий

Дисциплина «***Моделирование химико-технологических процессов***» изучается в 6-7 семестре.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в ***бакалавриата***, имеют общую подготовку по общенаучным, общеинженерным дисциплинам и основным профессиональным дисциплинам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом ***бакалавриата***, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен опираться на полученные знания и быть ориентирован их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов может быть организовано как в виде традиционных практических занятий, так и научной дискуссии, которая помогает приобрести навыки и умения обосновывать круг рассматриваемых вопросов, формулировать главные положения, определения и практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться взаимосвязь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «***Моделирование химико-технологических процессов***», является формирование у студентов компетенций в области моделирования химико-технологических процессов. При выборе материала для занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных и отечественных научно-исследовательских центров, научно-производственных фирм и предприятий, использовать их научные, информационные и рекламные материалы и проводить их сравнительный анализ.

Необходимой компонентой практических и лабораторных занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой каталоги фирм и предприятий с описанием основного вида и характеристик изделий из них. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам проработку дополнительной литературы по тематике занятия, организуя ее обсуждение на практических занятиях, формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

При проведении лабораторного практикума преподавателю основное внимание следует уделять формированию у студентов умения активно использовать полученные знания по дисциплине «***Моделирование химико-технологических процессов***» при подготовке, проведении и защите лабораторных работ.

3.2. Для преподавателей, реализующих образовательные программы с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует рабочей программе дисциплины п. 2.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых

технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов и учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; лабораторные работы, проводимые полностью или частично с применением ЭО и ДОТ; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; онлайн консультации по курсовому проектированию; самостоятельная работа и т.д.

При реализации дисциплины в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается) и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;
- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР);
- учебные курсы, интегрированные в LMS Moodle, контактные часы по которым могут быть исключены, изучаются обучающимися самостоятельно при минимальном участии преподавателя (консультации в режиме форума или в режиме вебинара).

Разработчики методических указаний по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»:

д.т.н., профессор	Т.Н. Гартман	_____
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	(по дпись)

к.т.н.	А.В. Панкрушина
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)

Методические указания по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» одобрены на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования, протокол № 10 от «18» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования

д.т.н., профессор	Т.Н. Гартман
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Моделирование химико-технологических процессов»
направления подготовки (специальности)
18.03.01 Химическая технология
код и наименование направления подготовки (специальности)

все программы направления
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «___»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета ЦиТХИн

_____ / ___С.П. Дударов_____
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование химико-технологических процессов
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль (магистерская программа, специализация):
все профили направления
(наименование профиля подготовки (магистерская программа, специализации))

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: __бакалавр_____

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

– *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;

– *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;

– *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «**Моделирование химико-технологических процессов**» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, ООП и рабочей программой дисциплины «**Моделирование химико-технологических процессов**».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежат ежегодному пересмотру и обновлению.

2. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Входной контроль по дисциплине не предусмотрен.

3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2. Описание фонда оценочных средств

3.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– *полнота* и *глубин*а ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала;

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2. Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Количество лабораторных работ – 5

Для текущего контроля предусмотрено 5 лабораторных работ. Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 12 баллов за каждую.

Темы лабораторных работ:

а) Лабораторная работа № 1 – Моделирование простой гидравлической системы в стационарном режиме;

б) Лабораторная работа № 2 – Моделирование простой гидравлической системы в динамическом режиме;

в) Лабораторная работа № 3 – Обработка результатов пассивного эксперимента;

г) Лабораторная работа № 4 – Обработка результатов активного эксперимента;

д) Лабораторная работа № 5 – Моделирование химических реакторов.

Раздел 1. Примеры вопросов к лабораторной работе № 1 и №2.

1. Чем отличаются эмпирические модели от физико-химических моделей?
2. Чем отличается активный эксперимент от пассивного? Почему методология активного эксперимента может применяться для решения задач оптимизации технологических процессов?
3. Какими уравнениями описываются результаты активного эксперимента?
4. Какими уравнениями описываются результаты пассивного эксперимента?
5. Опишите методологию регрессионного анализа для построения эмпирических математических моделей химических процессов.
6. Как выбирается вид эмпирических моделей – линейных и нелинейных?
7. Дайте определение понятиям ковариации и коэффициента корреляции. Что они характеризуют? Как оценить коэффициент корреляции для простейшей линейной модели?
8. Применение методов наименьших квадратов для оценки параметров функций распределений случайных величин.
9. Как определяются коэффициенты регрессии для линейных по параметрам моделей?
10. Как определяются коэффициенты регрессии для нелинейных по параметрам моделей?
11. Опишите процедуру выбора критерия аппроксимации опытных данных и решение задачи определения коэффициентов регрессии для линейных по параметрам моделей методом наименьших квадратов для общего случая.
12. Дайте характеристику следующим матрицам, используемым при параметрической идентификации линейных и линеаризованных эмпирических моделей:
    a. матрице, зависящей от независимых переменных (факторов) и вида аппроксимирующих функций;
    b. информационной матрице;
    c. корреляционной матрице
13. Как определить значимость коэффициентов регрессии с использованием *t*-критерия Стьюдента? Опишите процедуру отсеивания незначимых коэффициентов в пассивном эксперименте.
14. Перечислите основные допущения регрессионного анализа экспериментальных данных.
15. Этапы регрессионного анализа.
16. Как строится матрица дисперсий-ковариаций и рассчитываются её элементы в пассивном эксперименте?
17. Остаточная дисперсия, дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Что они характеризуют?
18. Как установить адекватность уравнения регрессии с помощью критерия Фишера?
19. Как установить адекватность уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов?
20. Основные отличия активного и пассивного эксперимента. Как проводится полный

факторный эксперимент (ПФЭ) и обрабатываются его результаты?
21. Как осуществляется ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП) экспериментов и проводится обработка его результатов?
22. Опишите процедуру экспериментально-статистического метода оптимизации Бокса-Вильсона.

Раздел 2. Примеры вопросов к лабораторной работе № 3 и №4.
1. Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
2. Как описывается движение потока жидкости через клапан?
3. Математическая модель простой гидравлической системы (стационарный и динамический режимы). Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
4. Математическое описание гомогенной многостадийной многокомпонентной химической реакции. Закон действующих масс. Матрица стехиометрических коэффициентов. Выражения для скоростей реакций по всем компонентам. Определение ключевых компонентов сложной химической реакции с применением понятия ранга матрицы стехиометрических коэффициентов. Определение скорости выделения или поглощений тепла в сложной химической реакции.
5. Математическая модель стационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Изотермический, адиабатический и политропический режимы. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
6. Математическая модель нестационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета. Периодический, полупериодический, изотермический, адиабатический и политропический режимы.
7. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известным механизмом её протекания и с прямоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
8. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известной кинетической схемой и с противоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
9. Математическое описание стационарного процесса многокомпонентной массопередачи на произвольной терелке ректификационной колонны. Матрицы коэффициентов массопередачи с перекрёстными эффектами и вектор движущих сил процесса разделения. Эффективность процесса ректификации по каждому компоненту и зависимость от различных режимных, конструкционных и физико-химических параметров разделяемой смеси.
10. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне.
11. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в насадочной колонне.
12. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне.

Раздел 3. Примеры вопросов к лабораторной работе № 5
1. Постановка задач оптимизации при проектировании и управлении хи-мическими производствами. Необходимые условия решения задач оптимизации с ограничениями первого рода. Принципы решения многокритериальных задач оптимизации. Проблема глобального экстремума. Постановка задачи нелинейного программирования с

ограничениями перового рода и второго рода.
2. Постановка задач нелинейного программирования. Ограничения 1-го и 2-го рода. Метод штрафных функций. Проблема многокритериальности целевой функции. Алгоритмы решения задачи с многоэкстремальными целевыми функциями. Алгоритмы решение задачи с овражными целевыми функциями, имеющими прямолинейный и криволинейный характер.
3. Определение оптимального времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой.
4. Определение оптимального времени пребывания в периодическом реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
5. Определение оптимальной температуры в реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
6. Анализ экономических критерев оптимальности. Вывод соотношений связывающих себестоимость, прибыль и норму прибыли в общем случае.
7. Для реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость целевого продукта, исчисляемую с учетом затрат на сырье, амортизацию реактора и амортизационной стоимости дополнительного оборудования.
8. Для обратимой реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать стоимость потерь сырья и катализатора.
9. Для параллельной реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость одного из продуктов, исчисляемую с учетом затрат на сырье и амортизацию реактора.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения: ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.14; ОПК-4.16; ОПК-5.3; ОПК-5.5; ОПК-5.6

3.2.1.1. Задания (вопросы) для оценки сформированности компетенций и индикаторов их достижения

Задания закрытого типа:

ОПК-4.1; Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

1. Локальная интенсивность источника компонента за счёт массопередачи является …
a) Объёмной интенсивностью источников элементарного процесса;
b) Поверхностной интенсивностью источников элементарного процесса;
c) Источником ограничений на конструкционные параметры аппаратов;

2. Число ключевых компонентов химической реакции…
a) Равно рангу матрицы стехиометрических коэффициентов
b) Равно количеству продуктов реакции
c) Равно числу строк матрицы стехиометрических коэффициентов реакции
d) Равно числу столбцов матрицы стехиометрических коэффициентов реакции
e) Равно количеству исходных компонентов

3. Выберите правильное уравнение для скорости стадии химической реакции:

a) $g_i^M = \sum_{j=1}^{m} K_{ij}^M (x_j^* - x_j)$ b) $g_i^R = \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} r_j$

c) $G_i^R = V^R \cdot g_i^R$ d) $G_i^M = F^M \cdot g_i^M$

e) $r_j = k_j \prod_{i=1}^{n} x_{ij}^{\chi_{ij}}$

4. Какое из уравнений является микрокинетическим:

a) $\Delta q^R = \sum_{j=1}^{m} \left|\alpha_{p_j}\right| \left(-\Delta H_{p_j}\right) \cdot r_j$

b) $v^{(0)} C_p^{(0)} T^{(0)} - v C_p T + V_R \Delta q^R + F^T \Delta q^T = 0$

c) $\Delta q^T = k^T (T_1 - T_2)$

5. Выберите правильное уравнение для локальной интенсивности источника компонента за счёт массопередачи:

a) $g_i^R = \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} r_j$ b) $G_i^M = F^M \cdot g_i^M$

c) $G_i^R = V^R \cdot g_i^R$ d) $r_j = k_j \prod_{i=1}^{n} x_{ij}^{\chi_{ij}}$

e) $g_i^M = \sum_{j=1}^{m} K_{ij}^M (x_j^* - x_j)$

6. Ключевые компоненты – это…

a) Продукты целевой химической реакции;

b) Компоненты, взятые в недостатке;

c) Компоненты, задание которых однозначно характеризует состояние процесса, сопровождаемого химической реакцией в любой момент времени;

d) Компоненты, взятые в избытке.

ОПК-4.2; Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов.

7. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП уравнения материальных балансов потоков ХТС должны быть дополнены:

a) Интенсивностями источников вещества;

b) Интенсивностями источников тепла;

c) Интенсивностями источников вещества и тепла;

d) Интенсивностями источников тепла негидродинамической природы

8. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП следующие уравнения НЕ включаются в уравнения математического описания модели:

a) Уравнение теплового баланса;

b) Уравнение баланса импульса;

c) Уравнение покомпонентных балансов;

d) Уравнение общего материального баланса;

e) Уравнения баланса скоростей

9. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП уравнения, входящие в систему уравнений математического описания химических реакторов:

a) Уравнения покомпонентных балансов;
b) Уравнение Шрёдингера;
c) Уравнение общего материального баланса;
d) Уравнения тепловых балансов;

10. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП используются следующие простые модели для описания движения потоков в аппаратах химических производств:
a) Модель массового обслуживания;
b) Модель идеального смешения;
c) Модель идеально вытеснения;
d) Однопараметрическая диффузионная модель;

11. Какое утверждение верно (выберите 3 правильных ответа)
a) Физико-химическая модель ХТП может быть применена для прогнозирования поведения промышленных производств в достаточно широких диапазонах изменения параметров, выходящих за рамки проведения эксперимента;
b) Учитывает закономерность протекания ХТП;
b) В основе построения физико-химической модели используются уравнения теории процесса;
d) Не учитывает закономерность протекания ХТП;

12. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП уравнения, входящие в систему уравнений математического описания ректификационных колонн:
a) Уравнения покомпонентных балансов;
b) Уравнение Тафеля;
c) Уравнения для равновесных составов паровых фаз;
d) Уравнения тепловых балансов;

13. В соответствии с принципами построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП уравнения, входящие в систему уравнений математического описания абсорбционных колонн:
a) Уравнения покомпонентных балансов;
b) Уравнение Нернста;
c) Уравнения Генри;
d) Уравнение для расчёта локальной скорости абсорбции;

14. Микрокинетическими уравнениями НЕ являются:
a) $\Delta q^T = \kappa^T (T_2 - T_1)$
b) $g_i^R = \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} r_j \quad (i = 1,2,.....n)$
c) $\mathrm{Re} = \frac{wd\rho}{\mu}$
d) $g_i^M = \sum_{j=1}^{m} K_{ij}^M (x_j^* - x_j)$
15. Какие алгоритмы являются численными алгоритмам, используемыми для построения физико-химических моделей ХТП:
a) Алгоритмы решения систем линейных алгебраических и систем нелинейных уравнений;

b) Алгоритмы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений;
c) Алгоритмы решения систем дифференциальных уравнений в частных производных;
d) Алгоритм приготовления раствора.

ОПК-4.3; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.
16. Оптимизирующей переменной процесса не может быть
a) продукт
b) температура теплоносителя
c) температура реагента
d) расход теплоносителя
e) расход реагента

ОПК-4.4; Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства.
17. Уровень ХТС:
a) микроуровень иерархии химического производства
b) уровень химического производства
c) уровень компании или объединения
d) макроуровень иерархии химического производства
e) уровень предприятия

18. Расчёт скорости химической реакции по компоненту – это пример расчёта на
a) микроуровне химического производства
b) уровне компании или объединения
c) уровне предприятия
d) макроуровне иерархии химического производства

19. Сколько целесообразно выделять уровней иерархии химической промышленности?
a) 2
b) 4
c) 6
d) 8
e) 5

20. Расчёт локальной интенсивности источника тепла за счёт теплопередачи – пример расчёта на
a) уровне предприятия
b) уровне компании или объединения
c) микроуровне иерархии химического производства
d) макроуровне иерархии химического производства
e) уровне химического производства

21. Какие принципы входят в принципы системного анализа химико-технологических процессов:
a) Комплексность
b) Иерархическая соподчинённость
c) Независимость
d) Иерархичность

ОПК-4.5; Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.

22. Часть системы начальных условий $T(0) = T^{(0)}; T_T(0) = T_T^{(0)}$ задана для решения системы уравнений математического описания …

a) стационарного режима трубчатого реактора с противоточным режимом движения теплоносителя

b) стационарного режима трубчатого реактора с прямоточным режимом движения теплоносителя

c) трубчатого теплообменника – противоток

d) трубчатого теплообменника – прямоток

e) Нет правильного ответа.

ОПК-4.7; Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.

23. Выберите правильное уравнение для локальной интенсивности источника компонента за счёт химической реакции:

a) $g_i^R = \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} r_j$ b) $r_j = k_j \prod_{i=1}^{n} x_{ij}^{\chi_{ij}}$

c) $G_i^R = V^R \cdot g_i^R$ d) $G_i^M = F^M \cdot g_i^M$

e) $g_i^M = \sum_{j=1}^{m} K_{ij}^M (x_j^* - x_j)$

24. Реакция $2A \longrightarrow 3G \longrightarrow P$ является…

a) Двухстадийной, трёхкомпонентной, три ключевых компонента

b) Одностадийной, трёхкомпонентной, один ключевой компонент

c) Двухстадийной, трёхкомпонентной, два ключевых компонента

d) Трёхстадийной, трёхкомпонентной, два ключевых компонента

e) Двухстадийной, пятикомпонентной, два ключевых компонента

ОПК-4.8; Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

25. Уравнение $\frac{d(V_R x_i)}{dt} = -v x_i + V_R \cdot g_i^R$ описывает:

a) Полупериодический процесс

b) Непрерывный стационарный процесс

c) Непрерывный динамический процесс

d) Процесс массопередачи

e) Периодический процесс

26. Необходимо определить критерий эффективности ХТС и выходные параметры процесса при известных технологических параметрах аппаратов, т.е. решить задачу

a) автоматизации химико-технологической системы

b) оптимизации химико-технологической системы

c) синтеза химико-технологической системы

d) идентификации химико-технологической системы

e) анализа химико-технологической системы

ОПК-4.9; Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

27. Выберите правильное уравнение покомпонентного баланса статической модели объекта с сосредоточенными параметрами:

a) $v^{(0)}x_i^{(0)} - vx_i + G_i^{\Sigma} = 0$ b) $\frac{d\left(V^R x_i\right)}{dt} = v^{(0)}x_i^{(0)} - vx_i + G_i^{\Sigma}$ c) $\frac{\partial\left(V^R x_i\right)}{L\cdot\partial t} = -\frac{\partial\left(vx_i\right)}{\partial\ell} + G_{i(\ell)}^{\Sigma}$

d) $\frac{dV^R}{dt} = v^{(0)} - v + \sum_{i=1}^{n} G_i^{\Sigma}$

e) $\frac{d\left(v\cdot x_i\right)}{d\ell} = G_{i(\ell)}^{\Sigma}$

28. Микрокинетическими уравнениями являются:

a) $\Delta q^R = \sum_{j=1}^{m}\left|\alpha_{p_j}\right|\left(-\Delta H_{p_j}\right)\cdot r_j$

b) $g_i^R = \sum_{j=1}^{m}\alpha_{ij}r_j \quad (i = 1,2,.....n)$

c) $r_j = k_j\prod_{i=1}^{n}x_{ij}^{\chi_{ij}}$

d) $g_i^M = \sum_{j=1}^{m}K_{ij}^M(x_j^* - x_j)$

ОПК-4.10; Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.

29. Реализация на компьютере модели стационарного режима теплопередачи в теплообменнике при условии, что движение одного потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального смешения, а другого - моделью идеального вытеснения сводится к решению:

a) Задачи нахождения экстремума функции двух переменных

b) Краевой задачи

c) Системы конечных (линейных или нелинейных) уравнений

d) Нет правильного ответа

30. Какое утверждение верно?

a) Математическая модель будет адекватна реальному объекту, если имеется качественное и количественное соответствие математической модели реальному объекту;

b) Математическая модель – реализованный на компьютере алгоритм решения системы уравнений математического описания;

c) Эмпирическая модель ХТП может быть применена для прогнозирования поведения промышленных производств в достаточно широких диапазонах изменения параметров, выходящих за рамки проведения эксперимента;

d) Адекватность модели – соответствие модели реальному объекту;

ОПК-4.11; Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.

31. В допущения при проведении регрессионного анализа НЕ входит:
a) результаты наблюдений выходной переменной являются нормально распределенными случайными величинами;
b) результаты наблюдений выходной переменной представляют равновероятностно распределенные случайные величины;
c) входные переменные являются детерминированными величинами;
d) однородность выборочных дисперсий.

ОПК-4.12; Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.
32. Число степеней свободы системы уравнений математического описания определяется как разность…
a) Числа входных переменных и числа выходных переменных
b) Числа экспериментальных данных пассивного эксперимента и числа экспериментальных данных активного эксперимента
c) Числа переменных и числа независимых уравнений
d) Числа выходных переменных и числа входных переменных
e) Числа независимых уравнений и числа переменных

ОПК-4.14; Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.
33. Краевая задача:
a) Получает частные решения, когда дополнительные условия заданы при различных значениях независимой переменной
b) Получает частные решения, когда дополнительные условия заданы при одном значении независимой переменной
c) Не имеет частного решения

34. Уравнение $v^{(0)}C_p^{(0)}T^{(0)} - vC_pT + V_R\Delta q^R + F^T\Delta q^T = 0$ описывает:
a) Общий баланс массы в реакторе
b) Покомпонентный баланс потока в реакторе
c) Тепловой баланс основного потока в реакторе
d) Баланс массы для потока теплоносителя
e) Тепловой баланс для потока теплоносителя

ОПК-5.3; Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.
35. Математическая модель будет адекватна реальному объекту, если
a) имеется количественное соответствие математической модели реальному объекту
b) имеется качественное или количественное соответствие математической модели реальному объекту
c) имеется качественное и количественное соответствие математической модели реальному объекту
d) имеется качественное соответствие математической модели реальному объекту
36. Для установления адекватности математической модели реальному объекту нужны только…
a) значения критерия рассогласования
b) алгоритмы решения системы уравнений математического описания
c) экспериментальные данные
d) значения коэффициентов уравнений математического описания

e) данные расчётов по уравнениям математического описания

ОПК-5.5; Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.

37. Какие уравнения следует исключать из системы уравнений математического описания ХТП?
a) Уравнения с совпадающими размерностями левой и правой частей;
b) Зависимые уравнения;
c) Уравнения ограничений на конструкционные параметры аппаратов;
d) Уравнения для констант скоростей реакций

38. При выводе матричной формулы МНК используется:
a) линейный критерий рассогласования;
b) квадратичный критерий рассогласования;
c) Модульный критерий рассогласования
d) нет правильного ответа.

39. Свойство ротатабельности характеризует
a) Матрицу планирования ПФЭ
b) Свойства матрицы планирования ОЦКП
c) Равную предсказательную способность кодированного уравнения регрессии первого порядка на одинаковом расстоянии от центра плана
d) Нет правильного ответа

40. Критерий Стьюдента рассчитывается:
a) $\mathrm{Re} = \dfrac{wd\rho}{\mu}$
b) $t_j = \dfrac{\hat{a} - m_{a_j}}{\hat{\sigma}_{a_j}}$
c) $F^{\text{расч}} = \dfrac{S_{ad}^2}{S_e^2}$
d) $n = 2^m$

41. В этапы регрессионного анализа входит:
a) Определение коэффициентов уравнения регрессии;
b) Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии;
c) Проверка адекватности уравнения регрессии;
d) Выбор вида уравнения регрессии

ОПК-5.6; Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

42. Уравнения $\dfrac{dT_1}{d\ell} = \dfrac{F^T}{Lv_1C_{P_1}}\Delta q^T$, $\dfrac{dT_2}{d\ell} = -\dfrac{F^T}{Lv_2C_{P_2}}\Delta q^T$ входят в систему уравнений математического описания процесса в:
a) аппарате воздушного охлаждения
b) змеевиковом теплообменнике
c) теплообменнике типа смешение-смешение
d) противоточном теплообменнике «труба в трубе»
e) прямоточном теплообменнике «труба в трубе»

43. Регрессионный и корреляционный анализ проводится по результатам обработки данных пассивных или активных экспериментов для
a) построения физико-химических блочно-структурных моделей ХТП;
b) построения фундаментальных комбинированных моделей ХТП;
c) построения вероятностно-статистической модели;
d) нет правильного ответа.

44. Свойством матрицы планирования при обработке результатов ПФЭ не является:
a) Эвклидова норма матрицы планирования равна 1
b) Ортогональности
c) Сумма элементов всех столбцов матрицы кроме первого (точнее нулевого) равна нулю
d) Нормировки

45. При обработке результатов ОЦКП корреляционная матрица:
a) Недиагональная
b) Диагональная
c) Единичная
d) Нулевая

46. Какие из нижеперечисленных утверждений верны? Для метода наименьших квадратов справедливы следующие высказывания:
a) Используется кубический критерий рассогласования;
b) В уравнение для расчёта критерия входят расчётные и экспериментальные данные;
c) Используется квадратичный критерий рассогласования;
d) Метод наименьших квадратов используется для поиска минимума критерия рассогласования расчётных и экспериментальных данных;

47. При обработке результатов активного эксперимента уравнения, описывающие зависимости выходных переменных и входных имеют следующий вид:
a) $\hat{y}^{\mathrm{I}} = a_0 + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j + \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{u=2}^{m} a_{ju} x_j x_u, \quad u > j$
b) $\mathrm{Re} = \dfrac{wd\rho}{\mu}$
c) $\hat{y}^{\mathrm{II}} = a_0 + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j + \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{u=2}^{m} a_{ju} x_j x_u + \sum_{j=1}^{m} a_{jj} x_j^2 \quad (u > j)$
d) $\hat{y}^{\mathrm{I}} = a_0 + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j$

48. К достоинствам активного эксперимента относится:
a) Возможность предсказания количества проводимых опытов;
b) В каких точках факторного пространства необходимо проводить опыты;
c) Уравнение модели ХТП, полученное на основе обработки данных активного эксперимента может быть применено для прогнозирования поведения промышленных производств в достаточно широких диапазонах изменения параметров, выходящих за рамки проведения эксперимента;
d) Решение задачи поиска оптимальных параметров процесса с использованием метода Бокса-Вильсона;

49. Какие из нижеперечисленных утверждений верны? При обработке результатов активного эксперимента:

a) Диагональная корреляционная матрица;

b) Нулевая корреляционная матрица;

c) Диагональная информационная матрица;

d) Матрица планирования эксперимента симметрична, ортогональна и нормирована;

50. Необходимо определить физико-химические способы получения продуктов, а также выходные параметры процесса, т.е. решить задачу

a) анализа химико-технологической системы

b) автоматизации химико-технологической системы

c) оптимизации химико-технологической системы

d) идентификации химико-технологической системы

e) синтеза химико-технологической системы

Задания открытого типа:

ОПК-4.1; Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

1. Молекулярность химической реакции – это число молекул, участвующих в **элементарном акте** химической реакции

2. Порядок химической реакции – это **суммарный** показатель при концентрациях реагирующих веществ

3. Признаки простой химической реакции: необратимость и **одностадийность**

ОПК-4.2; Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов.

4. Модель – это условный образ объекта исследования, конструируемый исследователем так, чтобы отобразить **характеристики**, существенные для исследования

5. Моделирование – это исследование объекта на его **модели.**

ОПК-4.3; Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.

6. Адекватность модели – это **соответствие** модели моделируемому объекту: качественное (тенденции изменения переменных в модели и в объекте одинаковы) и количественное (соответствие результатов расчётов экспериментальным данным

7. Входные переменные – это переменные, которые влияют на **состояние** процесса, и, в общем случае, определяют его **состояние**

8. Управляющие переменные – это переменные, которые могут быть **измерены** и на которые имеется возможность **воздействовать,** чтобы изменить в соответствии с теми или иными требованиями.

9 Выходные переменные – это переменные, которые характеризуют состояние процесса и зависят от **входных данных.**

10. Расчётный модуль – это реализованный в программном комплексе **вычислительный алгоритм,** предназначенный для расчёта различных ХТП

ОПК-4.4; Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства.

11. Химико-технологический процесс – это **последовательность** химических и физико-химических процессов целенаправленной переработки исходных веществ в продукты.

12. Химическое производство – это **совокупность** процессов переработки сырья в нужные

продукты, осуществляемая в предназначенных для этого аппаратах

ОПК-4.5; Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.

13. Условия близости оптимума в факторном пространстве

$$t_j^{расч.} = \frac{\left| y_c^{э*} - \tilde{a}_0 \right|}{S_e} \geq t_{\beta(f_e)}^{табл.}$$

14. Общее число опытов Ортогонального Центрального Композиционного Плана (ОЦКП):

$N = 2^m + 2m + n_c$

15. При обработке результатов ОЦКП величина звёздного плеча рассчитывается

$$\alpha = \sqrt{\frac{n}{2}\left[\sqrt{\frac{N}{n}} - 1\right]}$$

16. При обработке результатов ОЦКП величина, обеспечивающая свойство ортогональности матрицы планирования

$$S = \sqrt{\frac{n}{N}}$$

17. При обработке результатов ОЦКП общее число коэффициентов уравнения регрессии рассчитывается по формуле:

Ответ:

$$p = \frac{(m+1)(m+2)}{2}$$

ОПК-4.7; Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.

18. Локальная скорость химической реакции по каждому компоненту – вектор скоростей химической реакции по каждому компоненту определяется по уравнению:

$$g_i^R = \sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} r_j \quad (i = 1,...,n)$$

19. Локальная скорость выделения или поглощения теплоты в химической реакции определяется по уравнению:

$$\Delta q^R = \sum_{j=1}^{m} \left|\alpha_{pj}\right| \left(-\Delta H_{pj}^R\right) \cdot r_j$$

20. Скорость элементарной стадии химической реакции определяется по уравнению (реакция считается простой, молекулярность и порядок совпадают):

$$r_j = k_j \prod_{i=1}^{n} x_{ij}^{\chi_{ij}} \qquad j = 1,...,m$$

ОПК-4.8; Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

21. Структурная идентификация – это определение **вида** уравнения математического описания, описывающих реальный процесс.
22. Параметрическая идентификация – определение **коэффициентов (параметров)** уравнений математического описания.
23. Коэффициент эффективности химического производства – это некоторый количественный показатель, по которому оценивается **степени приспособленности** химико-технологических систем к выполнению поставленных целей функционирования

ОПК-4.9; Умет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

24. Для построения математических моделей процессов в гомогенных химических реакторах с участием n компонентов в m стадийной химической реакции на микрокинетическом уровне необходимо решить *две задачи*: определить локальную скорость химической реакции по каждому компоненту – вектор скоростей химической реакции по каждому компоненту и определить локальную скорость выделения или **поглощения теплоты** в химической реакции

ОПК-4.10; Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.

25. Процедура решения задачи идентификации математического описания объекта моделирования – это поиск наиболее подходящего вида системы уравнений **математического описания** и коэффициентов (параметров) этих уравнений

ОПК-4.11; Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.

26. Синтез химико-технологической системы (ХТС) – это **операция создания** ХТС для производства заданной химической продукции с учётом определённых требований к функционированию ХТС, а также различных физико-химических и технологических ограничений на их выполнение.

ОПК-4.12; Владеет методами технологических расчетов отдельных узлов химического оборудования.

27. Три оптимальных свойства, которыми обладает матрица планирования при обработке результатов активного эксперимента - симметричность, **ортогональность** и нормировка.
28. Свойства ротатабельности – характеризует **равную** предсказательную способность уравнения регрессии с кодированными факторами на одинаковом расстоянии от центра плана
29. Расчёт координаты экстремальной точки с использованием уравнения **второго** порядка производится исходя из необходимого условия экстремума функции многих переменных.

ОПК-4.14; Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов.

30. Уравнение, описывающее температурную зависимость константы скорости химической реакции:

$$k = A \cdot \exp\left(-E_A / RT\right);$$

ОПК-4.16; Владеет пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.

31. Математичское ожидание – характеризует **центр рассеивания** случайной величины
32. Дисперсия характеризует – **разброс** случайной величины относительно центра рассеивания (математического ожидания)

33. Ковариация – это мера **линейной** зависимости двух случайных величин
34. Остаточная дисперсия – характеризует **погрешность** и эксперимента, и модели
35. Дисперсия воспроизводимости – характеризует погрешность **эксперимента**
36. Дисперсия адекватности – характеризует погрешность **модели**

ОПК-5.3; Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных.

37. Линейное уравнение регрессии – $\hat{y}^{\mathrm{I}} = a_0 + \underline{a_1 x}$

38. Параболическое уравнение регрессии – $\hat{y}^{\mathrm{II}} = a_0 + a_1 x + \underline{a_2 x^2}$

39. Кубическое уравнение регрессии – $\hat{y}^{\mathrm{II}} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \underline{a_3 x^3}$

40. Множественное уравнение регрессии – $\hat{y} = a_0 + \underline{a_1 x_1} + a_2 x_2$

ОПК-5.5; Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.

41. Критерий рассогласования расчётных и экспериментальных данных при нахождении коэффициентов уравнения регрессии Методом Наименьших Квадратов (МНК)

$$Cr = \sum_{i=0}^{n} (\underline{y_i^{расч}} - y_i^{эксп})^2$$

42. Параметры линейных и линеаризованных (относительно коэффициентов) моделей определяются по матричной формуле МНК

$$\hat{\bar{a}} = \left(\overline{\overline{\Phi}}^T \overline{\overline{\Phi}} \right)^{-1} \underline{\overline{\overline{\Phi}}^T} \, \bar{y}^э$$

43. Для определения коэффициентов уравнения регрессии Методом Наименьших Квадратов (МНК) необходимо, чтобы критерий МНК стал **наименьшим.**
44. Для нахождения параметров нелинейных относительно коэффициентов моделей задача сводится к реализации одного из алгоритмов многомерной оптимизации для поиска **минимума** критерия МНК
45. Для нахождения параметров линейных относительно коэффициентов моделей задача сводится к решению системы **линейных алгебраических уравнений** исходя из необходимого условия экстремума функции многих переменных (критерия МНК).

ОПК-5.6; Владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

46. Регрессионный анализ состоит из 3 этапов – **определение** коэффициентов уравнения регрессии, **оценка значимости** коэффициентов уравнения регрессии, **проверка адекватности** уравнения регрессии
47. Условие незначимости коэффициента уравнения регрессии:

$$t_j^{расч.} = \frac{|\hat{a}_j|}{S_e \sqrt{C_{jj}}} \underline{\leq} t_{\beta(f_e)}^{табл.}$$

48. Условие адекватности уравнения регрессии:

$$F^{расч.} = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2} \underline{\leq} F_{\beta(f_{ad}, f_e)}^{табл.}$$

49. Уравнение регрессии, описывающее данные активного эксперимента, вдали от экстремального значения выходной переменной:

$$\hat{y}^{\mathrm{I}} = \underline{a_0} + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j + \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{u=2}^{m} a_{ju} x_j x_u, \quad u > j$$

50. Уравнение регрессии, описывающее данные активного эксперимента, вблизи экстремального значения выходной переменной:

$$\hat{y}^{\text{II}} = a_0 + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j + \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{u=2}^{m} a_{ju} x_j x_u + \underline{\sum_{j=1}^{m} a_{jj} x_j^2} \quad (u > j)$$

51. Общее число опытов полного факторного эксперимента (ПФЭ):

$$n = \underline{2}^m$$

3.2.3. Рекомендации по оцениванию реферата

Не предусмотрено.

4. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

4.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «**Моделирование химико-технологических процессов**» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине в 1 семестре является *экзамен*

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов *к экзамену* по дисциплине.

4.2. Оценивание обучающегося *на экзамене*

Оценка экзамена, зачета с оценкой	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, ….
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине
«удовлетвори-тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой, …
«неудовле-творительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения

Оценка экзамена, зачета с оценкой	Требования к знаниям
	практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

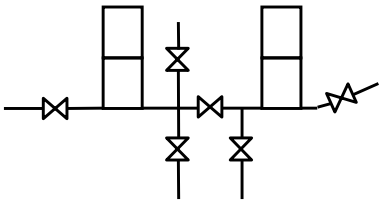
Билет на зачет с оценкой включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 4 вопроса.
1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 10 баллов, вопрос 4 – 10 баллов.

1. Понятия модель и моделирование. Физическое и математическое моделирование.
2. Что надо понимать под компьютерной моделью реального процесса и компьютерным моделированием?
3. Этапы построения компьютерной модели ХТП.
4. Почему при построении алгоритмов решения задач рекомендуется использовать метод математической декомпозиции?
5. Анализ параметрической чувствительности и расчётные исследования. С какой целью проводятся и как строятся его статические и динамические характеристики?
6. С какой целью и как проводится анализ системы уравнений математического описания?
7. Как определяется число степеней свободы системы уравнений математического описания?
8. Как выбираются переменные (определяемые переменные) относительно которых будет решаться система уравнений математического описания?
9. Чем отличаются эмпирические модели от физико-химических моделей?
10. Чем отличается активный эксперимент от пассивного? Почему методология активного эксперимента может применяться для решения задач оптимизации технологических процессов?
11. Какими уравнениями описываются результаты активного эксперимента?
12. Какими уравнениями описываются результаты пассивного эксперимента?
13. Опишите методологию регрессионного анализа для построения эмпирических математических моделей химических процессов.
14. Как выбирается вид эмпирических моделей – линейных и нелинейных?
15. Дайте определение понятиям ковариации и коэффициента корреляции. Что они характеризуют? Как оценить коэффициент корреляции для простейшей линейной модели?
16. Применение методов наименьших квадратов для оценки параметров функций распределений случайных величин.
17. Как определяются коэффициенты регрессии для линейных по параметрам моделей?
18. Как определяются коэффициенты регрессии для нелинейных по параметрам моделей?
19. Опишите процедуру выбора критерия аппроксимации опытных данных и решение задачи определения коэффициентов регрессии для линейных по параметрам моделей методом наименьших квадратов для общего случая.
20. Дайте характеристику следующим матрицам, используемым при параметрической идентификации линейных и линеаризованных эмпирических моделей:
    a. матрице, зависящей от независимых переменных (факторов) и вида аппроксимирующих функций;
    b. информационной матрице;
    c. корреляционной матрице
21. Как определить значимость коэффициентов регрессии с использованием *t*-критерия

Стьюдента? Опишите процедуру отсеивания незначимых коэффициентов в пассивном эксперименте.
22. Перечислите основные допущения регрессионного анализа экспериментальных данных.
23. Этапы регрессионного анализа.
24. Как строится матрица дисперсий-ковариаций и рассчитываются её элементы в пассивном эксперименте?
25. Остаточная дисперсия, дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Что они характеризуют?
26. Как установить адекватность уравнения регрессии с помощью критерия Фишера?
27. Как установить адекватность уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов?
28. Основные отличия активного и пассивного эксперимента. Как проводится полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обрабатываются его результаты?
29. Как осуществляется ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП) экспериментов и проводится обработка его результатов?
30. Опишите процедуру экспериментально-статистического метода оптимизации Бокса-Вильсона.
31. Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
32. Как описывается движение потока жидкости через клапан?
33. Математическая модель простой гидравлической системы (стационарный и динамический режимы). Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
34. Математическое описание гомогенной многостадийной многокомпонентной химической реакции. Закон действующих масс. Матрица стехиометрических коэффициентов. Выражения для скоростей реакций по всем компонентам. Определение ключевых компонентов сложной химической реакции с применением понятия ранга матрицы стехиометрических коэффициентов. Определение скорости выделения или поглощений тепла в сложной химической реакции.
35. Математическая модель стационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Изотермический, адиабатический и политропический режимы. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета.
36. Математическая модель нестационарного режима в реакторе с мешалкой и рубашкой с произвольной схемой реакции. Математическое описание процесса, информационная матрица системы уравнений математического описания, блок-схема алгоритма расчета. Периодический, полупериодический, изотермический, адиабатический и политропический режимы.
37. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известным механизмом её протекания и с прямоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
38. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса в трубчатом реакторе с известной кинетической схемой и с противоточным движением теплоносителя в режиме идеального вытеснения.
39. Математическое описание стационарного процесса многокомпо-нентной массопередачи на произвольной терелке ректификационной колонны. Матрицы коэффициентов массопередачи с перекрёстными эффектами и вектор движущих сил процесса разделения. Эффективность процесса ректификации по каждому компоненту и зависимость от различных режимных, конструкционных и физико-химических параметров разделяемой смеси.
40. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса

многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне.
41. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной ректификации в насадочной колонне.
42. Математическое описание и алгоритм расчёта стационарного процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне.
43. Постановка задач оптимизации при проектировании и управлении химическими производствами. Необходимые условия решения задач оптимизации с ограничениями первого рода. Принципы решения многокритериальных задач оптимизации. Проблема глобального экстремума. Постановка задачи нелинейного программирования с ограничениями перового рода и второго рода.
44. Постановка задач нелинейного программирования. Ограничения 1-го и 2-го рода. Метод штрафных функций. Проблема многокритериальности целевой функции. Алгоритмы решения задачи с многоэкстремальными целевыми функциями. Алгоритмы решение задачи с овражными целевыми функциями, имеющими прямолинейный и криволинейный характер.
45. Определение оптимального времени пребывания в непрерывном реакторе с мешалкой.
46. Определение оптимального времени пребывания в периодическом реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
47. Определение оптимальной температуры в реакторе с мешалкой с применением критерия выхода целевого продукта.
49. Анализ экономических критерев оптимальности. Вывод соотношений связывающих себестоимость, прибыль и норму прибыли в общем случае.
50. Для реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость целевого продукта, исчисляемую с учетом затрат на сырье, амортизацию реактора и амортизационной стоимости дополнительного оборудования.
51. Для обратимой реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать стоимость потерь сырья и катализатора.
52. Для параллельной реакции первого порядка, протекающей в изотермическом реакторе с мешалкой, минимизировать себестоимость одного из продуктов, исчисляемую с учетом затрат на сырье и амортизацию реактора.

БИЛЕТ 1



1. Для простой гидравлической системы построить:
- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: $A+2B \rightarrow C$

$2C+D \leftrightarrow E$

3. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*p*) с помощью функции: $K = 10^{A+BT+Cp+DT\sqrt{p}}$
Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и

алгоритмический подходы для получения решения.

БИЛЕТ 2

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии k, a, b, c для уравнения, связывающего абсолютную вязкость (η) с плотностью (ρ) и температурой (T) с помощью функции:

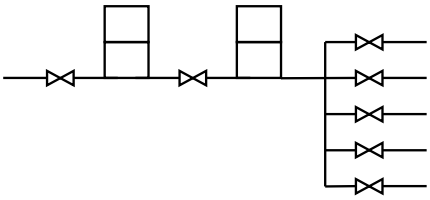
$$h = r^k \exp(a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^3})$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: 2A↔C+D

2D→E

3. Для простой гидравлической системы построить:



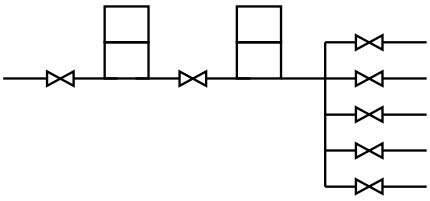
- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

БИЛЕТ 3

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (p) с помощью функции: $K = 10^{A+BT+Cp+DTp}$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:

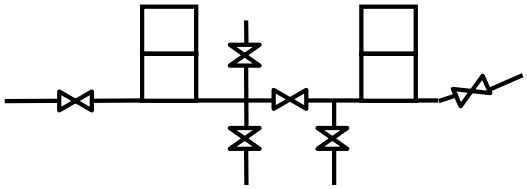


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A+B↔C+2D**

БИЛЕТ 4

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения

жидкости в нестационарном режиме;

- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*P*) с помощью функции:

$$K = A + BT + CT^2 + D\sqrt[3]{P}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции:A+B+E→C+D

2D↔F

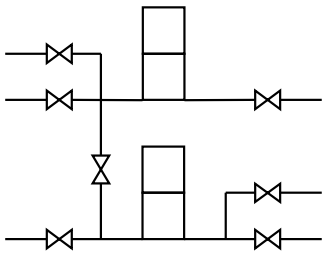
БИЛЕТ 5

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*P*) с помощью функции:

$$K = A + BT + CT^2 + D\lg P$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A↔B+C**

БИЛЕТ 6

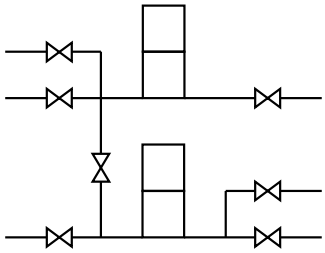
1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, *D* и *E* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с

температурой (T) и давлением (P) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+\frac{D}{T^3}+E\sqrt{P}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

2. Для простой гидравлической системы построить:



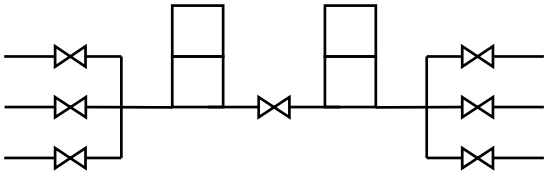
- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: $A+2B \leftrightarrow C$

$2C \rightarrow D$

БИЛЕТ 7

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C, D и E в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (P) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+\frac{D}{T^3}+EP^2}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: $2A \rightarrow B \rightarrow 2C$

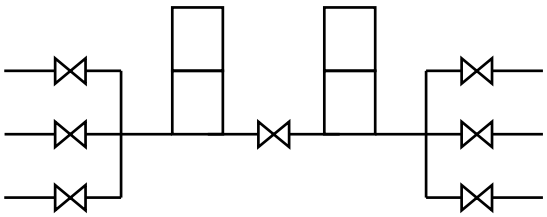
БИЛЕТ 8

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии k_1, k_2 для уравнения, связывающего линейную скорость газа в барботажном слое (ω) с давлением (P) с помощью функции:

$$\omega = \frac{k_1 P}{k_2 + P}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A→3B→2C**.

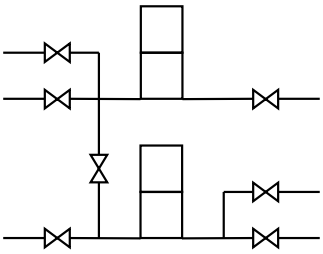
БИЛЕТ 9

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии (α, β_1, β_2) для уравнения, связывающего выходную переменную (y) с факторами (x_1 и x_2) с помощью функции:

$$y = \alpha x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:

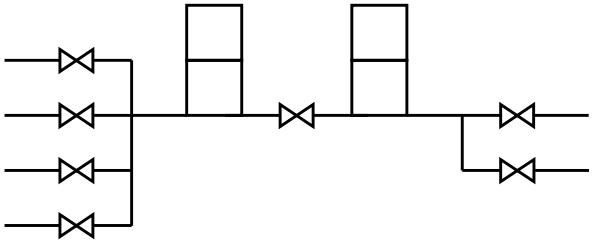


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: A↔B+C

БИЛЕТ 10

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*p*) с помощью функции:

$$K = \exp(A + BT + Cp + Dp\lg(T))$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания.

Кинетическая схема реакции: $3A \rightarrow B$

$2C \rightarrow B$

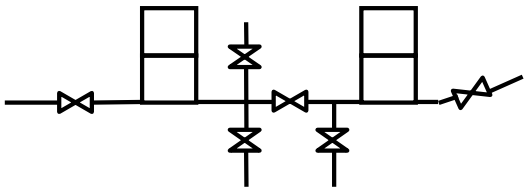
БИЛЕТ 11

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (p) с помощью функции:

$$K = \exp(A + BT + Cp + D\sqrt[3]{T}\sqrt{p})$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания процесса.
Кинетическая схема реакции: **A→3B→C**

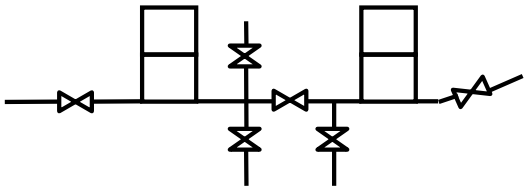
БИЛЕТ 12

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, E для уравнения Аррениуса, связывающего константу скорости реакции (k) с температурой (T) с помощью функции:

$$k = A\exp(-\frac{E}{RT})$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:

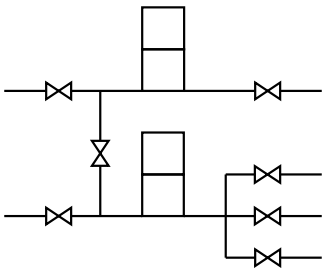


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: 2A→B→2C.

БИЛЕТ 13

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A* и *B* уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с температурой (*T*) с помощью функции:

$$P = 10^{A+\frac{B}{\sqrt{T}}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: 2A →B

2B →C

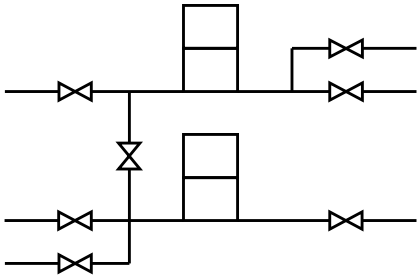
БИЛЕТ 14

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии (β_1, β_2) для уравнения, связывающего выходную переменную (*y*) с фактором (*x*) с помощью функции:

$$y = \beta_1 e^{\beta_2 x}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+B↔C+2D**

БИЛЕТ 15

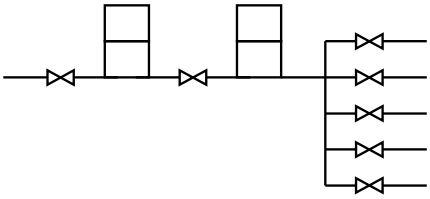
1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A* и *B*

уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = 10^{A+\frac{B}{T}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:

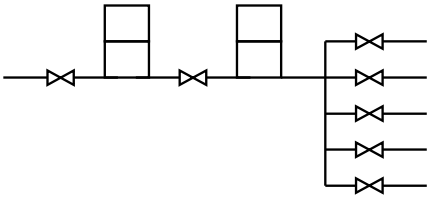


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: A→3B↔C.

БИЛЕТ 16

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = 10^{A+\frac{B}{T}+C\ell nT+D\sqrt[3]{T}}$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции:

A↔B
B↔C

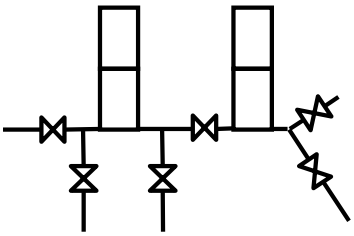
БИЛЕТ 17

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B и C в уравнении Кирхгофа, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = \exp(A + \frac{B}{T} + C\ell nT)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;

- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A→3B↔C**.

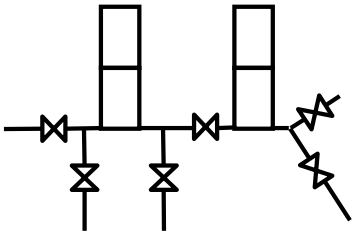
БИЛЕТ 18

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D в уравнении Миллера, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = \exp(A + \frac{B}{T} + CT + DT^3)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;

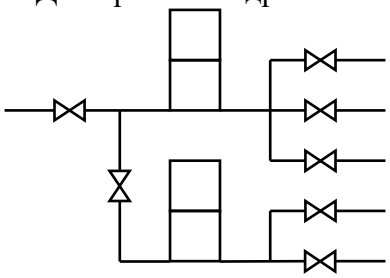
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции:A+B→C+D

C+B→E+D

БИЛЕТ 19

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B* уравнения, связывающего константу скорости реакции (*k*) с температурой (*T*) с помощью функции:

$$k = 5^{A+\frac{B}{T}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции:A↔2B

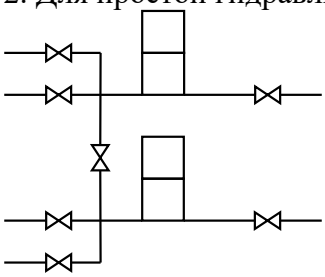
B→C

БИЛЕТ 20

1.Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с температурой (*T*) с помощью функции: $P = 10^{A+\frac{B}{T}+C\ell nT+DT^6}$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A↔B+C**

БИЛЕТ 21

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B* и *C* в уравнении Кирхгофа, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с температурой (*T*) с помощью функции: $P = \exp(A + \frac{B}{T} + C\ell nT)$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, *D* и *E* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) с помощью функции:

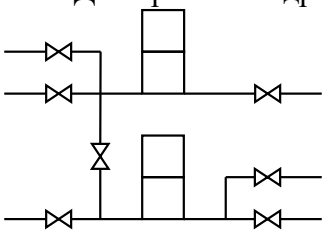
$$K = 10^{A+BT+CT^2+DT^3+E\ln(T)}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: A+B→C
A+C→D

БИЛЕТ 22

1. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*p*) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+C\sqrt[3]{p}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

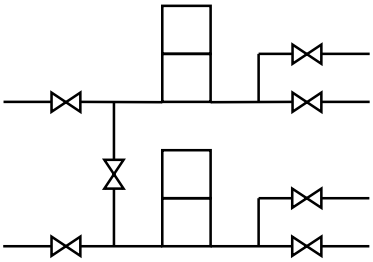
3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+B↔C+2D**

БИЛЕТ 23

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B* уравнения, связывающего константу скорости реакции (*k*) с температурой (*T*) с помощью функции: $k = 10^{A+\frac{B}{T}}$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики. Привести графическое изображение алгоритма поверочного расчета нестационарного режима гидравлической

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **3A→B→2C**

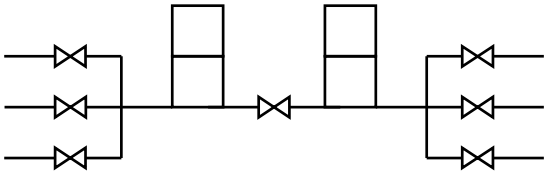
БИЛЕТ 24

1. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в модифицированном уравнении Риделя, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с температурой (*T*) с помощью функции:

$$P = \exp(A + \frac{B}{T} + CT + D\ell nT)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

2. . Для простой гидравлической системы построить:

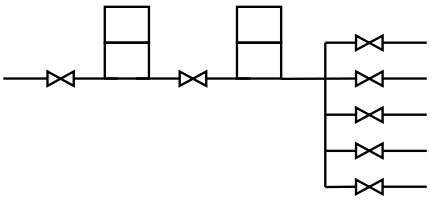


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: A↔3B→C

БИЛЕТ 25

1. Для простой гидравлической системы построить:



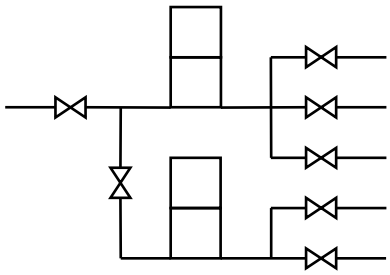
- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*p*) с помощью функции: $K = 10^{A + BT + Cp + D\ln(T)\sqrt[3]{p}}$
Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания процесса. Кинетическая схема реакции: **A→3B→C**

БИЛЕТ 26

1. Основная цель моделирования химико-технологических процессов. Физическое и математическое моделирование: получение статических и динамических характеристик объекта моделирования. Блок-схема построения компьютерной модели с пояснением каждого функционального блока.
2. Для простой гидравлической системы построить:



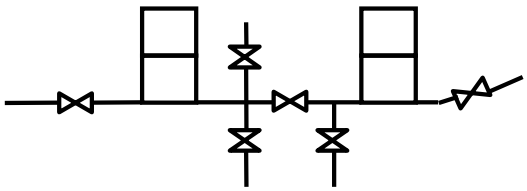
- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A↔B+C**

БИЛЕТ 27

1. Пассивный лабораторный эксперимент и пассивный промышленный эксперимент. Построить таблицу пассивного эксперимента для построения эмпирической математической модели. Дать определение регрессионной модели. Линейная и нелинейная регрессия. Условия применимости регрессионного анализа и этапы регрессионного анализа. Структурная и параметрическая идентификация регрессионных моделей. Вывод матричной формулы для определения коэффициентов линейных и линеаризованных регрессионных моделей при обработке результатов пассивного эксперимента. Чем отличается применение выведенной формулы для линейных и линеаризованных моделей: привести примеры для линейной и линеаризованной модели?

2. Для простой гидравлической системы построить:



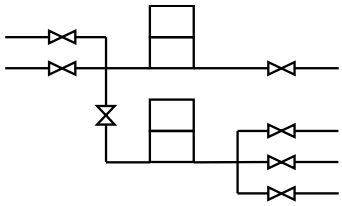
- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A↔3B→C**

БИЛЕТ 28

1. Нормальное распределение вектора наблюдений выходной (зависимой) переменной процесса при обработке результатов пассивных экспериментов. Числовые характеристики нормально-распределенных случайных величин: математическое ожидание, дисперсия и средне-квадратичное отклонение (стандарт). Вывод формул для определения дисперсий и ковариаций (корреляционных моментов) для линейных и линеаризованных регрессионных моделей при обработке результатов пассивных экспериментов.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A→3B↔C**.

БИЛЕТ 29

1. Коэффициент эффективности химического производства. Применение компьютерных моделей для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем.

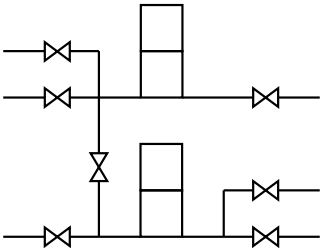
2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C, D и E

в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+DT^3+ET^6}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Для простой гидравлической системы построить:

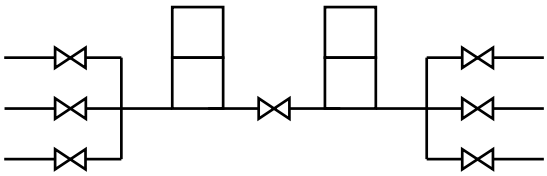


- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

БИЛЕТ 30

1. Вывод формул для определения коэффициентов регрессионных моделей с бинарным взаимодействием факторов при обработке результатов ОЦКП. Постройте соответствующую матрицу планирования ОЦКП эксперимента для 2 факторов. Как определяется экстремум функции отклика в этом случае?

2. Для простой гидравлической системы построить:



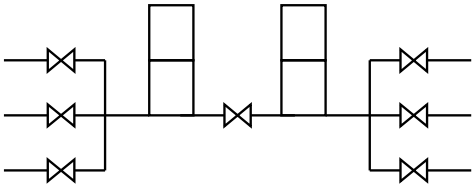
- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиковым нагревателем (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: 2A→B→2C

БИЛЕТ 31

1. Оценка незначимости коэффициентов регрессии при обработке результатов ортогонального центрального композиционного плана эксперимента – ОЦКП. Как исключаются один и несколько незначимых коэффициентов регрессии при обработке результатов активного эксперимента? По результатам каких экспериментов определяются дисперсии адекватности и воспроизводимости для определения адекватности модели в этом случае?

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;

• Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

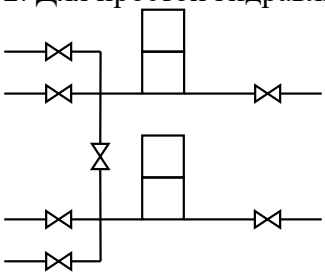
3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A→B**

A+B ↔C

БИЛЕТ 32

1. Экспериментально-статистический метод Бокса-Вильсона для оптимизации экспериментов. Блок-схема алгоритма метода Бокса-Вильсона. Определение оптимального значения функции отклика и условие завершения экспериментов.

2. Для простой гидравлической системы построить:

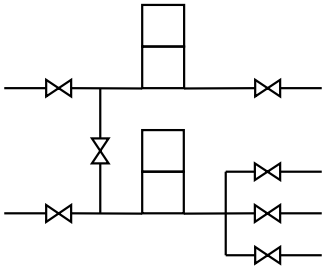


• Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
• Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
• Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+B→C+D**

БИЛЕТ 33

1. Понятие адекватности регрессионных моделей – качественное и количественное. Критерии количественной оценки адекватности моделей, в том числе с применением F-распределения Фишера.



2. Для простой гидравлической системы построить:

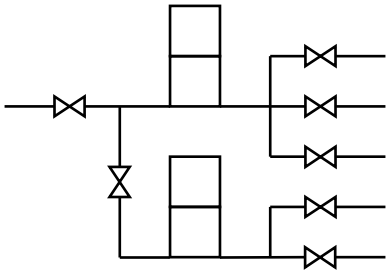
• Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
• Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
• Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: A↔3B→C

БИЛЕТ 34

1. Вывод формул для определения величины звездного плеча и коэффициента S, обеспечивающих ортогональность матрицы планирования при обработке результатов ортогонального центрального композиционного плана эксперимента – ОЦКП.

2. Для простой гидравлической системы построить:



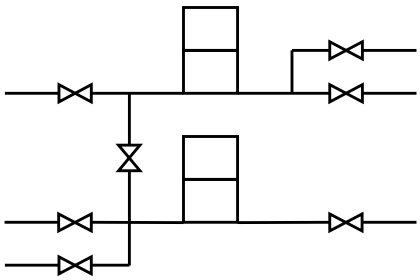
- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+B→2C**

БИЛЕТ 35

1. Понятие «почти стационарной области» в факторном пространстве. Уравнение регрессии, описывающей эту область для двух факторов с учетом взаимодействия факторов. Общее число опытов для определения коэффициентов этого уравнения. Опыты в звездных точках факторного пространства и в центре плана. Построить ортогональный центральный композиционный план эксперимента – ОЦКП и дать графическую интерпретацию расположения опытов в факторном пространстве. Приведите формулы кодирования факторов. Оптимальные свойства матрицы планирования при проведении экспериментов ОЦКП и за счет чего можно обеспечить свойство ортогональности матрицы планирования в этом случае?

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+2B↔C**

2C→D

БИЛЕТ 36

1. Свойство ротатабельности моделей, полученных в результате обработки результатов ПФЭ типа 2^m (m – число факторов), и определение направления градиента в факторном пространстве, с учетом которого следует выбирать новую область для проведения серии опытов ПФЭ. Статистический критерий близости оптимального значения функции отклика.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с

температурой (T) с помощью функции:

$$P = 10^{A+\frac{B}{T}+C\ell nT+DT^3}$$

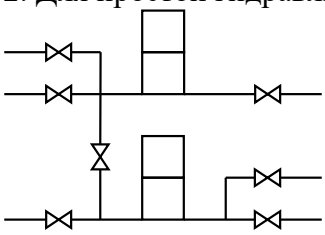
Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A → C+D**
2D→E

БИЛЕТ 37

1. Определение значимости коэффициентов регрессии при обработке результатов ПФЭ с применением t-распределения Стьюдента и процедура исключения незначимых коэффициентов. Понятие адекватности регрессионных моделей – количественная оценка адекватности моделей с применением F-распределения Фишера.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A→3B→2C**.

БИЛЕТ 38

1. Особенности активного эксперимента и оптимизация экспериментов. Отличие активного эксперимента от пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов Полный факторный эксперимент (ПФЭ), формулы кодирования факторов и графическое представление опытов в факторном пространстве. Уравнения регрессии для 2-х и 3-х факторов с двойным (бинарным) взаимодействием факторов. Построить матрицу планирования экспериментов для 2-х и 3-х факторов. Оптимальные свойства матрицы планирования ПФЭ – симметричности, ортогональности и нормировки. Вывод формул для определения коэффициентов регрессионных моделей при обработке результатов полного факторного эксперимента – ПФЭ типа 2^m (m – число факторов)

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B и C уравнения, связывающего константу скорости реакции (k) с температурой (T) с помощью функции:

$$k = 10^{A+\frac{B}{T}+CT^3}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A→3B↔C**

БИЛЕТ 39

1. Определение значимости коэффициентов регрессии при обработке результатов пассивных экспериментов с применением t-распределения Стьюдента и процедура исключения незначимых коэффициентов.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, *D* и *E* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+DT^3+ET^4}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

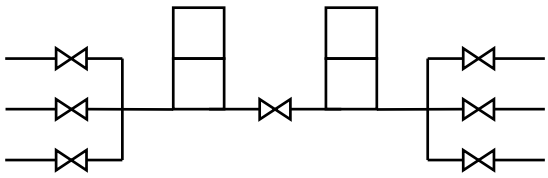
3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A →B**

2B →C

БИЛЕТ 40

1. Оценки дисперсий – остаточной, воспроизводимости и адекватности при обработке результатов пассивных экспериментов при различном числе параллельных опытов. Коэффициент корреляции и его оценка для двух случайных величин. Графическое представление поля корреляции.

2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A+B↔C+2D**

БИЛЕТ 41

1. Принципы системного анализа химико-технологических процессов. Химико-технологическая система. Физико-химическая система. Уровни иерархии химических производств.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*p*) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+C\sqrt{p}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания процесса.
Кинетическая схема реакции: 2**A→3B→C**

БИЛЕТ 42

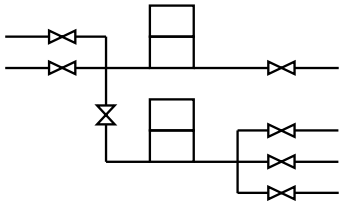
1. Последовательные этапы при построении физико-химической и эмпирической моделей. Прямая и обратная задачи при компьютерном моделировании на примере построения математической модели теплообменника.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C*, и *D* в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (*K*) с температурой (*T*) и давлением (*P*) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+D\sqrt[3]{P}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в нестационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

БИЛЕТ 43

1. Оптимизация процессов с использованием математических моделей. Графическое изображение задачи для случая с одной и двумя оптимизируемыми переменными. Нелинейное программирование. Применение компьютерных моделей химических процессов для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем.
2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* в

уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (P) с помощью функции:

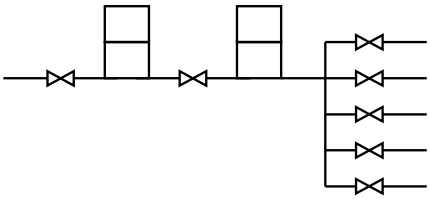
$$K = 10^{A+BT+\frac{C}{T^3}+DP}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A+B↔C+2D**

БИЛЕТ 44

1. Применение компьютерных моделей для анализа ХТС.
2. Для простой гидравлической системы построить:

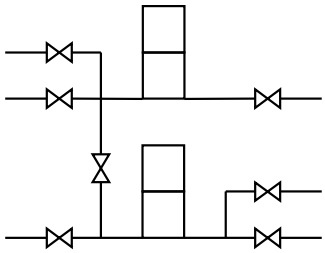


- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и змеевиком-подогревателем (движение потока теплоносителя может быть представлено моделью идеального вытеснения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A↔B+C**

БИЛЕТ 45

1. Применение компьютерных моделей для оптимизации ХТС.
2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном изотермический реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A↔3B→C**

БИЛЕТ 46

1. Применение компьютерных моделей для синтеза ХТС.
2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C и D в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (P) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+\frac{C}{T^3}+DP+T\ln(P)}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном политропическом реакторе идеального смешения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **2A→B→2C**

БИЛЕТ 47

1. Физическое и математическое моделирование.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, B, C, D и E в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) и давлением (P) с помощью функции:

$$K = 10^{A+BT+CT^2+\frac{D}{T^3}+E\sqrt{P}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном адиабатическом реакторе идеального вытеснения и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: **A↔3B→C**

БИЛЕТ 48

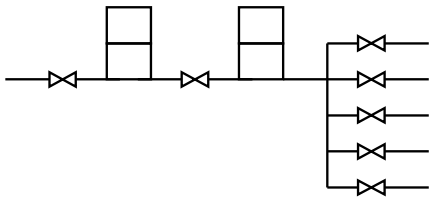
1. Типы химических реакторов. Модели для описания потоков в химических реакторах.

2. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии k_1, k_2 для уравнения, связывающего линейную скорость газа в барботажном слое (ω) с давлением (P) с помощью функции:

$$\omega = \frac{k_1 P}{k_2 + P}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

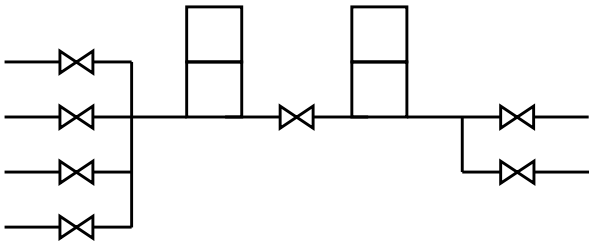
3. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

БИЛЕТ 49

1. Способы организации процессов в химических реакторах.
2. Для простой гидравлической системы построить:



- Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;
- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

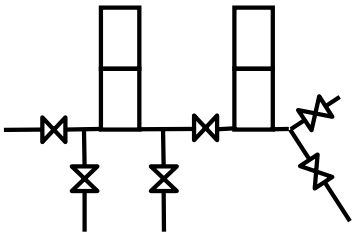
3. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии *A*, *B*, *C* и *D* уравнения, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (*P*) с температурой (*T*) с помощью функции:

$$P = 10^{A+\frac{B}{T}+C\sqrt[3]{T}+D\sqrt{T}}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

БИЛЕТ 50

1. Типы теплообменников. Математическое моделирование процесса в теплообменнике «труба в трубе».
2. Для простой гидравлической системы построить:



Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном режиме;

- Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
- Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики

3. Построить математическое описание стационарного режима процесса в гомогенном жидкофазном реакторе с мешалкой и внешней рубашкой (движение потока теплоносителя в рубашке может быть представлено моделью идеального смешения) и информационную матрицу для решения системы уравнений математического описания. Кинетическая схема реакции: 2A→B→2C

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Универсальные и общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:
ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.14; ОПК-4.16; ОПК-5.3; ОПК-5.5; ОПК-5.6

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине «**Моделирование химико-технологических процессов**»:

д.т.н., проф.	Т.Н. Гартман	
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	(подпись)
к.т.н.	Ф.С. Советин	
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)	

Фонд оценочных средств по дисциплине «**Моделирование химико-технологических процессов**» одобрены на заседании кафедры информатики и компьютерного проектирования, протокол № 10 от «18» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой информатики и компьютерного проектирования

д.т.н., проф.	Т.Н. Гартман
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)

Согласован:

Заведующий кафедрой кибернетики химико-технологических процессов

д.т.н., проф.	М.Б. Глебов
(ученая степень, ученое звание)	(И.О. Фамилия)

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»
направления подготовки (специальности)

18.03.01 Химическая технология

код и наименование направления подготовки (специальности)

все профили направления

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Форма обучения: очная

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
Гуманитарного

_____ / Н.С. Ефимова
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Физическая культура и спорт
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль подготовки
«Технология неорганических веществ»
(Наименование профиля подготовки)

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: Бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине ***«Физическая культура и спорт»*** включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», ООП и рабочей программой дисциплины ***«Физическая культура и спорт»***.

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ имени Д.И. Менделеева.

ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2. МАТРИЦА КОМПЕТЕНТНОСТНЫХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции (или индикаторы их достижения)**	**Фонд оценочных средств**
Предмет «Физическая культура и спорт». История ФКиС	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень вопросов для текущего контроля. Перечень контрольных тестовых заданий
Основы здорового образа жизни (ЗОЖ)	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень вопросов для текущего контроля. Перечень контрольных тестовых заданий
Биологические основы физической культуры и спорта	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень вопросов для текущего контроля. Перечень контрольных тестовых заданий
Профессионально-прикладная Физическая культура и спорт	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень вопросов для текущего контроля. Перечень контрольных тестовых заданий

3. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Цель входного контроля – не предусмотрен

4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

4.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

4.2. Описание фонда оценочных средств

Рабочей программой дисциплины предусмотрено выполнение двух тестовых заданий по разделам 1 и 2, и по разделам 3 и 4, состоящих из 10 вопросов каждый. Индивидуальная научно-исследовательская работа (тематическое исследование).

4.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

Тестовые задания по курсу проводятся в первом и четвертом семестрах. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл. Максимальная оценка за каждое задание составляет 10 баллов. Тестовые задания выполняются на практических занятиях.

«Отлично» – 10 баллов

«Хорошо» – от 9 до 8 баллов

«Удовлетворительно» – от 7 до 5 баллов

«Неудовлетворительно» – менее 5 баллов

Индивидуальная научно-исследовательская работа (тематическое исследование) выполняется в первом и четвертом семестрах обучения в рамках практических занятий. Максимальная оценка составляет 44 балла.

4.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого практического занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям (освоенным разделам) предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе).

– *полнота* и *глубина* ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.).

– *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала).

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией).

– *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять

наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

– использование дополнительного материала.

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Основное отделение

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

- полностью освоил все часы (регулярно посещает все практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине ***«Физическая культура и спорт»;***

- выполняет контрольные тестовые задания;

- принимает участие в тематических конференциях по «Физической культуре и спорту», зарабатывая премиальные (дополнительные) баллы;

- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

- излагает материал последовательно и правильно;

- на практических занятиях умеет составлять комплекс упражнений по общей физической подготовке, объясняет и показывает упражнения, владеет терминологией; подбор упражнений соотнесен с предстоящей основной деятельностью на занятии, а в основу предложенного комплекса положены нестандартные идеи;

- владеет техникой выполнения упражнений;

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет;

- освоил все часы (регулярно посещает все практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине «Физическая культура и спорт»;

- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные, но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет;

- излагает материал с некоторыми ошибками, которые сам же и исправляет, но достаточно последовательно и правильно;

- на практических занятиях умеет составлять комплекс упражнений по общей физической подготовке, подбор упражнений соотнесен с предстоящей основной деятельностью на занятии, обучающийся объясняет и показывает упражнения (с незначительной корректировкой со стороны преподавателя), владеет терминологией, комплекс составлен по аналогии с предложенным образцом;

- владеет техникой выполнения упражнений в выбранном виде спорта;

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил.

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры.

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки;

- выполняет контрольные тесты;

- на практических занятиях имеет незначительное представление о том, как составлять комплекс упражнений по общей физической подготовке, упражнения подобранны в логической последовательности «от простого к сложному», отсутствует четкая взаимосвязь с основной частью занятия, обучающийся объясняет и демонстрирует упражнения при помощи преподавателя;

- освоил все часы (не регулярно посещает практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ, по дисциплине «Физическая культура и спорт».

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Не освоил часы (не посещает практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине «Физическая культура и спорт»; не сдает контрольные тесты, нет логической последовательности в подборе упражнений, обучающийся не владеет специальной терминологией; низкое качество демонстрации упражнений.

Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

4.2.2. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

по дисциплине

«Физическая культура и спорт»

1 курс, I семестр (осенний)

Месяц	**Методико-практические занятия (контактная работа)**		**Лекции**		**Текущий контроль**	
	Освоенные часы (практ. занятия)	***баллы***	***Освоенные часы***	***баллы***	***Вид контроля***	***баллы***
Сентябрь	8 часов (4занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	-	-
Октябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Декабрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	*тематическо-исследовательская работа (ТИР)**	44 балла
Всего в семестре	**32 часа** (16 занятий)	**32 балла**	**4часа** (2 занятия)	**4 балла**	**64 балла**	
ИТОГО	**36** часов / **100 баллов**					

2 курс, IV семестр (весенний)

(Группа здоровья основная, специальная)

Месяц	**Методико-практические занятия (контактная работа)**		**Лекции**		**Текущий контроль**	
	Освоенные часы (практ. занятия)	***баллы***	***Освоенные часы***	***баллы***	***Вид контроля***	***баллы***
Февраль	8 часов (4занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	-	-
Март	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Апрель	8 часов (4 занятия)	8 баллов	2 часа (1занятие)	2 балла	Тестовое тематическое задание	10 баллов
Май	8 часов (4 занятия)	8 баллов	-	-	*тематическо-исследовательская работа (ТИР)**	44 балла

Всего в семестре	**32 часа** (16 занятий)	**32 балла**	**4часа** (2 занятия)	**4 балла**	**64 балла**
ИТОГО	**36** часов / **100 баллов**				

4.2.3. Задания (контрольные тесты) для текущего контроля усвоения материалы на методико-практических занятиях

Контрольные тесты по общей физической подготовке выполняются обучающимися на практических занятиях.

Общая физическая подготовка

1. Что понимается под тестированием уровня физической подготовленности?
А) измерение показателей роста и веса
Б) измерение показателей деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем
В) измерение уровня развития основных физических качеств
Г) успехи на соревнованиях
Д) измерение объема легких

2. Первый этап обучения движениям
А) ознакомление, первоначальное разучивание движения
Б) углубленное детализированное разучивание
В) формирование двигательного навыка
Г) применение навыка на соревнованиях
Д) применение движения в жизни

3. Второй этап обучения движениям
А) ознакомление, первоначальное разучивание движения
Б) углубленное детализированное разучивание
В) формирование двигательного навыка
Г) применение навыка на соревнованиях
Д) самостоятельное использование в жизни

4. Третий этап обучения движениям
А) ознакомление, первоначальное разучивание движения
Б) углубленное детализированное разучивание
В) формирование двигательного навыка
Г) применение навыка на соревнованиях
Д) самостоятельное применение движения

5. Физическое развитие человека – это …
А) процесс совершенствования физических качеств с помощью физических упражнений
Б) процесс, направленный на совершенствование уровня физической работоспособности в процессе занятия физическими упражнениями
В) биологический процесс изменения морфо-функциональных свойств организма в течение жизни человека
Г) процесс совершенствования деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной системы на протяжении жизни человека.
Д) уровень тренированности спортсмена

6. Организм – это…
А) объединение всех физиологических функций
Б) биосистема, требующая постоянной корректировки
В) стабильная биосистема
Г) единая саморегулирующая и саморазвивающаяся биологическая система
Д) тело человека

7. К частям физкультурного занятия не относится:
А) вводная

Б) основная
В) заключительная
Г) дополнительная
Д) подготовительная

8. Атлеты не метают…
А) молот
Б) ядро
В) диск
Г) копье
Д) гранату

9. Выносливость человека зависит от …
А) силы воли
Б) силы мышц
В) возможностей систем дыхания и кровообращения
Г) прочности звеньев опорно-двигательного аппарата
Д) внешних факторов окружающей среды

10. Отличительной особенностью упражнений, применяемых для воспитания силы, является то, что они…
А) вызывают незначительное напряжение мышц
Б) выполняются медленно
В) выполняются до утомления
Г) в качестве отягощения используют собственный вес человека
Д) выполняются из положения сидя

11. Для воспитания быстроты используются…
А) подвижные и спортивные игры
Б) двигательные действия, выполняемые в высоком темпе
В) упражнения на быстроту реакций
Г) силовые упражнения, выполняемые в высоком темпе
Д) командные действия

12. В каком году легкая атлетика вошла в программу современных Олимпийских Игр
А) 1908
Б) 1896
В) 1936
Г) 1980
Д) 2016

13. В какую часть занятия могут быть включены упражнения на растягивание мышц:
А) в подготовительную
Б) в заключительную
В) в подготовительную, основную, заключительную
Г) в основную
Д) в вводную

14. Комплексы упражнений для развития гибкости включают:
А) упражнения для развития эластичности мышц.
Б) упражнения для развития подвижности суставов.
В) упражнения для развития эластичности мышц, связок, сухожилий
Г) упражнения в парах
Д) упражнения на степах

15. К спринтерскому бегу не относится дистанция…
А) 60 м

Б) 100 м
В) 200 м
Г) 1000 м
Д) 30 м

16. Рост человека продолжается приблизительно до …
А) 18 лет
Б) 20 лет
В) 25 лет
Г) 30 лет
Д) 32 лет

17. К стайерскому бегу относится дистанция…
А) 1000 м
Б) 1500 м
В) 2000 м
Г) 3000 м
Д) 800 м

18. Перечислите главные физические качества
А) координация, выносливость, гибкость, сила, быстрота
Б) ловкость, сила, быстрота, выносливость, гибкость
В) общая выносливость, быстрота, сила, ловкость, гибкость
Г) гибкость, силовая выносливость, ловкость, быстрота, сила
Д) ловкость, координация, сила, гибкость, выносливость

19. К упражнениям ациклического характера не относятся
А) метания
Б) ходьба
В) поднимание тяжестей
Г) акробатические элементы
Д) прыжки (в длину, в высоту)

20. Сила (в физическом воспитании) – это …
А) комплекс функциональных свойств человека, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательные реакции
Б) способность противостоять утомлению
В) способность быстро, точно, целесообразно, экономно решать двигательные задачи
Г) способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений
Д) способность выполнять движения с большой амплитудой

21. Быстрота – это …
А) комплекс функциональных свойств человека, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательные реакции
Б) способность противостоять утомлению
В) способность быстро, точно, целесообразно, экономно решать двигательные задачи
Г) способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений
Д) способность выполнять движения с большой амплитудой

22. Гибкость – это …
А) комплекс функциональных свойств человека, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательные реакции
Б) способность противостоять утомлению
В) способность быстро, точно, целесообразно, экономно решать двигательные задачи

Г) способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений
Д) способность выполнять движения с большой амплитудой

23. Выносливость – это …
А) комплекс функциональных свойств человека, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательные реакции
Б) способность противостоять утомлению
В) способность быстро, точно, целесообразно, экономно решать двигательные задачи
Г) способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений
Д) способность выполнять движения с большой амплитудой

24. Ловкость (координация) – это …
А) комплекс функциональных свойств человека, определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательные реакции
Б) способность противостоять утомлению
В) способность быстро, точно, целесообразно, экономно решать двигательные задачи
Г) способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему посредством мышечных напряжений
Д) способность выполнять движения с большой амплитудой

25. В покое ЧСС (частота сердечных сокращений) здорового человека
А) 60 – 70 ударов в минуту
Б) 80 – 90 ударов в минуту
В) 100 – 120 ударов в минуту
Г) 120 -140 ударов в минуту
Д) 150-160 ударов в минуту

26. К мышцам рук не относится
А) бицепс
Б) трицепс
В) квадрицепс
Г) мышцы предплечия
Д) дельтовидная мышца

27. К внешним признакам переутомления не относится
А) побледнение
Б) появление одышки
В) потоотделение
Г) синюшность губ
Д) предобморочное состояние

28. Какая мышца сокращается самопроизвольно?
А) сердечная мышца
Б) икроножная мышца
В) дельтовидная мышца
Г) трицепс
Д) прямая мышца живота

29. Что является компонентами здорового образа жизни?
А) прием энергетических коктейлей
Б) поход в ночной клуб
В) правильное питание и режим дня, физические нагрузки и отказ от вредных привычек
Г) обливания холодной водой
Д) прием пищи через каждые 3 часа

30. Каких правил рекомендуют придерживаться в процессе занятий
А) долго отдыхать после каждого упражнения
Б) пополнять растраченные калории едой и напитками
В) правильно сочетать нагрузку и интервалы отдыха по пульсу
Г) игнорировать разминку
Д) не пить воду в течение занятий и после него

31. Какую пользу приносят занятия циклическими видами спорта?
А) повышают силовые способности
Б) увеличивают эффективность работы сердца, улучшают потребление организмом кислорода
В) увеличивают количество жировой ткани
Г) развивают координацию
Д) позволяют проявить творческие способности
32. Какую пользу приносит утренняя гимнастика?
А) снижает активность всех процессов в организме
Б) ухудшает настроение
В) повышает работоспособность и способствует усилению кровообращения и обмена веществ
Г) повышает потоотделение
Д) позволяет продлить состояние покоя

33. Что является одним из основных физических качеств?
А) внимание
Б) работоспособность
В) сила
Г) здоровье
Д) реакция

34. Основное средство физической культуры?
А) учебные занятия
Б) утренняя гимнастика
В) закаливание
Г) подвижные игры
Д) физические упражнения

35. Гипокинезия – это…
А) атрофия мышц
Б) умственная отсталость
В) недостаточность двигательной активности
Г) пониженное давление
Д) выполнение упражнения в замедленном темпе

36. Активный отдых в спортивной практике используют для …
А) переключения внимания зрителей
Б) ускорения восстановления работоспособности
В) восстановления водного баланса
Г) поднятия боевого духа после монотонной работы
Д) разминки перед тренировкой

37. Какое физическое качество получает свое развитие при длительном беге в медленном темпе?
А) сила
Б) выносливость
В) быстрота
Г) ловкость
Д) гибкость

38. Что такое кросс?
А) бег с ускорением

Б) бег по искусственной дорожке стадиона
В) бег по пересеченной местности
Г) разбег перед прыжком
Д) бег с барьерами

49. К циклическим видам спорта не относится
А) гребля
Б) велоспорт
В) гимнастика
Г) плавание
Д) лыжные гонки

40. Какое физическое качество развивает бег на 100 метров?
А) выносливость
Б) силу
В) быстроту
Г) гибкость
Д) ловкость

4.2.3. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1.

1.1

1. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. Сущность физической культуры как социального института.
2. Раскройте современное состояние физической культуры и спорта. Федеральный закон «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».
3. Физическая культура личности. Назовите ценности физической культуры.
4. Использование физической культуры как учебной дисциплины высшего профессионального образования и целостного развития личности.
5. Использование основных положений организации физического воспитания в высшем учебном заведении.
6. Становление и развитие физической культуры в различных общественно-экономических формациях. Зарождение физических упражнений в исторических условиях.
7. Использование двигательной функции и повышение устойчивости организма человека к различным условиям внешней среды.
8. Здоровье человека как ценность. Назовите факторы, его определяющие.
9. Проанализируйте взаимосвязь общей культуры студента и его образа жизни. Структура жизнедеятельности студентов и ее отражение в образе жизни в рамках основ физической культуры для укрепления организма в целях сохранения полноценной профессиональной деятельности.
10. Назовите составляющие здорового образа жизни. Мотивируйте личное отношение к здоровью как условие формирования здорового образа жизни.
11. Назовите основные требования к организации здорового образа жизни. Критерии эффективности здорового образа жизни.
12. Использование физического самовоспитание и самосовершенствование в здоровом образе жизни и здоровье-сбережении
13. Физическая культура – это?
14. Основным средством физического воспитания являются.
15. К показателям физического развития относятся:
16. Результатом физической подготовки является
17. Гипокинезия – это следствие.
18. Под гомеостазом понимается:
19. Недостаток витаминов в организме человека называется:
20. Пульс у взрослого тренированного человека в состоянии покоя составляет:
21. К основному признаку здоровья относится
22. Каким тестом определяется общая физическая работоспособность?
23. Динамометр служит для измерения показателей:

24. Коррекция избыточной массы тела наиболее эффективна с использованием упражнений.
25. Назовите самый весомый фактор, влияющий на здоровье
26. Адаптация - это
27.Назовите функционально-нагрузочные тесты (из тестирования).
28. Прокомментируйте (опираясь на собственный профиль здоровья) слабые показатели собственного здоровья. Как улучшить эти показатели?
29. Физические качества - это:
30. К основным физическим качествам относятся:
32. Физическое упражнение – это?
33. С какого цвета начинается эмблема колец Международного олимпийского Комитета (МОК)?
34. Сущность физического воспитания.
35. Что предполагает принцип всестороннего гармоничного развития личности?
36. Укажите наиболее эффективные формы отдыха при умственном труде.
37. Какое воздействие на организм студентов оказывает вынужденное ограничение двигательной активности во время учебной деятельности?
38. Что такое гипокинезия и каковы проявления гиподинамии?
39. Что понимается под функциональными резервами организма?
40. Что включает в себя специальная физическая подготовка?

1.2.

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:
2. ФКиС в государствах древнего мира:
3. ФКиС в средние века:
4. ФКиС в новое время:
5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:
6. ФКиС после второй мировой войны:
7. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:
8. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:
9. Развитие ФКиС во второй половине XIX века:
10. ФКиС в начале XX века:
11. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.
12. Развитие ФКиС в 20-е годы
13. Развитие ФКиС в 30-е годы
14. ФКиС в годы Великой отечественной войны
15. Задачи развития спортивного движения в годы Великой отечественной войны 1941 – 1945 гг.
16. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР
17. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.
18. ФКиС в России после распада СССР
19. Российский спорт в международном спортивном движении
20. Российский спорт в олимпийском движении
21. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения в Российской империи
22. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:
23. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:
24. Паралимпийское движение. Истоки. Зарождение.
25. Первые соревнования. Людвиг Гутман.
26. Россия в паралимпийском движении. Паралимпийский комитет России.
27. Выдающиеся спортсмены паралимпийцы
28. Символы паралимпийского движения.
29. Дефлимпийский игры. История возникновения
30. Символы дефлимпийского движения.
31. Особенности спорта для спортсменов-дефлимпийцев
32. Спортсмены – дефлимпийцы. Требования.
33. Российские спортсмены – дефлимпийцы
34. Особенности дефлимпийского движения.

35. Российский дефлимпийский комитет
36. Специальные олимпиады. История возникновения.
37. Символы специальной олимпиады.
38. Россия в движении Специальных олимпиад.
39. Системы и правила судейства на специальных олимпиадах.
40. Программа «Здоровые олимпийцы».

Раздел 2.
2.1.
1. Как определил понятие здоровье Николай Амосов?
2. Где именно должны закладываться знания по физической культуре?
3. Как называется дефицит двигательной активности?
4. К чему приводит дефицит двигательной активности, поразивший наше общество, в том числе и молодежь?
5. Снижение двигательной активности приводит к….
6. Что можно отнести к Профилактике старения?
7. Что является главным принципом физического воспитания?
8. Что такое врачебный контроль?
9. Каких обследование не бывает во врачебном контроле?
10. Что не входит в педагогический контроль?
11. Что не входит в понятие педагогического контроля?
12. На сколько групп делятся учащиеся при занятии физической культурой, учитывающие особенности здоровья?
13.Определение основной группы здоровья?
14. Определение подготовительной группы
14. Что подразумевает под собой понятие «освобожден»?
15. Снижение физической активности
16. Атрофия мышц приводит к
17. Что такое самоконтроль?
18. Самая наиболее простая/эффективная форма наблюдения за самим собою?
19. Что считается самым массовым и простым способом физической нагрузки?
20. Что нужно делать в первую очередь во избежание неприятностей
21. Определение специальной медицинской группы «А»
22. Определение специальной медицинской группы «Б»
23. Задачи основного отделения
24. Задачи спортивного отделения.
25. Метод контроля – расспрос
26. Метод контроля – ощупывание
27. Основные задачи врачебного контроля
28. Что такое предварительное обследование
29. Что такое расширенное обследование
30. Для чего необходим самоконтроль
31. Лестничная проба
32. Проба с приседаниями
33. Проба с подскоками
34. Исходный уровень тренированности
35. Ортостатическкая проба
36. Клиностатическая проба
37. Уровень артериального давления
38. Проба Штанге
39. Дневник самоконтроля 1.: самочувствие, настроение, аппетит, сон, работоспособность, болевые ощущения, пульс, дыхание, ЖЕЛ (жизненная емкость легких), АД (артериальное давление).
40. Дневник самоконтроля 2.: желание заниматься физической культурой и спортом, функциональные пробы, контрольные упражнения (тесты).

2.2.

1. Что не относится к целям гигиены?
2. Что не входит в области изучения гигиены?
3. Что является основной задачей гигиены?
4. Гигиенические мероприятия удовлетворяют запросы?
5. На что не могут быть направлены гигиенические мероприятия?
6. Что не относится к гигиеническим методам?
7. Что происходит в процессе тренировки?
8. Что не входит в обязанности спортивной гигиены?
9. На что не направлено питание?
10.Что такое ассимиляция?
11. Что не входит в характеристики питания?
12. Какие требования к пище неправильные
13. Что такое рациональное питание?
14. Соотношение белков жиров углеводов
15. Может ли быть плохим питанием вызваны нарушения в состоянии здоровья
16. К чему ведет недостаток белков в пище?
17. Какие требования не относятся к правильному распределению пищи
18. Почему нельзя приступать к физической активности вскоре после еды?
19. За какой период времени до тренировки можно употреблять легкие углеводные закуски?
20. Через какое время в организме утилизируется глюкоза, полученная из простых сахаров?
21. Чем чревато избыточное применение витаминов?
22. На сколько повышается потребность воды в организме при увеличении температуры тела на 1 гр?
23. Наиболее частый вид передачи инфекции?
24. Что не характерно для пищевых отравлений?
25. Существует ли специфическая профилактика пищевых токсикоинфекций?
26. Какие виды гигиены известны
27. Что такое «гигиена производства»
28. Что включает в себя понятие «личная гигиена»
29. Что включает в себя понятие «белки», «жиры», «углеводы»
30. Пищевые добавки – витамины.

Раздел 3.
3.1.
1.Что такое работоспособность:
2.Чем характеризуется утомление
3.Какие виды утомления бывают?
4.Как вы считаете при переутомлении можно быстро заснуть?
5.За что не «отвечает» вегетативная система организма?
6.Что такое релаксация?
7.Чего нельзя добиться релаксацией?
8.Дайте правильно определение термину – рекреация:
9.Как вы считаете бывает ли стресс «положительным»?
10.Сколько групп разделяют по степени тяжести труда:
11.Сколько возрастных категорий выделяют на сегодняшний день у взрослых людей (расчете на среднесуточное потребление энергии)?
12. К какой категории в соответствии с классификацией трудоспособного населения по величине энергозатрат в сутки относятся студенты?
13. Оптимальное соотношения белков\жиров\углеводов для среднестатистического человека
14. Каких жиров должно быть больше в нормальном рационе питания в среднем?
15. Каких углеводов должно быть больше при нормальном рационе питания, а не для наращивания жировой массы?
16. Что такое личная гигиена?
17. Что не включает в себя понятие гигиена?
18. Какой стереотип деятельности помогает адаптации организма во внешней среде?
19. Какая основная функция кожи нарушается при несоблюдении правил личной гигиены в первую очередь?
20. Что такое рациональный образ жизни:

21. Основная функция одежды?
22. Для чего нужен режим?
23. Напишите какие микроэлементы Вы знаете, необходимые в рационе питания?
24. К чему может привести недостаток микроэлементов?
25. Определение утомления?
26. Опасно ли длительное утомление для здоровья человека?
27. Что не относится к внешним признакам утомления?
28. К каким признакам относятся появление болевых ощущений в мышцах
29. Как субъективно может ощущаться утомление
30. Какой признак не верен в характеристике утомления?
31. Какой термин из классификации утомления лишний?
32. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к проявлению утомления:
33. Что происходит с активностью ферментативной системы организма на фоне омления:
34. Гликолиз – это
35. Что происходит с дыханием при утомлении?
36. Закаливание это:
37. Изменения цвета кожи, повышенное потоотделение и нарушение координации движений – это
38. Основной поставщик энергии
39. В основные задачи гигиены физической культуры и спорта не входи
40. Гигиена рабочего места – что подразумевается.

Раздел 4.
4.1.
1. Дайте определение понятию «Спорт»
2. Дайте определение понятию «Массовый спорт»
3. Дайте определение понятию «Спорт высших достижений»
4 Физическая культура используется в целях:
5. Элементы физического воспитания возникли в:
6. Оценка морфофункциональных данных проводится на основе:
7. Съезд по физической культуре в 1919 г проведен по инициативе
8. Задачи физического воспитания
9. Средства физического воспитания позволяют предупредить
10. Морфофункциональное развитие организма предполагает
11. В каком году был основан Институт физической культуры
12. Средства физического воспитания
13. Методы физического воспитания
14. Первенства, Кубки, Турниры.
15. Общедоступные методы физического воспитания
16. Специфические методы физического воспитания
17. Туризм – как средство физического воспитания.
18. Игры: подвижные и спортивные.
19. Физические упражнения.
20. Значение физических упражнений.
21. Игра «Зарница»
22. Российский олимпийский комитет
23. Паралимпийский комитет России
24. Волонтеры России
25. Олимпийская хартия. Для чего необходима. Основные разделы.
26. Оздоровительно-рекреативное направление ФКиС
26. Оздоровительное направление ФКиС
28. Реабилитационное направление ФКиС
29. Спортивно-реабилитационное направление ФКиС
30. Гигиеническое направление ФКиС
31. Лечебная физическая культура

4.2.
1. Спорт высших достижений. Укажите цели.

2. Оздоровительно-прикладная физическая культура. Цели.
3. Лечебная физическая культура. Цели.
4. В зависимости от среды проведения занятий различают фитнес:
5. Закономерности, на которых базируется ОТ.
6. Основные принципы ОТ.
7. Назовите причины возросшей популярности ОТ. (причины бума ОТ).
8. Назовите отрицательные последствия ОТ.
9. «Здоровая тренированность».
10. Популярность бега. Причины.
11. Феномен сверхнагрузки. Что это такое. Студент должен сам написать определение.
12. Тренировки на выносливость приводят к:
13. Тренировка на силу приводит к:
14. При занятиях оздоровительным бегом:
15. Программно-целевой принцип (расставьте в порядке применения)
16.Что позволяет контролировать регистратор пульса.
17. Положительные факторы персональной тренировки.
18. Принцип половых отличий.
19. Возрастные изменения в организме (расставьте ниже буквы):
20. Что означает термин общий фитнес?
21. Каковы цели оздоровительной физической культуры
22. Используется ли в оздоровительной тренировке принцип сверхнагрузки
23. Укажите оптимальную длительность занятий оздоровительной физической культурой
24. Укажите правильную формулу для определения рабочей ЧСС (ЧССр)
25. Укажите зону (в %) функционального резерва при выполнении упражнений
26. Возможно ли заниматься фитнесом в случаях:
27. Какова оптимальная частота занятий фитнесом в неделю
28. Назовите наиболее популярные методы развития гибкости в фитнес-программах
29. Укажите три этапа силовой тренировки. (студент должен сам написать три этапа)
30. Производственная гимнастика.
31. Принцип оздоровительной направленности
32. Система Купера (контролируемые беговые нагрузки)
33. Система Амосова (режим 1000 движений)
34. Система Михао Икай (10 000 шагов каждый день)
35. Система Лидьярда (бег ради жизни)
36. Система Пинкней Каллане (программа из 30 упражнений для женщин с акцентом на растяжение)
37. Содержательные основы оздоровительной физической культуры
38. Основы построения оздоровительной тренировки
39. Производственная физическая культура и спорт
40. Гигиена рабочего места бакалавра /специалиста

4.2.4. Образец тестового задания для текущего контроля к разделам 1, 2, 3, 4 (Каждый вопрос оценивается 1 баллом)

Ф.И.О._____Группа_____Дата:__	
1. Что не относится к общим задачам спортивной фармакологии? А) повышение спортивной работоспособности. В) помощь в раскрепощении для общения с противоположным полом. Б) ускорение восстановления функций организма спортсмена. Г) коррекция иммунитета, угнетаемого при интенсивных физических нагрузках.	**6. Отравлению какими из препаратов соответствует следующая клиническая картина: угнетение сознания, нарушение дыхания, точечные зрачки, гипотермия, гипотония, слабость мышц конечностей, судороги, отек легких.** А) наркотические аналгетики (морфин, героин и т.п.). Б) алкоголь. В) объелся шоколадом. Г) стрихнин. Д) газ Зарин.
2. Препараты каких групп не используются в спортивной фармакологии. А) аминокислотные препараты, витамины. Б) анаболизирующие средства, гепатопротекторы и	**7. Что нельзя отнести к процедуре допинг-контроля?** А) отбор биологических проб для анализа. Б) физико-химическое исследование проб. В) оформление заключения.

желчегонные средства. В) наркотические средства сомнительного происхождения. Г) иммунокорректирующие средства, адаптогены растительного и животного происхождения. Д) миорелаксанты.	Г) наложение санкций на нарушителя. Д) совместный просмотр фильмов-победителей Каннского кинофестиваля.
3. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к клиническим формам перенапряжения, используемым в спортивной медицине? А) перенапряжение центральной нервной системы. Б) перенапряжение сердечнососудистой системы. В) перенапряжение сексуальное. Г) перенапряжение нервно-мышечного аппарата (мышечно-болевой синдром). Д) перенапряжение печени (печеночно-болевой синдром).	**8. Что нельзя отнести к побочным действиям от применения анаболических стероидов.** А) акне (высыпания на коже). Б) специфический запах изо рта. В) вирилизация у женщин (огрубение голоса, рост волос по мужскому типу, необратимое увеличение клитора и т.д.) Г) феминизация у мужчин (гинекомастия, бесплодие и т.п.) Д) психические нарушения (эйфория, увеличение агрессивности…)
4. Относится ли к фармакологическим воздействиям ускорение восстановления организма следующими методами. А) массаж. Б) электростимуляция мышц. В) иглоукалывание (акупунктура). Г) бальнеологические методы (ванны, души, грязи и т.п.) Д) все ответы неверные.	**9. Что из перечисленных понятий Международным Олимпийским Комитетом не отнесено к допингам?** А) запрещенные вещества Б) запрещенные методы. В) вещества, применение которых допускается при определенных ограничениях. Г) оккультизм.
5. Какие из нижеперечисленных препаратов нельзя отнести к допингам. А) наркотические аналгетики (морфин, героин, опий, промедол и др.) Б) барбитураты (фенобарбитал, барбамил, амобарбитал); В) алкоголь; Г) борщ украинский с пампушками.	**10. Какие из перечисленных средств не являются запрещенными анаболическими препаратами?** А) метилтестостерон. Б) фортранс. В) метанденон. Г) боластерон. Д) норэтандролон.

5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

5.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Физическая культура и спорт» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является зачет.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к зачету, или выполнение задание по научно-исследовательской тематике.

5.2. Оценивание обучающегося на зачете

Первостепенным критерием получения оценки на зачете обучающимся, является прохождение им медицинского освидетельствования, с получением медицинской справки о группе здоровья для посещений практических занятий. Медицинский осмотр обучающиеся проходят один раз в начале каждого учебного года в течение периода освоения дисциплины.

Без прохождение означенного медицинского осмотра обучающийся к зачету не допускается.

Оценка зачета	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он освоил все часы (регулярно посещает все практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине; выполнил тестовые задания по ПЗ и ППФП на максимальный результат; принимал участие в тематических

Оценка зачета	Требования к знаниям
	конференциях по «Физической культуре и спорту»; обнаружил понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно; усвоил и выполняет технику безопасности на практических занятиях по общей физической подготовке; умеет составлять комплекс упражнений по общей физической подготовке;
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал. грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине. Освоил все часы (регулярно посещал практические занятия), установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине; выполнил тестовые задания по МПЗ и ППФП на удовлетворительный результат; может излагать материал с некоторыми ошибками, которые сам же и исправляет, но достаточно последовательно и правильно; знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по общей физической подготовке; умеет составлять комплекс упражнений по общей физической подготовке
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. Выполняет контрольные тестовые задания по ПЗ и ППФП получает минимальный бал; знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях; имеет незначительное представление о технике выполнения упражнений в выбранном виде спорта, или владеет этой техникой недостаточно хорошо; частично выполнил требование к объему обязательного освоения часов дисциплины, установленные ФГОС ВО РФ.
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала. неуверенно отвечает. допускает серьезные ошибки. не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине. Не выполнил требование к объему обязательного освоения часов дисциплины, установленные ФГОС ВО РФ по дисциплине, не сдавал контрольные тесты по ППФП и МПЗ

Описание фонда оценочных средств: форма проведения итогового контроля – тестовое задание) или научно-исследовательская работа (тематическое исследование), а также контрольные нормативы по выбранному виду спорта. Практическое занятие, на котором происходит прием контрольного норматива – тест по истории олимпийского движения и

специальным олимпийским играм (или научно-исследовательская работа, тематическое исследование) – время тестирования – 90 минут (каждое занятие). На одном практическом занятии допускается прием только одного тестового задания (контрольный раздел входит в практические занятия).

5.3. Примерные темы для теоретической исследовательской работы

1 семестр

1. Возникновение и первоначальное развитие физической культуры и спорта (ФКиС) в первобытном обществе:
- Происхождение физических упражнений и игр;
- Игры и физические упражнения в родовом обществе.

2. ФКиС в государствах древнего мира:
- Древний Восток;
- Древняя Греция;
- Олимпийские праздники и другие гимнастические агоны;
- Древний Рим.

3. ФКиС в средние века:
- Европа;
- Азия, Африка, Америка;
- Возвращение забытых олимпийских традиций.

4. ФКиС в новое время:
- Становление и развитие научно-педагогических основ физического воспитания и спорта;
- Гимнастические системы;
- Физическое воспитания и спорт в колониальных и зависимых странах;
- Любительский и профессиональный спорт;
-Физическое воспитание и спорт накануне и в годы первой мировой войны.

5. ФКиС с начала 20-х годов до окончания второй мировой войны:
- Германия, Италия, Япония;
- США, Франция, Великобритания, Скандинавские и другие страны;
- Развитие рабочего спорта в странах мира;
- Борьба спортсменов против фашизма в годы второй мировой войны.

6. ФКиС после второй мировой войны:
- Развитые страны Запада:
  а) физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
  б) самодеятельное спортивно-гимнастическое движение;
- Развивающиеся страны;
- Бывшие социалистические страны (конец 40-х – конец 80-х гг.;
- Страны мира в конце XX века.

7. ФКиС нашей страны с древнейших времен до XVIII века:
- Физические упражнения и игры до образования древнерусского государства (до IX в. Н.э.);
- Физическая культура в Российском государстве (IX-XVII вв.);
- Вопросы физического воспитания в медицинской и педагогической литературе эпохи Средневековья.

8. ФКиС в Российской империи с XVIII в. До второй половины XIX в.:
- Введение физического воспитания в учебных заведениях;
- Военно-физическая подготовка в русской армии;
- Физическое воспитание и спорт в быту народов Российской империи;
- Спорт и игры в быту дворянства;
- Развитие педагогической и естественнонаучной мысли в области физического воспитания.

9. Развитие ФКиС во второй половине XIX века:
- развитие идейно-теоретических и научных основ системы физического воспитания и спорта;
- Учение П.Ф. Лесгафта о физическом образовании и его педагогическая деятельность;
- Физическая подготовка в учебных заведениях и в армии;
- Создание спортивных клубов и развитие спорта;
- Вступление России в олимпийское движение.

10. ФКиС в начале XX века:
- Общественное движение и русский спорт;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях;
- Развитие теории и методики физического воспитания и спорта;
- Развитие спорта и участие русских спортсменов в международных соревнованиях;
- Первые олимпийские старты русских спортсменов. Последователи Бутовского А.Д.;
- Всероссийские олимпиады;
- Русский спорт в годы первой мировой войны;

11. ФКиС в России в период от революций 1917 г. До начала 20-х гг.
- Состояние спортивно-гимнастического движения в период от февраля до октября 1917 г.;
- Всеобуч и спорт;
- Преобразования в области физического воспитания в школах;
- Первые успехи советского физкультурного движения;
- Выход из олимпийского движения;

12. Развитие ФКиС в 20-е годы
- Переход на новые формы и методы организации физического воспитания и руководства физкультурным движением;
- От кружков физкультуры – к спортивным секциям;
- Трудное начало международных спортивных связей.

13. Развитие ФКиС в 30-е годы
- основные тенденции развития;
- Усиление политизации и военизации;
- Физическое воспитание и спорт среди учащейся молодежи;
- Становление и развитие советской школы спорта;
- Развитие международных спортивных связей.

14. ФКиС в годы Великой отечественной войны
- Военно-физическая подготовка населения страны в годы войны;
- Советские спортсмены на фронтах войны;
- Физкультурная работа в тылу страны.

15. Развитие ФКиС со второй половины 40-х гг. до распада СССР
- Восстановление и дальнейшее развитие физкультурного движения;
- Спартакиады народов СССР;
- Развитие науки о физическом воспитании и спорте;
- Физическое воспитание и спорт в учебных заведениях.

16. Международные связи советских спортсменов с середины 40-х до конца 80-х гг.
- Выход на мировую спортивную арену;
- Возвращение в олимпийское сообщество;
- Советские спортсмены на олимпийских играх;
- Рост авторитета отечественного спорта на чемпионатах мира, Европы и других соревнованиях.

17. ФКиС в России после распада СССР
- Создание Олимпийского комитета России;
- Развитие физкультурно-спортивных общественных организаций;

- Развитие спортивной науки;
- Спорт, соревнования, спартакиады;
- Развитие спорта инвалидов;
- Профессионализация спорта.

18. Российский спорт в международном спортивном и олимпийском движении
- Расширение международных спортивных связей;
- Спортсмены России на Играх Олимпиад и Зимних олимпийских играх;
- Подготовка к играм (указывается очередность игр, город и страна проведения и порядковый номер);

19. Возникновение и первоначальное развитие Международного спортивного и олимпийского движения:
- Первый Международный атлетический конгресс;
- От олимпийской идеи – к практике олимпийского движения;

20. Международное спортивное и олимпийское движение в первой половине XX века:
- Расширение международного спортивного движения;
- Игры Олимпиад и Зимние Олимпийские игры;
- МОК и его президенты. Олимпийские конгрессы.

21. Международное спортивное и олимпийское движение во второй половине XX века:
- Олимпизм, МОК и его президенты во второй половине XX в.;
- Игры олимпиад (летние);
- Зимние Олимпийские игры;
- Продолжение олимпийских традиций (Паралимпийские игры);
- Олимпийские конгрессы и проблемы современного олимпийского движения.

Задание:

Согласно выбранной теме, описываем поэтапно все события, представленные в задании, уделяем внимание ключевым моментам тематики. Фотографии, графики, схемы, для иллюстративности события – обязательны.

4 семестр

1. Опорно-двигательная система: скелет и кости
2. Опорно-двигательная система: мышцы и их функции
3. Пищеварительная система. Метаболизм
4. Сердечно-сосудистая система.
5. Дыхательная система, ее строение и функции
6. Нервная система, ее строение
7. Органы чувств.
8. Лечебная физкультура при заболеваниях органов дыхания
9. Лечебная физкультура при вегетососудистой дистонии
10. Лечебная физическая культура при ожирении.
11. Мышечный корсет.
12. Анатомия и функция подвздошно-поясничной мышцы.
13. Шейный отдел позвоночника.
14. Глубокие мышцы спины.
15. Большая круглая мышца мышечного корсета.
16. Трапециевидная мускулатура.
17. Виды мышц.
18. Средства и методы развития силовых способностей
19. Взаимосвязь координации движений с отдельными показателями умственных способностей
20. Выносливость и методика её воспитания
21. Физические упражнения для улучшения эмоционального состояния.
22. Спорт как способ объединения людей.
23. Спорт для повышения самооценки.

24. Источники энергии для физической активности.
25. Спортивное питание.
26. Вода и тренировки: зачем пить воду.
27. Расстройства пищевого поведения.
28. Средства восстановления
29. Значение витаминов для людей, ведущих спортивный образ жизни
30. Спорт и допинг
31. Психомоторная деятельность организма.
32. Образование двигательного навыка.
33. Мышечная система и ее функции.
34. Классификация видов и средств двигательной активности.
35. Сенсорные системы организма.
36. Физическая тренировка и функции дыхания.
37. Здоровье человека и факторы его определяющие.
38. Методические принципы спортивной тренировки.
39. Воздействие физической тренировки на кровеносную систему.
40. Интенсивность физической нагрузки. Зоны интенсивности по ЧСС.

Содержание: на основе данных сравнительного анализа определить преимущественную форму двигательной активности конкретной целевой аудитории. Выявить приоритетность бытовых форм физической активности.
Проанализировать и пояснить представленные результаты.

Этапы выполнения работы	**Содержание этапов выполнения работы**	
	Преподаватель	**Студент**
Подготовка: определение темы, цели и задач задания	Мотивирует, помогает студенту в постановке коммуникативных задач	Определяет и обсуждает с преподавателем актуальность проблемы; выдвигает совместно с преподавателем гипотезу исследования
Планирование: – определение источников, способов сбора, анализа информации, способов представления результатов; – установление критериев	Корректирует в случае необходимости деятельность студента, предлагает идеи, высказывает предположения	Формулирует задачи и разрабатывает план действий; обсуждает с преподавателем методы исследования
Сбор информации: наблюдение, работа с справочной литературой, нормативно-правовой, учебной, научной и др.	Наблюдает за деятельностью студента, косвенно руководит его исследовательской деятельностью	Собирает и систематизирует информацию по теме
Анализ информации, формулирование выводов	Корректирует деятельность студента, наблюдает, советует	Анализирует собранную информацию
Оформление работы, подготовка к представлению результатов	Консультирует в оформлении реферата и презентации	Оформляет конечные результаты

Представление задания	Оценивает результаты, процесс исследования по заранее установленным критериям	Представляет результаты исследования по заданию в форме устного представления презентации
Подведение итогов, рефлексия и оценка	Оценивает усилия, использованные и неиспользованные возможности, творческий подход студента.	Участвует в коллективном обсуждении, определяет возможности для продолжения

5.3. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьезбережение)	**УК-7**. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	**УК-7.1**. Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности **УК-7.2**. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности **УК-7.3**. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

6.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.09.2022, протокол № 2, введенный в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.11.2022 № 176-ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине ***«Физическая культура и спорт»***:

_____ И.В. Иванов _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

К.п.н. _____ В.А. Головина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине **«Физическая культура и спорт»** одобрен на заседании кафедры **физического воспитания**, протокол № 12 от «19» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой физического воспитания
(название кафедры)

К.п.н., профессор В.А. Головина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Заведующий кафедрой иностранных языков
(название кафедры)

Д.п.н., профессор Т.И. Кузнецова _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласование осуществляется специалистом кафедры, ведущей подготовку по близкому к кафедре профилю, внутри образовательной организации
(т.е. внутренний аудит)

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Физическая культура и спорт»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

_____18.03.01 Химическая технология_____

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Технология неорганических веществ»

(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета (директор института)
Гуманитарного

_____ / Н.С. Ефимова
(подпись) И.О. Фамилия

«_____» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Элективные дисциплины по физической культуре и спорту
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки (специальности))

профиль подготовки
«Технология неорганических веществ»
(Наименование профиля подготовки)

форма обучения:
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: Бакалавр

Москва 2022

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ОС являются составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входят в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующий процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности:* объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности:* использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности:* разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», ООП и рабочей программой дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ имени Д.И. Менделеева.

ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2. МАТРИЦА КОМПЕТЕНТНОСТНЫХ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции (или индикаторы их достижений)**	**Фонд оценочных средств**
Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень контрольных нормативов к зачету
Раздел 2 Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень контрольных нормативов к зачету
Раздел 3 Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Этика физической культуры и спорта	**УК-7** (УК-7.1 УК-7.2 УК-7.3)	Перечень контрольных нормативов к зачету

3. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения конкретной группы обучающихся. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося. Позволяет оценить примерный уровень физической подготовленности обучающегося.

3.2. Описание фонда оценочных средств

Форма проведения входного контроля – контрольные нормативы по легкой атлетике. Практическое занятие, с приемом контрольных нормативов: «100 метров» и «Кросс», длительность тестирования – 90 минут.

3.2.1. Задания (контрольные тесты) для входного контроля уровня физической подготовленности обучающихся

Контрольные нормативы (тесты) по легкой атлетике «Кросс» и «100 метров» выполняются обучающимися в начале семестра, но после набранных не менее шести учебно-тренировочных (практических) занятий по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

КРОСС – бег на длинные дистанции по пересеченной местности

Кросс – бег по пересеченной местности. Это легкоатлетическая дисциплина, которая направлена на гармоничное физическое развитие человека. Занятия кроссом благотворно влияют на организм в целом: развивают силу мышц, укрепляют нервную систему, улучшают кровообращение и дыхательную работу. Кроме того, кроссы развивают сообразительность человека, умение преодолевать препятствия и распределять свои силы. Основными задачами кроссовой подготовки являются: тренировка выносливости; развитие скорости, силы и ловкости; воспитание потребности в самостоятельных физических занятиях.

Бег на короткие дистанции – 100 метров

100 метров – бег на короткую дистанцию. Это легкоатлетическая дисциплина, которая направлена на гармоничное физическое развитие человека. Основными задачами бега на короткие дистанции являются: развитие скорости, силы и ловкости; воспитание потребности в самостоятельных физических занятиях.

Технику бега на короткие дистанции можно условно разбить на 4 фазы:

- старт
- стартовый разбег
- бег на дистанции
- финиширование

3.2.2. Шкалы оценивания (методики оценки)

МУЖЧИНЫ				ЖЕНЩИНЫ			
4 балла. золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл	4 балла. золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл
1. **БЕГ 100 метров**, сек							
13,5	14,8	15,1	15,2	16,5	17,0	17,5	17,6
2. **КРОСС**, мин.							

3 000 метров				2 000 метров			
12,30	13,30	14,00	14,01	10,30	11,15	11,35	11,36

4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

4.1. Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

4.2. Описание фонда оценочных средств

Рабочей программой дисциплины предусмотрено выполнение трех обязательных контрольных нормативов по легкой атлетике. Причем, контрольный норматив «Сгибание-разгибание рук в упоре лежа» можно заменить на норматив «Подтягивание из виса на высокой перекладине» как для мужчин, так и для женщин.

Задания (контрольные тесты) для текущего контроля уровня физической подготовленности обучающихся

Контрольные нормативы (тесты) по легкой атлетике «Пресс», «Прыжок в длину с места», «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа», «Подтягивание из виса на высокой перекладине», «Подтягивание из виса на низкой перекладине» выполняются обучающимися во второй половине семестра. К выполнению контрольных нормативов студент должен освоить не менее 40 часов учебной дисциплины «**Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**».

Прыжок в длину с места толчком двумя ногами

Прыжок в длину с места толчком двумя ногами выполняется в соответствующем секторе для прыжков. Место отталкивания должно обеспечивать хорошее сцепление с обувью. Участник принимает исходное положение (далее – ИП): ноги на ширине плеч, ступни параллельно, носки ног перед линией измерения.

Одновременным толчком двух ног выполняется прыжок вперед. Мах руками разрешен.

Измерение производится по перпендикулярной прямой от линии измерения до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Участнику предоставляются три попытки. В зачет идет лучший результат.

Ошибки:

1) заступ за линию измерения или касание ее;
2) выполнение отталкивания с предварительного подскока;
3) отталкивание ногами разновременно.

Пресс – норматив на укрепление мышц брюшного пресса. Упражнение выполняется только на жесткой поверхности. На пол необходимо положить туристический коврик. Выполнять упражнение «пресс» могут только те студенты, у которых нет проблем со спиной (!) для тех студентов, у которых группа здоровья – основная. Верхний пресс: согните ноги в коленях, поднимайте корпус вверх, причем поясница не должна отрываться от пола, только предплечья и лопатки.

Упражнение выполняется плавно, избегая рывков. Вдох стоит делать, поднимая корпус, а выдох – возвращаясь в исходное положение.

«Отжимание»:

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу

Тестирование сгибания и разгибания рук в упоре лежа на полу, может проводится с применением «контактной платформы», либо без нее. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу, выполняется из ИП: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо коснуться грудью пола или «контактной платформы» высотой 5 см, затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5 с, продолжить выполнение тестирования.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний и разгибаний рук.

Ошибки:

1) касание пола коленями, бедрами, тазом;
2) нарушение прямой линии «плечи - туловище – ноги»;
3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
4) поочередное разгибание рук;
5) отсутствие касания грудью пола (платформы);
6) разведение локтей относительно туловища более чем на 45 градусов.

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на гимнастической скамье или на сиденье стула

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа выполняется из ИП: упор лежа на гимнастической скамье (или сиденье стула), руки на ширине плеч, кисти рук опираются о передний край гимнастической скамьи (или сиденья стула), плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры.

Сгибая руки, необходимо прикоснуться грудью к гимнастической скамье (или сиденья стула), затем, разгибая руки, вернуться в ИП и, зафиксировав его на 0,5с, продолжить выполнение упражнения.

Засчитывается количество правильно выполненных сгибаний - разгибаний рук, фиксируемых счетом судьи в ИП.

Ошибки:

1) касание пола коленями;
2) нарушение прямой линии «плечи – туловище – ноги»;
3) отсутствие фиксации ИП на 0,5с;
4) поочередное разгибание рук;
5) отсутствие касания грудью скамьи (или стула).

Подтягивание из виса на высокой перекладине (мужчины)

Подтягивание из виса на высокой перекладине выполняется из ИП: вис хватом сверху, кисти рук на ширине плеч, руки, туловище и ноги выпрямлены, ноги не касаются пола, ступни вместе.

Участник подтягивается так, чтобы подбородок пересек верхнюю линию грифа перекладины, затем опускается в вис и, зафиксировав на 0,5 с ИП, продолжает выполнение упражнения. Засчитывается количество правильно выполненных подтягиваний.

Ошибки:

1) подтягивание рывками или с махами ног (туловища);
2) подбородок не поднялся выше грифа перекладины;
3) отсутствие фиксации на 0,5 с ИП;
4) разновременное сгибание рук.

4.2.1. Шкалы оценивания (методики оценки)

Контрольные нормативы (тесты) по легкой атлетике выполняются обучающимися в каждом семестре (1, 2, 3 и 4 семестры) в течение всего периода обучения дисциплины. Максимальная оценка за каждый норматив составляет 4 балла.

Практические занятия, с приемом контрольных нормативов: «Пресс», «Прыжок в длину с места», «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа», «Подтягивание из виса на

высокой перекладине», «Подтягивание из виса на низкой перекладине» - длительность тестирования – 90 минут (каждое занятие). Прием каждого конкретного норматива допускается на одном практическом занятии, с целью недопустимости физической перегрузки и уставания обучающегося.

МУЖЧИНЫ				ЖЕНЩИНЫ			
4 балла. золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл	4 балла. золото	3балла, серебро	2 балла, бронза	1 балл
1. **ПРЕСС** (лежа на спине, руки за головой, ноги согнуты в коленях и зафиксированы). Поднять корпус, грудью коснуться колен (оценивается качество выполнения упражнения), количество раз за 1 минуту							
47	40	34	33	47	40	34	33
2. **ПРЫЖОК В ДЛИНУ С МЕСТА**, толчком двумя ногами, см							
240	230	215	214	195	180	170	169
3. **СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК В УПОРЕ** лежа на полу (оценивается качество выполнения упражнения), кол-во раз							
25	20	16	12	14	12	10	9
4. Подтягивание из виса на высокой перекладине, кол-во раз				**4. Подтягивание из виса на низкой перекладине**, кол-во раз			
13	10	9	8	13	10	8	6

МУЖЧИНЫ				ЖЕНЩИНЫ			
1. «Уголок на шведской стенке». Вис на верхней планке стены. Юноши -поднимание прямых ног в положении параллельно полу; Девушки – поднимание ног, согнутых в коленях, количество раз.							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1балл
12	10	8	5	10	8	5	3
2. Прыжки на скакалке 1 мин. Прыжки производятся на двух ногах, одновременно отталкиваясь от пола, кол-во раз							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3балла	2 балла	1 балл
130	100	80	60	150	130	100	80

4.2.1.1. Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся (выполнения специальных тестов – контрольных нормативов)

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого практического занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям (освоенным разделам) предыдущей темы.

Критерии оценки:

– *правильность* выполнения контрольных нормативов (учитывается выполнение требований к технике и амплитуде движений, последовательности действий, количеству повторов, интенсивности выполнения движений).

– *осознанность* выполнения техники движений (учитывается понимание освоенного материала).

– *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией; учитывается умение построения спортивно-технических комбинаций по видам спорта).

– *рациональность* распределения физической нагрузки при выполнении контрольных нормативов (учитывается умение планировать и эффективно распределять физические возможности использовать для достижения цели).

– *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при выполнении упражнений).

– использование дополнительного материала.

– Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость решения и выполнения заданий по видам спорта (шахматы, шашки).

Основное отделение

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если обучающийся:

- регулярно посещает все практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»;
- выполняет контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на максимальный результат;
- выполняет контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на результат ниже максимально установленного, но принимает активное участие в соревнованиях (первенствах университета по различным видам спорта), зарабатывая премиальные баллы;
- знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке;
- умеет составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта;
- владеет техникой выполнения упражнений в выбранном виде спорта;

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет;

- регулярно посещает все практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»;
- выполняет контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на удовлетворительный результат;
- знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке;
- умеет составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта;
- владеет техникой выполнения упражнений в выбранном виде спорта;

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- выполняет контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта и получает минимальный бал;
- знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке;
- имеет незначительное представление как составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта;
- имеет незначительное представление о технике выполнения упражнений в выбранном виде спорта, или владеет этой техникой недостаточно хорошо;
- не регулярно посещает практические занятия, установленные ФГОС РФ, по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту».

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Не посещает практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»; не сдает контрольные

нормативы (тесты) по обще физической подготовке или выбранному виду спорта

Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Спортивное отделение

Учитывая, что в спортивное отделение зачисляются обучающиеся, имеющие отличную спортивную форму, навыки в избранном виде спорта, спортивные разряды и звания, стремление и желание выступать за сборные команды своего университета по различным видам спорта, критерием оценки является участие членов сборных команд в соревнованиях различного ранга. Если обучающийся перестает посещать спортивное отделение, то его знания и умения оцениваются по требованиям к обучающимся, посещающих основное отделение.

4.2.3. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

по дисциплине

«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

1 курс, I семестр (осенний)

Месяц	**Практические занятия (контактная работа)**		**Текущий контроль**			
			Самостоятельная работа		**Контактная работа**	
	Освоенные часы (практ. занятия)	***баллы***	***Освоенные часы***	***баллы***	***Контрольные нормативы***	***баллы***
Сентябрь	8 часов (4занятия)	8 баллов	-	-	100м Кросс	4 балла 4 балла
Октябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	6 часов	10 баллов	-	-
Ноябрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	6 часов	10 баллов	-	-
Декабрь	8 часов (4 занятия)	8 баллов	11,8 часов	20 баллов	Пресс Отжимание Длина	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные нормативы	8 баллов
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	**32 балла**	23,8 часа	**40 баллов**	**28 баллов**	
ИТОГО	**55,8** часов / **100 баллов**					

1 курс, II семестр (весенний)

Месяц	**Практические занятия (контактная работа)**		**Текущий контроль**			
			Самостоятельная работа		**Контактная работа**	
	Освоенные часы (практ. занятия)	***баллы***	***Освоенные часы***	***баллы***	***Контрольные нормативы***	***баллы***
Февраль	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	-	-	-
Март	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	-	-
Апрель	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов	-	Отжимание Длина	4 балла 4 балла
Май	16 часов (8 занятий)	16 баллов	11,8 часов	8 баллов	Пресс 100м Кросс	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные нормативы	8 баллов
Всего в семестре	64 часа (32 занятия)	**64 баллов**	27,8 часов	**8 баллов**	**28 баллов**	
ИТОГО	**91,8** часа / **100 баллов**					

2 курс, III семестр (осенний)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий контроль			
			Самостоятельная работа		Контактная работа*	
	Освоенные часы (практ. занятия)	*баллы*	*Освоенные часы*	*баллы*	*Контрольные нормативы*	*баллы*
Сентябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	-	-	100м Кросс	4 балла 4 балла
Октябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов		-	-
Ноябрь	16 часов (8 занятий)	16 баллов	8 часов		-	-
Декабрь	16 часов (8 занятий)	18 баллов	9,8 часов	8 баллов	Пресс Отжимание Длина	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные нормативы	8 баллов
Всего в семестре	64 часа (32занятия)	**64 балла**	25,8 часа	**8 баллов**	**28 баллов**	
ИТОГО	**89,8** часов / **100 баллов**					

2 курс, IV семестр (весенний)

Месяц	Практические занятия (контактная работа)		Текущий контроль			
			Самостоятельная работа*		Контактная работа*	
	Освоенные часы (практ. занятия)	*баллы*	*Освоенные часы*	*баллы*	*Контрольные нормативы*	*баллы*
Февраль	8 часов (4занятия)	8 баллов	12 часов	4 балла	-	-
Март	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	4 балла	-	-
Апрель	8 часов (4 занятия)	8 баллов	12 часов	8 баллов	Отжимание Длина	4 балла 4 балла
Май	8 часов (4 занятия)	8 баллов	21,8 часа	24 балла	Пресс 100м Кросс	4 балла 4 балла 4 балла
					Специальные нормативы	8 баллов
Всего в семестре	32 часа (16 занятий)	**32 балла**	57,8 часов	**40 баллов**	**28 баллов**	
ИТОГО	**89,8** часов / **100 баллов**					

4.2.4. Задания (контрольные тесты) для текущего контроля уровня теоретической подготовленности обучающихся по выбранному виду спорта

Контрольные тесты по общей физической подготовке или выбранным видам спорта выполняются обучающимися, для реализации часов, отведенных в программе на раздел «Самостоятельная работа». Тестовое задание содержит вопросы по теории и методике избранного вида спорта или специализации. Для успешного выполнения тестового задания, кроме учебного материала, изучаемого в рамках практических занятий, студентам предлагается список рекомендованной учебно-методической литературы.

1.2.5. Задания к самостоятельной работе для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий. Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 135,2 акад. ч. в течении четырех семестров (в 1 семестре – 23,8 ак.ч.; во 2 семестре – 27,8 ак.ч.; в 3 семестре – 25,8 ак.ч.; в 4 семестре – 57,8 ак.ч.). Результат самостоятельной работы студентов представляется в виде контрольных работ и отчетов в соответствии с учебно-тематическими планами дисциплины утвержденных для ОФП или

специализации, в форме индивидуальных или групповых занятий. Темы для самостоятельной работы по ОФП см. п. 4.2.2., и применительно к видам спорта).

ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

ПОДГОТОВИТЬ ПРЕЗЕНТАЦИЮ НА ТЕМУ:

I курс – Значение утренней гимнастики (особенно в условиях дистанционного обучения)

Презентация должна содержать не менее 12 слайдов, должна быть дополнена необходимыми фотографиями личного исполнения для иллюстрации описанного. Или подготовить видео-ролик по теме презентации с соответствующими комментариями.

II курс – Комплекс упражнений на развитие подвижности суставов и растяжки мышц (понятия подвижности и гибкости, цели, вариант тренировки)

Презентация должна содержать не менее 12 слайдов, должна быть дополнена необходимыми фотографиями личного исполнения для иллюстрации описанного. Или подготовить видео-ролик по теме презентации с соответствующими комментариями.

III курс – Круговая тренировка (понятие КТ, цели и построение, вариант круговой тренировки)

Презентация должна содержать не менее 12 слайдов, должна быть дополнена необходимыми фотографиями личного исполнения для иллюстрации описанного. Или подготовить видео-ролик по теме презентации с соответствующими комментариями.

Правила выполнения видео-заданий смотрите на странице Вконтакте https://vk.com/kafedrasportarxtydist

Правила выполнения презентации (*например*):

- презентация должна включать:

слайд 1 – название презентации, кто выполнил (ФИО – полностью, учебная группа), принадлежность к РХТУ, кафедре физвоспитания;

слайд 2 – введение (что такое утренняя гимнастика, для чего необходима и т.д.)

слайд 3 – описание упражнения 1 (при необходимости использовать 2 слайда). Включает: - описание задействованных в движении мышц.

слайд 4 – описание правильной техники выполнения движения;

- описание часто встречающихся ошибок;
- необходимые фотографии, рисунки, схемы и т.д. выполнения данного упражнения;

слайд n-1 – список используемой литературы и интернет ресурсов. Каждое упражнение необходимо сопроводить ссылками на используемый ресурс

слайд n (заключительный) – «Спасибо за внимание!»

БЖЖ (ДЖИУ ДЖИТСУ)

№	Норматив	Кол-во баллов	Критерии оценки
1	Выседы с разворотом, контрольное время 30 сек Не менее 20 полных оборотов	4	Выполняется из исходного положения: стопы и руки на полу, таз приподнят, взгляд направлен в пол, одновременно оторвать от пола противоположные ногу и руку, зафиксировать положение баланса, развернуть туловище, поменяв местами руку и ногу, взгляд направлен вверх
2	Сгибание рук в упоре лежа с выносом ноги	4	Выполняется из исходного положения: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов

	(отжимание с выседом) Не менее 26 раз – юноши Не менее 16 раз - девушки		относительно туловища, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы на ширине плеч и упираются в пол без опоры. Согнуть локти, задержать положение груди 5 см над полом, разогнуть локти. Поднести руку к плечу, разворачивая туловище в сторону этой руки, вынести противоположную ногу вперед и зафиксировать положение баланса на руке и противоположной ноге на 5 сек. Вернуться в исходное положение.

ДАРТС

Задание 1: Комплекс физических упражнений для разминки студентов, занимающихся дартс.

Требования к выполнению задания: Расписать каждое упражнение (название упражнения, количество повторений и т. д.). Приложить иллюстрацию выполнения упражнений (фотографию, рисунок, презентацию или схему). Указать технические ошибки при выполнении упражнений и методы их исправления.

Задание 2: Комплекс физических упражнений для развития меткости.

Требования к выполнению задания: Расписать каждое упражнение (название упражнения, количество повторений и т. д.). Приложить иллюстрацию выполнения упражнений (фотографию, рисунок, презентацию или схему). Указать технические ошибки при выполнении упражнений и методы их исправления.

Задание 3: Стойка и техника броска дротика в мишень.

Требования к выполнению задания: Назвать тренировочные упражнения для правильной стойки и броска. Расписать их техническое выполнение и указать ошибки. Приложить иллюстрацию выполнения упражнений (фотографию, рисунок, презентацию или схему).

Задание 4: Техника безопасности на занятиях по дартс. Гигиена спортсмена-дартиста.

Требования к выполнению задания: Описать краткое содержание требования по общей технике безопасности (в том числе на занятиях по дартс). Указать недопустимые действия на занятиях.

ОКИНАВА КЭМРО КАРАТЭ (ОКК)

Необходимо выполнить ката №1 «Найханчи».

Требования к заданию

- Снять видео с выполнением ката «Найханчи». Снимаем в фас. Выполняем два раза. Один раз медленно по движениям (можно под счёт). Второй раз в обычном темпе. Не забывать «выкрик» в нужных местах.
- При невозможности видеосъёмки, сделать фотографии себя с описание действий. Задания с одинаковыми (скопированными друг у друга) описаниями приниматься не будут.

Требования к видео

Характеристики. Вес видео **не больше 200 Мб.** Если будет много весить, то сжать до необходимого размера. В названии файла указать ФИО (полностью), учебную группу.

Требования к фото

Формат любой. **Ориентация:** книжная и (или) альбомная. Оформить документы в формате «**Word»** или сделать презентацию в «**Powerpoint».** Фотографии сделать только первой части ката. Т.к. оно выполняется зеркально, то отобразить этот момент следующим текстом («далее движения ката повторяются в другую сторону (зеркально), начиная с фото … и заканчивая фото …) Далее снять концовку с выходом в исходное положение.

ПАНКРАТИОН

№	Норматив	Кол-во баллов	Критерии оценки
1	Поднимание туловища из положения лежа на спине с ударами, контрольное время 1 мин не менее 40 раз – девушки не менее 50 раз – юноши	4	Выполняется из исходного положения: лежа на спине, на гимнастическом мате, руки возле головы, лопатки касаются мата, ноги согнуты в коленях под прямым углом, ступни прижаты к полу, допускается фиксирование предметом или партнером. В верхней точке выполняющим производятся два прямых удара руками. Счет озвучивается выполняющим четко и ясно.
2	Берпи, контрольное время одна минута не менее 25 раз – юноши не менее 20 раз – девушки	4	Исходное положение основная стойка. Перейти в упор лежа на согнутые в локтях руки, коснуться пола грудью и бедрами, перейти в положение упор присев, выпрыгнуть вверх с одновременным хлопком руками над головой. Счет озвучивается выполняющим четко и ясно.

РЕГБИ

Задание 1 Описание жестов судей в регби

Требования:

Подробно описать жесты судей в регби (не менее 3-х сигналов). Обратить внимание на жесты не только судьи в поле, но и боковых арбитров

- дать характеристику игровой ситуации в которой подается тот или иной сигнал судьи. Наглядно продемонстрировать описываемый сигнал (схема, рисунок или фотоматериалы). Фотофиксация с участием спортсмена приветствуется.

Задание 2 Тактика игры в атаке и тактике игры в защите в регби-7

Требования:

Описать принципы игры в атаке/обороне, описать способы реализации этих принципов, физические качества спортсмена, необходимые на ваш взгляд для игры в атаке/обороне. Дать характеристику 2-3 техническим действия особенно важных в том или ином компоненте игры (каждое техническое действие – дать название, описать выполнение, указать на особенности выполнения действия);

- студенты с четными номерами учебных групп описывают тактику игры в АТАКЕ,
- студенты с нечетными номерами учебных групп описывают тактику игры в ОБОРОНЕ.

САМБО, ДЗЮДО

№	Норматив	Кол-во баллов	Критерии оценки
1	Прыжки с подтягиванием колен к груди, контрольное время 30 сек Не менее 15 раз – девушки Не менее 20 раз - юноши	4	Упражнение выполняется из исходного положения: упор присев - колени вместе, руки опираются около носков снаружи, голова прямо, резким махом рук вверх происходит выпрыгивания из положения упор присев, в верхней точке колени касаются груди, далее следует возврат в исходное положение. Приземление выполняет мягко, на согнутые ноги, с последующим переходом в исходное положение

2	Сгибание и разгибание рук в положение упор лежа с подносом колена к локтю Не менее 26 раз – юноши Не менее 16 раз - девушки	4	Выполняется из исходного положения упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов относительно туловища, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры. Согнуть руки в локтевых суставах, зафиксировать положение и поднести одноименную, ногу, согнутую в коленном суставе к локтю, коснуться коленом локтя. Вернуться в исходное положение. Произвести те же действия другую руку и ногу

ШАШКИ

Задание 1: Необходимо подготовить обзор краткой биографии 2 ух известных шашистов (ок) (не менее 3 стр формата А4, шрифт 12 TR). К биографии необходимо приложить одну из интересных партий данного спортсмена, оформленную в соответствующем бланке записи партии (данные партии идут отдельными страницами и не учитываются в 3 страницах выше). Необходимо биография спортсмена, который добился успехов в РУССКИХ шашках (не стоклеточных).

Задание 2:

Необходимо объяснить каждый термин, а также привести примеры в виде диаграммы - шашечная доска с соответствующей расстановкой шашек:

а). Любки

б). Оппозиция

в). Столбняк

г). Эндшпиль

д). Гамбит

Задание 3:

Сравните разные виду шашек между собой: русские, международные, американские, бразильские. Подготовьте таблицу сравнения, согласно различиям в правилах не менее 8 пунктов).

Чтобы получить максимальное количество посещений, необходимо предоставить видеоматериалы по всем пунктам, представленным в Таблице 2.

№	Задание	Кол-во посещений	Что оценивается
1	Биография известных шашистов	3	Степень самостоятельной аналитической работы
2	Основные термины в шашках	3	Уровень владения терминами данной специализации: понимание и практическое применение
3	Различные виды шашек	2	Уровень знаний по различным направлениям данного вида спорта

ШАХМАТЫ

Задание 1: на сайте https://lichess.org решить 10 комбинаций (задач) количество попыток уже не ограничено.

Задание 2: на сайте https://lichess.org нужно провести 8 игр классических 30+20.

Задание 3: на сайте https://lichess.org нужно провести 8 игр рапид 10+5.

Чтобы получить максимальное количество посещений, необходимо предоставить скриншоты (обязательно скриншот с тем же ником, что и в случае с Частью 1) по всем пунктам, представленным в Таблице 2.

Таблица 2 – Блок 3. Часть 2. Шахматы.

№	Задание	Кол-во посещений	Что оценивается
1	Комбинации	2	Степень самостоятельной аналитической работы
2	Игры со стандартным контролем	3	практическое применение знаний
3	Игры с ускоренным контролем	3	практическое применение знаний

5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

5.1. ФОС для **промежуточной аттестации** обучающихся по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является *зачет*.

5.2. Оценивание обучающегося на зачете

Оценка зачета	**Требования к знаниям**
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он регулярно посещает все практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»; выполнил контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на максимальный результат; выполнил контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на результат ниже максимально установленного, но принимал активное участие в соревнованиях (первенствах университета по различным видам спорта), зарабатывая премиальные баллы; усвоил и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке; умеет составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта; владеет техникой выполнения упражнений в выбранном виде спорта, а также знаем правила судейства в выбранном виде спорта
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал. грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине. Регулярно посещал практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»; выполнил контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта на удовлетворительный

Оценка зачета	Требования к знаниям
	результат; знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке; умеет составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта; владеет техникой выполнения упражнений в выбранном виде спорта; знает правила судейства в выбранном виде спорта
«удовлетво-рительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Выполняет контрольные нормативы по общей физической подготовке или выбранному виду спорта и получает минимальный бал (либо пытался сдавать, но не выполнил на минимальный результат); знает и выполняет технику безопасности на практических занятиях по выбранному виду спорта или общей физической подготовке; имеет незначительное представление как составлять комплекс упражнений по выбранному виду спорта, но самостоятельно провести практический раздел не может; имеет незначительное представление о технике выполнения упражнений в выбранном виде спорта, или владеет этой техникой недостаточно хорошо; не достаточно регулярно посещает практические занятия, установленные ФГОС РФ, по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»
«неудовлет-ворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала. неуверенно отвечает. допускает серьезные ошибки. не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине. Не посещал практические занятия, установленные ФГОС РФ по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»; не сдавал контрольные нормативы (тесты) по обще физической подготовке или выбранному виду спорта

5.3. Вопросы (практические тесты) к зачету для промежуточной аттестации (определение уровня физической подготовленности обучающихся по выбранному виду спорта)

Форма проведения промежуточной аттестации – контрольные нормативы по общей физической подготовке, а также контрольные нормативы по выбранному виду спорта.

Практическое занятие, на котором происходит прием контрольного норматива – длительность тестирования – 90 минут (каждое занятие). На одном практическом занятии допускается прием только одного контрольного норматива, с целью недопустимости физической перегрузки и уставания обучающегося.

Практические тесты (контрольные нормативы) по выбранному виду спорта для основного и спортивного отделения отличаются. Также для студентов спортивных отделений обязательным критерием является участие в соревнованиях различного ранга (от ведомственного уровня до международного). Классификация и ранг соревнований для участия, определяется уровнем спортивного мастерства студента спортивного отделения.

5.3.1. Вопросы (практические тесты) к зачету для промежуточной аттестации – для ОСНОВНОГО отделения (проводятся в конце каждого семестра), для определения уровня физической подготовленности обучающихся по выбранному виду спорта:

ДЖИУ ДЖИТСУ (БЖЖ)

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
Техника прохода защитной позиции «открытый гард», 2 минуты			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
2. Техника защиты от прохода открытого гарда, 2 минуты			
2 балла		1 балла	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. Сабмишн (болевой или удушающий прием), защита, 2 приема			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Правила выполнения контрольных нормативов
«БРАЗИЛЬСКОЕ ДЖИУ-ДЖИТСУ»

1. Пояснение к выполнению норматива «Техника прохода защитной позиции «открытый гард», 2 минуты»:

Контрольный норматив выполняется на сопротивляющемся сопернике. За 2 минуты необходимо пройти открытый гард партнера и занять доминирующую позицию. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе.

2. Пояснение к выполнению норматива «Техника защиты от прохода открытого гарда, 2 минуты»:

Контрольный норматив выполняется на сопротивляющемся сопернике. За 2 минуты необходимо произвести правильные защитные действия в открытом гарде против действий партнера. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе.

3. Пояснение к выполнению норматива «Сабмишн (болевой или удушающий прием), 2 приема»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Студент, выполняющий контрольный норматив выбирает на свое усмотрение два любых болевых или удушающих приема и варианты защиты от этих приемов.

ДАРТС

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. Упражнение на меткость (количество очков)	90	80	70	60
2. Упражнение по секторам	4	3	2	1

(количество раз)				

Правила выполнения 1-го норматива:

- упражнение выполняется на расстоянии 2,37 метра от мишени за линией. Мишень висит на высоте 1,73 метра от пола. Стойка выполняющего бросок произвольная. Наступать на линию нельзя.
- используется 6 дротиков (2 подхода о 3 дротика)
- необходимо набрать максимальное количестве очков.

Правила выполнения 2-го норматива:

- упражнение выполняется на расстоянии 2,37 метра от мишени за линией. Мишень висит на высоте 1,73 метра от пола. Стойка выполняющего бросок произвольная. Наступать на линию нельзя.
- используется 9 дротиков;
- сектор выбирает преподаватель.
- при попадании дротика в «удвоение» или «утроения» баллы удваивается или утраивается.

ОКИНАВА КЭМПО КАРАТЭ (ОКК)

Норматив № 1 (максимальная оценка 4 балла)

Кихон (Базовая техника):

- стойка «Найханчи дачи» на месте и в перемещении на 10 шагов
(все года обучения)
- стойка «Сэйсан дачи» на месте и в перемещении на 10 шагов
(все года обучения)

Описание норматива:

1.1. Стойка «Найханчи дачи».

1. Ступни ног должны быть параллельны, расстояние между ними — две ширины плеч (может быть несколько меньше или больше — в зависимости от длины ног).
2. Спина и ягодицы в одной вертикальной плоскости. Грудь раскрыта.
3. Голени перпендикулярны полу, бёдра находятся к полу под небольшим углом.
4. Колени раздвинуты в стороны – врозь.
5. Руки вперёд книзу, левая кисть немного поверх правой.
6. Вес тела приходится на внутренние стороны стоп, равномерно распределяясь между обеими ногами.
7. Центр тяжести в области груди.

Перемещение в стойке «Найханчи дачи».

1. Стоим боком к линии перемещения.
2. Выполняем перемещение с поворотом головы и корпуса, через скрестный шаг. Задняя нога поверх передней.
3. Не меняем высоту стойки.
4. После шага стойка не болтается.

Первый год обучения выполняют стойку без проверки на устойчивость.

Второй и третий год обучения – стойка проверяется на устойчивость. Экзаменатор создаёт внешнее давление. Важно, чтобы стойка не сломалась, чтобы не было упора на сзадистоящую ногу и не было потери равновесия.

Баллы снимаются:

1. за потерю равновесия
2. за опускание взгляда вниз
3. за неконтролируемое падение вперёд
4. за опускание центра тяжести вниз

1.2. Стойка «Сэйсан дачи».

2. Основная атакующая стойка с выпадом вперёд

3. Длина стойки — две ширины плеч, ширина — одна ширина плеч.
4. Стопа передней ноги развёрнута внутрь. Стопа задней ноги развёрнута вперёд.
5. Колено впередистоящей ноги находится над серединой стопы.
6. Корпус наклонён вперёд, в результате чего задняя нога и корпус образуют прямую линию.
7. Таз немного повернут, а грудь смотрит вперед.
8. Положение рук двойной блок. Подмышки «закрыты». Кулаки примерно на высоте плеч, задняя рука немного ниже.
9. Центр тяжести в области груди.
10. Перемещение в стойке.

Перемещение в стойке «Сэйсан дачи».

1. Стопа передней ноги разворачивается вперёд. После чего колено подаётся вперёд и переносится вес тела.
2. Задняя нога подтягивается к передней, после чего совершает выход вперёд на две ширины плеч и в сторону на одну ширину плеч — для сохранения ширины стойки.
3. Во время перемещения высота стойки не изменяется.
4. Руки симметрично меняют своё положение.

Первый год обучения выполняют стойку без проверки на устойчивость.

Второй и третий год обучения – стойка проверяется на устойчивость. Экзаменатор создаёт внешнее давление. Важно, чтобы стойка не сломалась, чтобы не было упора на сзадистоящую ногу и не было потери равновесия.

Баллы снимаются:

1. за потерю равновесия
2. за опускание взгляда вниз
3. за неконтролируемое падение вперёд
4. за опускание центра тяжести вниз

Норматив № 2 (максимальная оценка 4 балла)

Ката (Формальный комплекс):

Описание комплексов в приложении

- ката «Найханчи» 1, 2, 3 год обучения
- ката «Сэйсан» 2, 3 год обучения

Ката выполняется по два раза.

Первый раз под счёт (по команде). Второй раз самостоятельно.

Оценивается:

1. точная последовательность движений
2. выкрик (кимэ) в необходимых местах
3. уверенность в движениях
4. сила (мощь)
5. зажимание кулаков
6. осанка
7. правильность стоек
8. удержание и перемещение центра тяжести в блоках и ударах
9. присутствие центробежной силы в блоках и ударах

ОПИСАНИЕ ФОРМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

(с иллюстрациями)

Ката «Найханчи»

Траектория перемещения - это одна прямая линия, единственная стойка – найханчи дачи.

рис. 1 – 4

И.П. Основная стойка руки по швам. Выполняется поклон и произносится название ката. Далее выход в позицию готовности. Руки двигаются вперёд и вниз. Левая ладонь поверх правой. Стопы вместе. (рис.1-4)

рис. 5 – 8

Поворот головы вправо и смещение вправо через скрестный шаг (левая нога поверх правой). Выход в стойку найханчи дачи с блоком тыльной стороной ладони. Правая рука уходит на пояс. Затем выполняется удар левым локтем по правой ладони. (рис.5-8)

рис. 9 – 12

Поворот головы влево, кулаки у груди справа. Нижний блок левой рукой. И сразу прямой удар рукой найханчи дзуки. Зашаг правой ногой поверх левой. (рис.9-12)

рис. 13 – 16

Поворот головы вперед, приход в найханчи дачи. Затем блок изнутри наружу правой рукой. Правая рука встречается с левой. Правая двигается по дуге вниз, а левая по дуге вверх. Выполняем двойной блок. (рис.13-16)

рис. 17 – 20

Удар левой рукой (тыльной стороной кулака) с одновременной защитой левой рукой среднего уровня. Поворот головы влево. Резким движением сгибаем левое колено и касаемся стопой правого бедра. Вес стараемся не переносить на опорную ногу. Возвращаемся в найханчи дачи и левой рукой, с поворотом корпуса влево, выполняем отводящий блок. С поворот головы вправо корпус и руки возвращаются в исходное положение. (рис.17-20)

рис. 21 – 24

Резким движением сгибаем правое колено и касаемся стопой левого бедра. Вес стараемся не переносить на опорную ногу. Возвращаемся в найханчи дачи и правой рукой выполняем атакующий удар. Кулак смотрит вверх. С поворотом головы влево подтягиваем кулаки к груди справа. Двойной удар руками моротэ дзуки. В этот момент выполняется выкрик (киай). (рис.21-24)

рис. 25

Блок тыльной стороной левой ладони. Правая рука уходит на пояс. (рис.25)

Далее движения ката повторяются в другую сторону (зеркально), начиная с рисунка 7 и заканчивая рисунком 24.

рис. 26 – 29

Окончание ката. Подтягиваем правую ногу к левой. Возвращение в исходное положение. (рис.26-29)

рис. 30 – 31

Поклон. (рис.30-31)

Во время выполнения ката, все положения должны быть стабильными и чёткими. Кости хорошо связаны. При перемещениях высота стойки не меняется, голова на одной высоте. Центр тяжести держать в области груди и не опускать его вниз. Всё ката выполнять с максимально сильно сжатыми кулаками.

Ката «Сэйсан»

Перемещения выполняются по разным направлениям в стойке сэйсан дачи.

Это боевое ката. Цель увеличить силу удара и научиться свободно перемещать свой центр тяжести.

рис. 1 – 4

И.П. Основная стойка руки по швам. Выполняется поклон и произносится название ката. Далее выход в позицию готовности. Руки перед грудью, ладони вверх одновременно с шагом левой в позицию ноги врозь. Зажимаем кисти в кулаки. (рис.1-4)

рис. 5 – 8

Не разжимая кулаки руки вперёд книзу. Шаг правой ногой вперёд в стойку сэйсан дачи. Руки через скрестное движение в положение двойной блок. Левая рука двигается на пояс по дуге вниз. (рис.5-8)

рис. 9 – 12

Левой рукой наносим прямой удар сэйсан дзуки. Медленно возвращаем левую руку в позицию двойного блока. Выполняем шаг левой ногой вперёд в стойку сэйсан дачи. (рис.9-12)

Далее зеркально повторяем действия рис.8-10 для левой руки и ещё раз меняя стойку для правой. Принимаем позицию рис.11

рис. 11

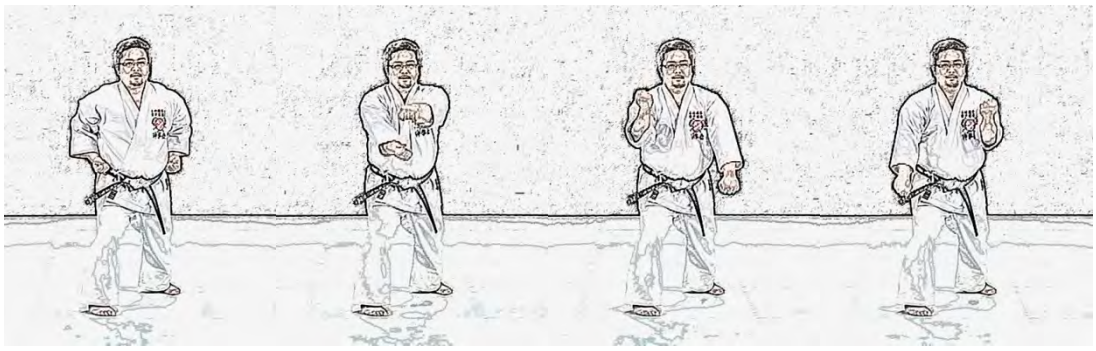


рис.12 – 15

Руки на пояс. Двойной удар руками вперёд моротэ дзуки. Левая рука сверху. Правая рука встречается с левой. Правая рука двигается по дуге вверх, а левая по дуге вниз. Выполняем двойной блок два раза, меняя положение рук. (рис.12-15)

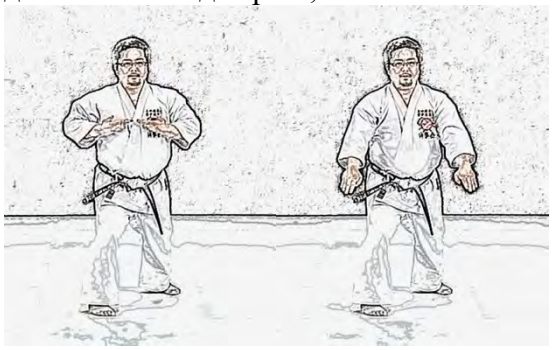


рис. 16 – 17

Руки перед грудью ладони вверх. Руки вперёд книзу. (рис.16-17)

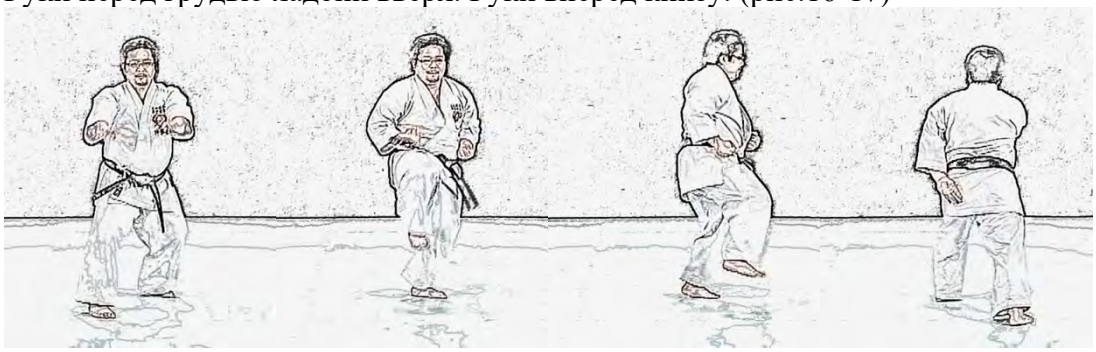


рис. 18 – 21

Имитируем захват за пояс и наносим удар правым коленом выполняя разворот на 180 градусов влево. Правая рука вперёд ладонью вверх. Левая рука вниз, тыльной стороной ладони на бедро. (рис.18-21)

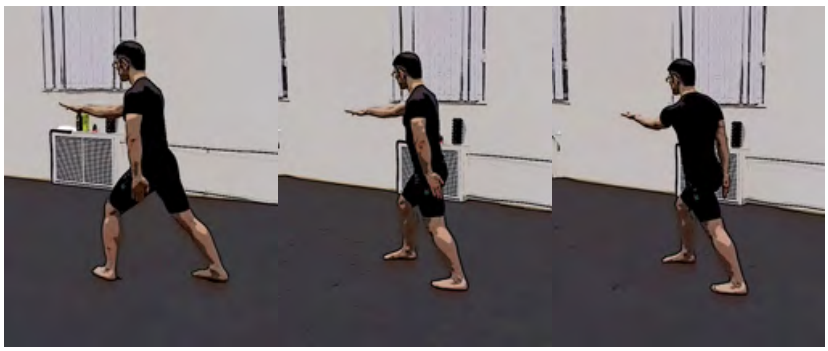


рис. 22 – 24

Разворачиваем ладонь правой руки вниз и выполняем шаг правой ногой в стойку сэйсан дачи. И меняем положение рук. (рис.22-24)

Повторяем действия с рис.22-24 для левой руки и ещё раз меняем стойку.

Выходим в позицию сэйсан дачи правая рука впереди ладонь вверх. (рис.25)

рис. 25

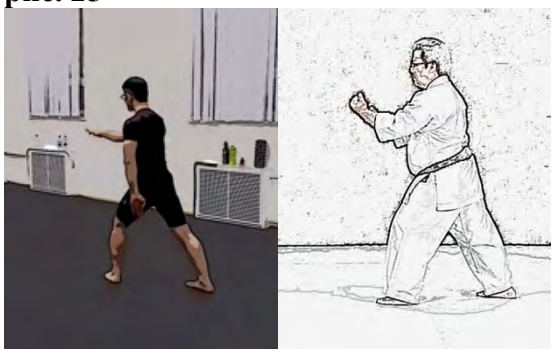


рис. 26 – 27

Разворачиваем ладонь правой руки вниз. Вращаемся на левой ноге и выполняем поворот корпуса влево на 90 градусов. Руки выполняют двойной блок. (рис.26-27)

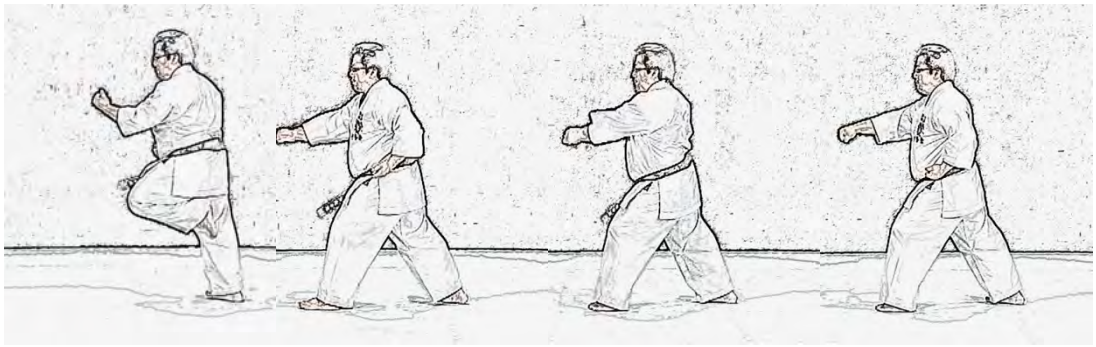


рис. 28 – 31

Подтягиваем левую пятку к ягодице, а правую руку на пояс. Выполняя шаг вперёд этой же ногой, наносим три прямых удара руками сэйсан дзуки. В этот момент выполняется выкрик (киай).

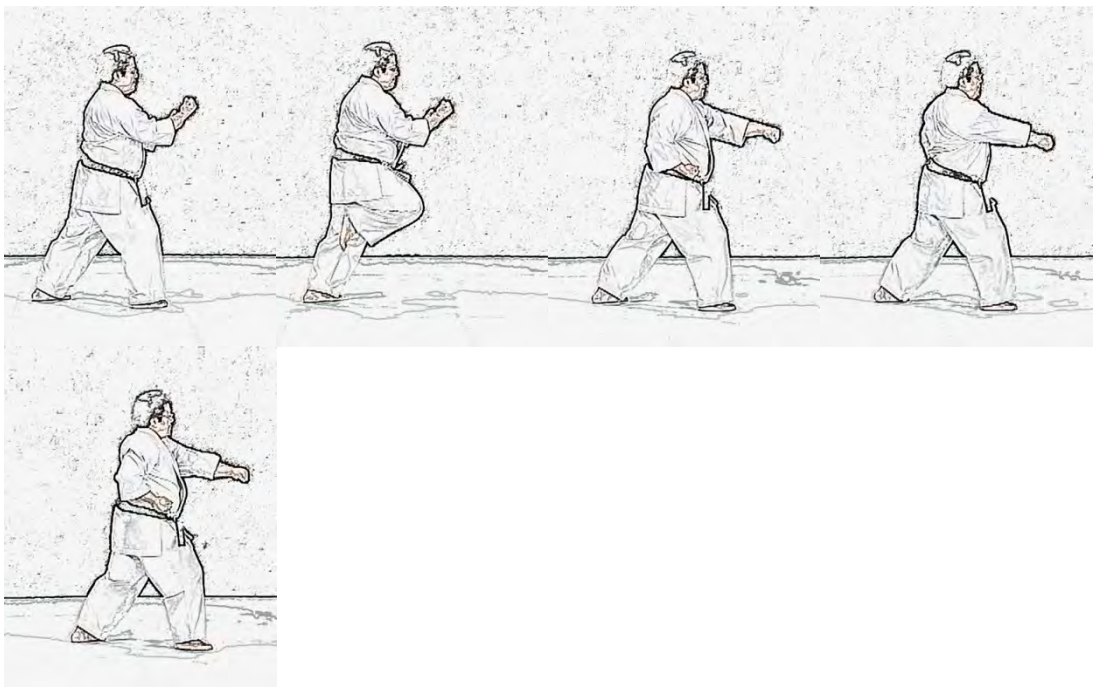


рис. 32 – 36

Выполняем разворот корпуса на 180 градусов вправо. Далее повторяются действия рис.28-31 для правой ноги и рук. В этот момент выполняется выкрик (киай). (рис.32-36)

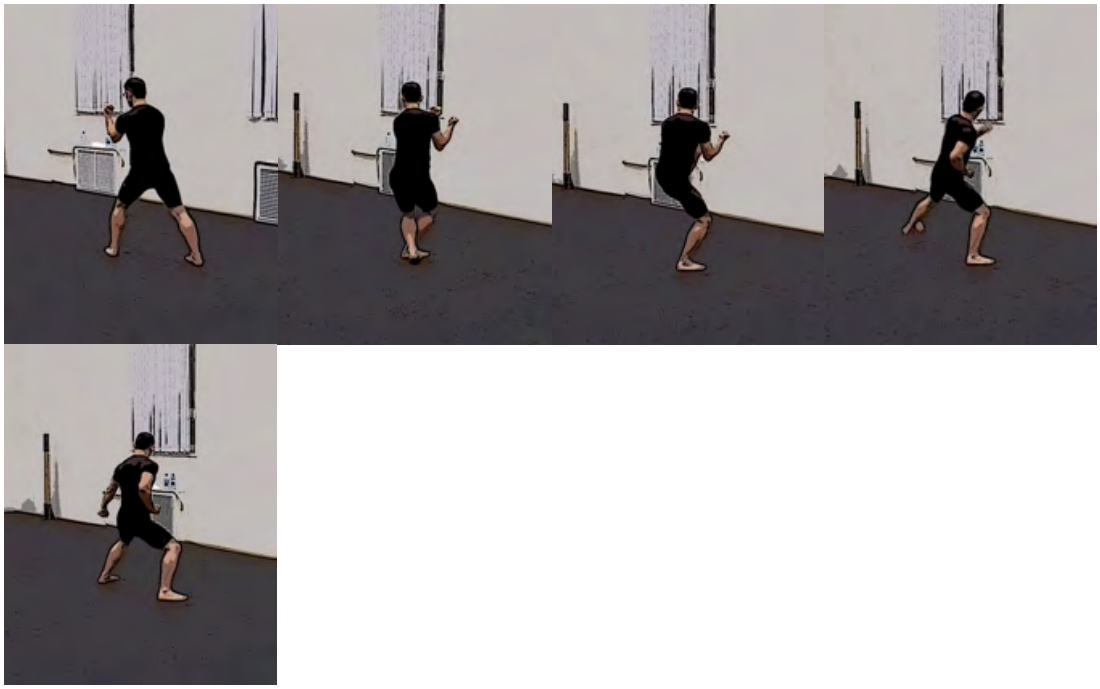


рис. 37 – 41

Поворот корпуса на 90 градусов влево с шагом левой ногой вперёд. Руки в позиции двойного блока. Далее скрестный шаг вперёд, правая нога поверх левой ноги. Подтягиваем левое колено к груди. Наносим боковой удар левой ногой вперёд вниз. Левая рука к голове. Правая на поясе. С постановкой левой ноги и выходом в стойку найханчи дачи выполняем нижний блок левой рукой. (рис.37-41)

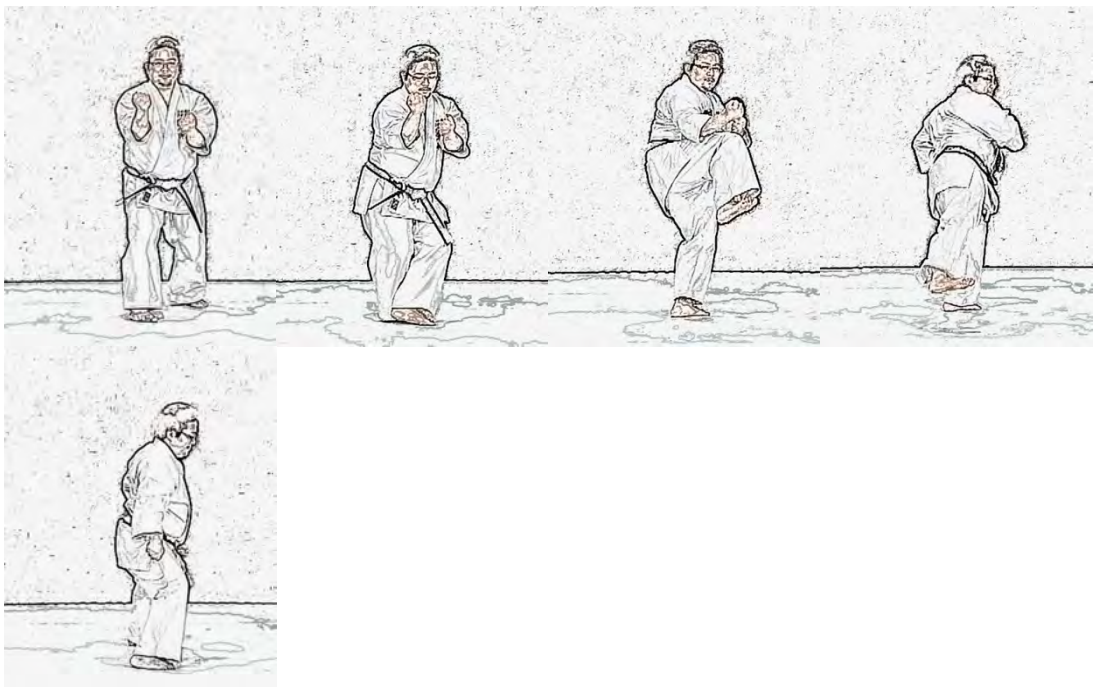


рис. 42 – 46

Разворот вправо на 90 градусов в стойку сэйсан дачи. Далее повторяются действия рис.37-41 для правой ноги и руки. (рис.42-46)

рис. 47 – 49

Правую руку на пояс, а ладонью левой руки наносим хлопающий удар по стопе правой ноги. Возвращаясь в стойку найханчи дачи, ладонь левой руки направляем вниз. Правая рука на поясе. Наносим правой рукой прямой удар вниз, левую на пояс. (рис.47-49)

рис. 50 – 53

Шаг назад правой ногой в стойку сэйсан дачи с вращением корпуса на 90 градусов вправо. Руки на пояс. Двойной удар руками вперёд моротэ дзуки. Правая рука сверху. В этот момент выполняется выкрик (киай).

Подтягиваем левую ногу к правой стопы вместе. Руки не двигаются. Пол шага вперёд правой ногой. Вес на левой ноге. Руки выполняют круговое движение по часовой стрелке и меняются местами. Левой рукой прикрываем шею, правой центр тела и пах. (рис.50-53)

рис. 54 – 56

Завершаем ката теми же действиями, что и в начале на рис. 3-5 (рис.54-56)

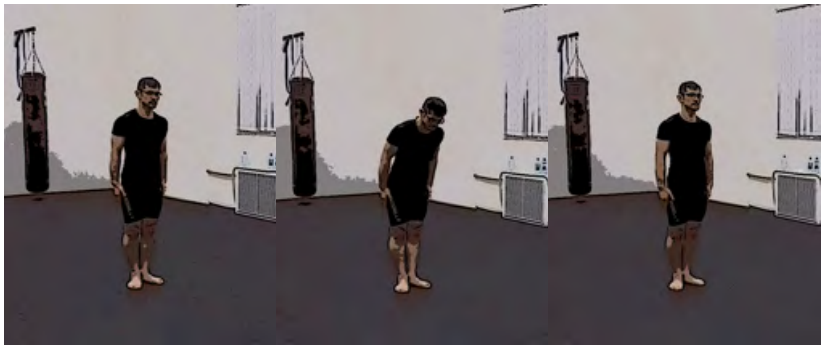


рис. 57 – 59

Подтягиваем правую ногу к левой и выполняем поклон. (рис.57-59)

Во время выполнения ката, все положения должны быть стабильными и чёткими. Кости хорошо связаны. В движениях использовать центробежную силу. Всё ката выполнять с максимально сильно сжатыми кулаками.

ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ

Осенний семестр (без снега)

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Женщины			
1. Кросс 3 000 м , мин (Уделить внимание равномерности распределения сил на дистанции)			
14,30	15,00	15,30	16,00
2. Отжимание за 30 сек, кол-во раз (при отжимании корпус прямой, грудь касается теннисного мяча)			
20	18	16	15
Мужчины			
1. Кросс 5 000 м, мин (Уделить внимание равномерности распределения сил на дистанции)			
19,00	19,40	20,20	21,00
2. Отжимание за 30 сек, кол-во раз (при отжимании корпус прямой, грудь касается теннисного мяча)			
30	27	25	22

Весенний семестр

1.	Передвижение на лыжах по кругу свободным и классическим стилем в течение 15 минут. Обратить внимание на посадку (низкая или	Оценивается техника передвижения, максимально – 4 балла

	слишком высокая), на наклон туловища (чрезмерный или недостаточный), на недостаточно сильный толчок ногой, слабое отталкивание руками, двухопорное скольжение.	
2.	Преодоление подъемов и спусков в течение 15 минут. Обратить внимание на маховый вынос согнутой в колене ноги бедром вперед (а не стопой), на уменьшение длины шага и увеличение частоты движений, на более мощное отталкивание ногой и рукой при подъеме «елочкой», на обязательное исключение при этом подъеме скольжения лыж. При преодолении спусков следить за устойчивым равновесием за счет более широкой постановки лыж, разведения рук в стороны, движений туловищем.	Оценивается техника передвижения, максимально – 4 балла

ПАНКРАТИОН

Осенний семестр

Первый год обучения

ДЕВУШКИ		**ЮНОШИ**	
1. «Борьба в партере» a. Проход закрытого гарда b. Сайд-маунт, маунт, бэк-маунт, север-юг c. Болевой приём «армбар» из положения «закрытый гард» d. Удушающий приём «треугольник» из положения «закрытый гард»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Ударная техника. Тренировочный спарринг, 2 минуты»			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)» a. Проход в две ноги b. Задняя подножка			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Второй год обучения

ДЕВУШКИ	**ЮНОШИ**
1. «Борьба в партере» a. Виды гарда b. Выходы из маунта и сайд-маунта c. Переход на болевой приём «армбар» из положения «фул-маунт».	

d. Переход на болевой приём «кимура», «американа» из положения «фул-маунт»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Свипы» (перевороты), улучшение позиции a. Скизор свип b. Батерфляй свип			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)» a. Бросок через бедро b. Передняя подножка c. Бросок через голову. Варианты			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Третий год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» a. Выход из бэк-маунта b. Болевой приём «рычаг колена» c. Удушающий приём «север-юг»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Ударная техника. Тренировочный спарринг, 2 минуты»			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)» a. Бросок «двойной подбив» b. Бросок через грудь c. Бросок через плечи d. Перевороты (боковой, передний)			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Правила выполнения контрольных нормативов «ПАНКРАТИОН»

1. Пояснение к выполнению норматива «Борьба в партере»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на

прием и его выполнение. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе. Студент выполняет все представленные в нормативе приемы.

2. Пояснение к выполнению норматива «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Контроль соперника после броска.

3. Пояснение к выполнению норматива «Свипы (перевороты), улучшение позиции»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе.

4. Пояснение к выполнению норматива «Ударная техника. Тренировочный спарринг, 2 минуты»:

Контрольный норматив выполняется во время тренировочного спарринга длительностью 2 минуты. Оценивается техника защиты, атак и контратак на сопротивляющемся сопернике. Умение вести спарринг.

Весенний семестр

Первый год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» e. Проход открытого гарда f. Болевой приём «кимура» из положения «закрытый гард» g. Болевой приём «омоплата» из положения «закрытый гард»			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Свипы» (перевороты), улучшение позиции a. Флауэр свип b. Кимура свип			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)» c. Проход в одну ногу с ударной комбинацией d. Подсечки (боковая, задняя, передняя, задняя с падением) e. Защита от прохода в ноги			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Второй год обучения

ДЕВУШКИ	ЮНОШИ
1. «Борьба в партере» e. Де ла рива гард». Проход, защита от прохода f. Удушающий приём «треугольник руками» g. Болевой приём «ущемление ахиллова сухожилия»	

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Ударная техника. Тренировочный спарринг, 2 минуты»			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)» d. Зацепы (снаружи, изнутри, под одноимённую ногу, под разноимённую ногу) e. Бросок через спину. Варианты f. Подхват под одну ногу, подхват под две ноги			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Третий год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере». Не менее 5 приемов			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Свипы» (перевороты), улучшение позиции. Не менее 5 приёмов			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	
3. «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)». Не менее 5 приёмов			
2 балла		1 балл	
Техника выполнения приемов и их понимание			
>50%		<50%	

Правила выполнения контрольных нормативов ПАНКРАТИОН

1. Пояснение к выполнению норматива «Борьба в партере»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе. Студент выполняет все представленные в нормативе приемы.

2. Пояснение к выполнению норматива «Тэйкдаун (перевод из стойки в партер)»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Контроль соперника после броска.

3. Пояснение к выполнению норматива «Свипы (перевороты), улучшение позиции»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием

перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Оценивается контроль противника, правильная осанка в борьбе.

4. Пояснение к выполнению норматива «Ударная техника. Тренировочный спарринг, 2 минуты»:

Контрольный норматив выполняется во время тренировочного спарринга длительностью 2 минуты. Оценивается техника защиты, атак и контратак на сопротивляющемся сопернике. Умение вести спарринг.

РЕГБИ

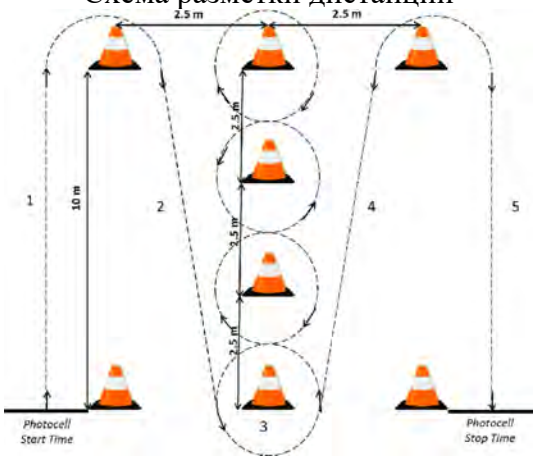
ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Тест AGILITY (оценка быстроты, координации игрока, скоростной выносливости), сек							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
16,5	16,7-17,2	17,2-18,2	18,5 и более	14,5	14,7-15,2	15,2-16,2	16,5
2. Силовой тест							
Девушки – отжимание на брусьях, кол-во раз, время не ограничено				Силовой тест (юноши – подтягивание на перекладине), кол-во раз			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Более 10	10-7	6-4	Менее 4	Более 12	12-9	8	6

Правила выполнения контрольных нормативов

1. Тест AGILITY

Бег с мячом в руках по размеченному пространству. Исходное положение: мяч лежит на земле на линии старта, игрок находится в положении «высокого старта». Как только игрок поднимет мяч, запускается секундомер. Испытуемый проходит размеченную дистанцию и кладет мяч на землю. Секундомер останавливается.

Схема разметки дистанции



2. Силовой тест.

Юноши выполняют тест из виса на перекладине, хват прямой. Сгибая руки подтянуться (подбородок выше перекладины), разгибая руки вернуться в исходное положение вис.

Девушки выполняют отжимание на брусьях. Исходное положение: упор на прямых руках на рукоятках параллельных брусьев. Сгибая руки в локтях опустить тело вниз до уровня плеч. Разгибая руки отжаться от брусьев и вернуться в исходное положение. Возврат в исходное положение фиксируется.

САМБО

Осенний семестр

Первый год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» a. Удержание сбоку, поперек, верхом, со стороны головы b. Рычаг локтя из удержания сбоку c. Узел плеча из удержания поперек d. Рычаг локтя из удержания поперек e. Рычаг локтя с захватом руки соперника между ног			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в стойке» a. Задняя подножка (классическая, с захватом одной руки соперника, с захватом за спину) b. Боковая подсечка c. Передняя подсечка d. Задняя подсечка с падением			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Второй год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» a. Переход на рычаг локтя с захватом руки соперника между ног b. Переворот из среднего и высокого партера с захватом дальней руки соперника на удержание поперек			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в стойке» a. Зацеп изнутри b. Зацеп снаружи c. Бросок через бедро с захватом соперника за пояс сзади d. Бросок через спину с захватом соперника под плечо или с захватом за отворот куртки			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Третий год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» a. Выведение соперника из глухого партера с переходом на удержание со стороны головы b. Переворот из среднего и высокого партера с захватом шеи под плечо на удержание сбоку			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

2. «Борьба в стойке» a. Комбинации бросков (индивидуальная техника)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Правила выполнения контрольных нормативов «САМБО»

1. Пояснение к выполнению норматива «Борьба в партере»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Студент самостоятельно выбирает не менее двух приемов из предложенных вариантов.

2 Пояснение к выполнению норматива «Борьба в стойке»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Контроль соперника после броска. Студент самостоятельно выбирает не менее двух приемов из предложенных вариантов.

Весенний семестр

Первый год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» a. Переходы на удержания b. Переходы на болевые приемы			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в стойке» e. Передняя подножка f. Подхват под обе ноги g. Подхват под одну ногу h. Боковой переворот			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Второй год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
1. «Борьба в партере» c. Ущемление икроножной мышцы d. Рычаг коленного сустава e. Ущемление ахиллова сухожилия			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в стойке» e. Бросок через плечи f. Бросок через грудь g. Двойной подбив («ножницы») h. Передний переворот			

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Третий год обучения

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
2. «Борьба в партере» c. Серия из болевых приемов (индивидуальная техника)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%
2. «Борьба в стойке» b. Комбинации бросков (индивидуальная техника)			
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Техника выполнения приемов и их понимание			
>85%	70-85%	50-70%	<50%

Правила выполнения контрольных нормативов «САМБО»

4. Пояснение к выполнению норматива «Борьба в партере»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике в положении партера. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Студент самостоятельно выбирает не менее двух приемов из предложенных вариантов.

5. Пояснение к выполнению норматива «Борьба в стойке»:

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение. Контроль соперника после броска. Студент самостоятельно выбирает не менее двух приемов из предложенных вариантов.

ШАШКИ

Первый год обучения

1. Правила проведения соревнований: виды и характер соревнований, контрольные часы и пользование ими, санкции (Необходимо предоставить наиболее полный ответ, 4 бал)
2. Бланки с записью минимум 10-ти партий (4 бал).

Второй год обучения

1. Представьте, что Вы судья соревнований: опишите все процессы, начиная от подготовки к организации соревнований до награждения победителей и решения спорных ситуаций (5 бал).
2. Решение задач (выдает преподаватель). 3 задачи на поиск различных ударов и комбинаций. (3 бал)

Третий год обучения

1. Правила проведения блиц-турниров: нормы, правила для участников, болельщиков, санкции (2 бал)
2. Решение задач (выдает преподаватель). 3 задачи на поиск различных ударов, комбинаций, дамочных окончаний (6 бал).

Правила выполнения контрольных нормативов

Задание 1: Необходимо самостоятельно изучить историю развития шашечной нотации, историю возникновения бланков для записи партий, правила заполнения бланков. Написать краткий конспект изученных материалов (3 страницы: 1-2 страница – ФИО, группа, конспект изученных материалов; 3 страница – список литературы. Строгое соблюдение: шрифт Times New Roman 12, междустрочный интервал 1,5).
Необходимо подробно ответить на следующие вопросы в конспекте: периоды развития шашечной нотации (что было раньше и что сейчас), для чего необходима шашечная нотация, что из себя представляет бланк для записи партий, для чего он необходим, основные правила заполнения данного бланка во время партии.

Задание 2: Сыграть 5 партий с запись, согласно изученным правилам ранее и оформления записи в бланках. Возможна игра, как с реальными игроками, так и с компьютером. Правильно выполненный комплекс в установленный срок будет оценен как специальные нормативы (максимально – 8 баллов). Все графы в бланке должны быть заполнены, а именно ФИО игроков, номера ходов, ходы, результат, время затраченное на партию каждым игроков, подпись (возможно просто проставить в графе ФИО). Предоставление работы в формате WORD (не фото).

ШАХМАТЫ

Осенний семестр

Первый год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 7 баллов.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Одна задача на поиск различных ударов и комбинаций, max 1 балл.

Второй год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 5 баллов.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 3 балла.

Третий год обучения (осенний семестр)

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 2 балла.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск мата в 2 хода, max 6 баллов.

Весенний семестр

Первый год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 6 баллов.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Две задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 2 балла.

Второй год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 4 балла.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Четыре задачи на поиск различных ударов и комбинаций, max 4 балла.

Третий год обучения

1. Ведение тетради (проверка полноты и грамотности записи), max 2 балла.
2. Решение задач (выдает преподаватель). Три задачи на поиск мата в три хода, max 6 баллов.

5.3.2. Вопросы (практические тесты) к зачету для промежуточной аттестации – для СПОРТИВНОГО отделения – ГСС, групп спортивного совершенствования (проводятся в конце каждого семестра), для определения уровня физической подготовленности обучающихся по выбранному виду спорта**:**

ФИТНЕС-АЭРОБИКА. ГСС

1. Развитие физических качеств

№	Норматив	Система оценки			
		ПО		ОС	
1	Гибкость (упражнение «складка», удержание)	15сек. (2б)	менее (1б)	20 сек. (2б)	менее (1б)
2	Координационный тест (аэробная связка)	8х16 (2б)	менее (1б)	8х36 (2б)	менее (1б)
3	Сила (упражнение на пресс)	50 раз (2б)	менее (1б)	70 раз (2б)	менее (1б)

Требования к уровню координационной сложности при выполнении координационного теста (аэробная связка) – определяется уровнем подготовленности студентов. При подготовке к выполнению координационного теста, выполнение аэробной связки может быть задано в различных направлениях фитнес - аэробики.

Требования к выполнению КТ:

- техника выполнения базовых шагов аэробики и движений связки;
- требования к координационному уровню связки;
- последовательное выполнение шагов и связующих движений;
- артистичность и музыкальность исполнения;

Критерии оценки координационного теста.

Составляющие	Параметр оценки	Критерий оценки
Техника исполнения движений,	Базовые шаги их модификации и дополнительные движения, из которых составлена связка. Техника движений рук в композиции	Технически верное исполнение базовых шагов аэробики и движений руками в связках. Сочетание движений рук и ног
Последовательность движений	Последовательно заданное выполнение соединения одного шага с другим на необходимое количество счетов,	Точность воспроизведения разученной композиции.
Перемещение по площадке. Смена основного направления	Использование заданного пространства рабочей площадки, во время выполнения составленной композиции	Точность выполнения композиции в любом предложенном ракурсе относительно рабочей площадки
Музыкальная интерпретация,	Сочетание движений в композиции с музыкальным сопровождением.	Соответствие движений музыкальному ритмическому рисунку, Выделение музыкальных акцентов в композиции
Композицию необходимо выполнить в соответствии с техническими требованиями к базовым шагам аэробики под музыкальное сопровождение.		

2. Знание правил соревнований вида спорта «Фитнес-аэробика» в соответствии с учетом основных требований Правил соревнований Международной Федерации Спорта, Аэробики и Фитнеса (FISAFInternational), действующих на территории Российской федерации на текущий год.

№	Норматив	Система оценки	
		ПО	ОС

1	Участие в подготовке, судействе и обслуживании соревнований по фитнес-аэробике в качестве волонтеров	2б	-
2	В качестве судей в составе судейской бригады (при условии прохождения судейского семинара и успешной аттестации)	-	2б
3	Тестирование по правилам проведения соревнований	+	+

3. Участие в соревнованиях по фитнес-аэробике других и спортивных мероприятиях

№	Норматив	Выполнение	
1	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий ведомственного и муниципального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в показательных выступлениях в программе мероприятий регионального уровня.	ПО	обязательно
2	Участие в соревнованиях по программе МССИ	ОС	обязательно
		ПО	по уровню готовности
3	Участие в Чемпионатах и кубках г. Москвы (других соревнованиях федерального округа г. Москва)	ОС	обязательно
		ПО	по уровню готовности
4	Участие во всероссийских соревнованиях и турнирах	По уровню готовности на период проведения	

БАЛЬНЫЕ ТАНЦЫ. ГСС

№	Норматив	Баллы	Что оценивается
1	Латиноамерикан-ские танцы	2	Техника исполнения «Основного хода» в танцах Самба, Ча-ча-ча, Румба, Джайв
2		2	Исполнение контрольной вариации
3	Европейские танцы	2	Техническое исполнение базовых фигур в танцах Медленный вальс, Танго, Венский Вальс, Квикстеп
4		2	Исполнение контрольной вариации

БАСКЕТБОЛ. ГСС

ДЕВУШКИ				ЮНОШИ			
1. Броски со средней дистанции со сменой мест за 2 мин (кол-во бросков)							
4 балла	3 балла	2 балла	1балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
14	9	6	5 и менее	18	11	7	6 и менее
2. Обводка баскетбольных стоек (5 штук) с переводами перед собой с бросками в движении на оба кольца – обязательно одно попадание в кольцо (время выполнения упражнения в сек)							
4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл

15 сек	17 сек	18 сек	20 и более	12 сек	15 сек	16 сек	17 сек и более

Пояснение к выполнению нормативов:

1. «Броски со средней дистанции со сменой мест»

- Расстояние до кольца (средняя дистанция) соответствует расстоянию от 3.5 до 4 метров
- Исходное положение игрока – стоя на точке броска с мячом в руках
- Выполнение упражнение начинается и заканчивается по свистку контролера времени
- Мяч игроку после отскока или подбора подает помощник
- Смена бросковой точки обязательна
- Смена бросковой точки осуществляется поочередно в любом направлении

2. «Обводка баскетбольных стоек с переводами перед собой с бросками в движении».

- Исходное положение игрока- стоя с мячом в руках под кольцом лицом к площадке
- Ведение начинается с правой руки
- Первый перевод с руки на руку между собой осуществляется между первой и второй стойкой.
- После окончания первой обводки всех стоек выполняется ведение правой рукой и бросок от головы в движении после двух шагов.
- После подбора мяча, ведение выполняется левой рукой и первый перевод между первой и второй стойкой производится левой рукой.
- Бросок на противоположном кольце осуществляется после двух шагов, от головы, левой рукой

ВОЛЕЙБОЛ. ГСС

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1 «Подача» (выполнить подачу в заданную зону. Считается количество попаданий из 20 подач)	20	15	10	меньше 10
2. «Нападающий удар» (выполнить нападающий удар в заданную зону. Считается количество попаданий из 10 ударов)	10	8	6	меньше 6

ОКИНАВА-КЭМПО-КАРАТЭ. ГСС

№	Наименование норматива
1	Броски и подсечки, max 4 балла Броски: - через бедро; - утягиванием Подсечки: - передняя; - задняя
2	Кумитэ (свободный спарринг), max 4 балла оценивается техника, тактика, общая выносливость (стойкость)

ЛЕГКАЯ АТЛЕТИКА. ГСС

№	Норматив (Занятые места на соревнованиях)	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов

3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

Все нормативы засчитываются только при участии в официальных соревнованиях: Московские Студенческие Игры, Чемпионаты и Первенства Москвы, матчевые встречи.

ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ. ГСС

Осенний семестр

4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Женщины			
1. Кросс 5 000 м, мин (Уделить внимание равномерности распределения сил на дистанции)			
23,00	24,00	24,30	25,20
2. Тройной прыжок с места, см (первый прыжок при отталкивании обязательно с двух ног, при приземлении наклон корпуса вперед)			
440	400	350	320
Мужчины			
1. Кросс 8 000 м, мин (Уделить внимание равномерности распределения сил на дистанции)			
36,00	36,40	37,40	39,00
2. Тройной прыжок с места, см (первый прыжок при отталкивании обязательно с двух ног, при приземлении наклон корпуса вперед)			
580	550	500	470

Весенний семестр

1.	Передвижение на лыжах по кругу свободным и классическим стилем в течение 15 минут. Обратить внимание на посадку (низкая или слишком высокая), на наклон туловища (чрезмерный или недостаточный), на недостаточно сильный толчок ногой, слабое отталкивание руками, двухопорное скольжение.	Оценивается техника передвижения, максимально – 4 балла
2.	Участие в соревнованиях различного ранга	

МИНИ-ФУТБОЛ. ГСС (девушки)

Наименование норматива	3 балла	2 балла	1 балл
1. Набивание «чеканки», (количество раз)	-	15	10
2. «Удар по пустым воротам с центра поля, верхом», (количество раз)	3	2	1
3. Ведение мяча (в секундах)	13,5	14,0	14,5

Правила выполнения упражнений:

1. Упражнение выполняется только ногами, мяч не касается пола. Встать надо прямо, ноги на ширине плеч. Мяч подбрасывается перед собой на расстоянии от тела 50-100 см. Как только мяч ударится в пол и подпрыгнет вверх, необходимо ударить по нему средней частью подъёма ноги и повторять эти удары определённое количество раз.

2 Упражнение выполняется с центра игрового поля. Испытуемому дается 5 попыток. Попытка считается удачной, если мяч, не касаясь пола, опускается за линию ворот.

3 Упражнение выполняется на время. За каждый не пройденный или сбитый конус начисляется 0,5 штрафных секунд. Испытуемый ведет мяч, обводя 5 стоек-конусов, расположенных на расстоянии 10 м по обеим сторонам разметки.

НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС. ГСС

Осенний семестр

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. упражнение «веер» накатом слева	30	20	10	Менее 10
2. упражнение «веер» накатом справа	30	20	10	Менее 10

Весенний семестр

Наименование норматива	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1. упражнение «перескок в левом углу»	30	20	10	Менее 10
2. упражнение «перескок в правом углу»	30	20	10	Менее 10

Правила выполнения контрольных нормативов

«НАСТОЛЬНЫЙ ТЕННИС»

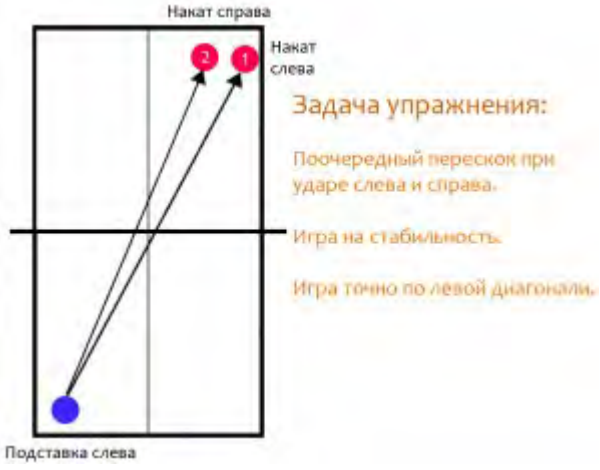
Осенний семестр

1. «Веер накатом слева». Ведущий игрок делает разброс из левого угла в три точки: правый угол, центр и левый угол. Ведомому, необходимо играть по очереди все три точки, где первые две играются накатом слева, а третья накатом справа.

2.«Веер накатом справа». Ведущий игрок делает разброс в три точки: правый угол, центр и левый угол. Ведомому, необходимо играть по очереди все три точки, где первые две играются накатом справа, а третья накатом слева.

Весенний семестр

1. Акцент делается на перескоке в левом углу. Ведущий игрок играет всегда слева, тогда как ведомый делает по очереди перескок ногами в левом углу и играет мяч то накатом слева, то справа.



2. Упражнение выполняется в паре, аналогично упражнению 1. Акцент делается на перескоке в правом углу. Ведущий игрок играет всегда справа, тогда как ведомый делает по очереди перескок ногами в правом углу и играет мяч то накатом слева, то справа.

ПАНКРАТИОН. ГСС

№	Наименование норматива
1.	**«Бросок с переводом соперника в партер», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
2.	**«Переход на болевой прием или удушающий прием из положения гард», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
3	**«Ударная комбинация с переводом соперника в партер», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
4.	**«Ударная комбинация с переходом на амплитудный бросок», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение.

При демонстрации ударной техники необходимо выбрать верную дистанцию.

ПЛАВАНИЕ. ГСС

Короткая вода

№	Норматив (Занятые места на соревнованиях)	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

Все нормативы засчитываются только при участии в официальных соревнованиях: Московские Студенческие Игры, Чемпионаты и Первенства Москвы, матчевые встречи.

Длинная вода

№	Норматив (Занятые места на соревнованиях)	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15 место	6 баллов
3.	С 16 по 20 место	4 балла
4	Участие	2 балла

Все нормативы засчитываются только при участии в официальных соревнованиях: Московские Студенческие Игры, Чемпионаты и Первенства Москвы, матчевые встречи.

РЕГБИ. ГСС

Женщины

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла
Тест Купера (12 мин)	Более 2100м	2100м	2000м
Бег 60 м	9,6 с	10,0 с	10,5
Бег 30 м	4,8 с	5 с	5,1- 5,5 с
Бег 30 м с хода	4,2 с	4,5 с	4,7 с
Жим штанги лежа (мах вес в 3-х попытках)	40 кг	35 кг	32 кг
Прыжок с места (см)	207	200	198
Отжимания от пола (кол-во раз за 30 сек)	25	20	17

Мужчины

Наименование	4 балла	3 балла	2 балла
Кросс 3000 м	11,5 мин	12,2 мин	13,0 - 13,5
Бег 60 м	7,8 с	7,9 - 8,2 с	8,3-8,7 с
Бег 30 м	4,17 с	4,45 с	4,5- 4,9 с
Бег 30 м с хода	3,25 с	3,3 - 3,45 с	3,46-3,75 с
Жим штанги лежа на кол-во раз (вес 60 кг)	Более 15	15-12	11-8
Тяга бицепсами на	Более 14	14-12	11-8

кол-во раз (вес 35 кг)			
Прыжок с места (см)	240	235	230
Отжимания от пола (кол-во раз за 30 сек)	47	45	44-42

Правила выполнения контрольных нормативов ГСС «РЕГБИ»

1. Тест Купера

После команды “Старт!” испытуемый начинает движение бегом по ровной беговой дорожке. Во время прохождения теста можно переходить на шаг. По окончании времени измеряется дистанция, которую удалось преодолеть бегуну. Результат теста соотносится с таблицей нормативов, после чего делается вывод об уровне физической подготовки испытуемого.

2. Кросс на 3 км

Кросс на 3 км представляет собой бег по пересеченной местности на указанное расстояние без остановок и перехода на шаг.

Подготовка к бегу на средние дистанции должна состоять с разминки, выполнения пробежек на более короткие дистанции, бег на выносливость, скорость, чередование бега и физических упражнений с целью стабилизации дыхания.

Разминка перед бегом включает в себя простые упражнения для разогрева мышц ног, ступней, разработки суставов. На общую разминку достаточно отводить от 3 до 10 минут.

3. Бег 30 м и бег 60 м

Испытуемый встает на линию старта, принимает исходное положение «Высокий старт» и по команде выполняет ускорение в максимальном темпе на заданную дистанцию (30 и 60м) Каждому спортсмену дается по 3 попытки на каждую дистанцию. Фиксируется время лучшей попытки.

4. Бег 30м с хода

Спортсмен по команде начинает ускоряться за 10-15м от линии старта дистанции 30м. На линии старта испытуемый должен принять пас от ассистента и с максимальным ускорением пробежать 30м. Дается 3 попытки. Одна пробная, 2 контрольных. Фиксируется лучшее время в контрольных попытках.

5. Прыжок в длину с места

Из исходного положения неглубокого приседа испытуемый выполняет прыжок вперед толчком двух ног, стараясь прыгнуть как можно дальше. Расстояние измеряется от толчковой линии до ближайшего следа, оставленного любой частью тела спортсмена

6. Отжимания от пола (сгибание и разгибание рук в упоре лёжа на полу)

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу выполняется из ИП: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти вперед, локти разведены не более чем на 45 градусов, плечи, туловище и ноги составляют прямую линию. Стопы упираются в пол без опоры. По команде спортсмен начинает выполнять сгибание и разгибание рук, касаясь грудью контрольного предмета. Засчитывается максимальное количество раз за 30 сек.

7. Жим лежа

Выполняется на жимовой скамье с обязательной страховкой партнером. Упражнение выполняется от груди, ноги стоят на полу. Выполнение - плавное, без рывков. У девушек засчитывается лучший результат в трёх попытках. Юноши выполняют жим определенного веса (60 кг) на количество раз

8. Тяга бицепсом

Исходное положение- основная стойка. Ладони должны быть обращены вперед, а локти находится вблизи туловища. Удерживая плечи в неподвижной позиции, спортсмен поднимает вес вверх только за счет движения предплечий и тягового усилия бицепсов. Движение продолжается до тех пор, пока бицепсы полностью не сократятся, и штанга не окажется на уровне плеч. Засчитывается максимальное количество раз

САМБО. ГСС

№	Наименование норматива

1.	**«Переход на удержание, с дальнейшим переходом на болевой прием», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
2.	**«Болевые приемы», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
3	**«Комбинации бросков», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)
4.	**«Корпусные броски», max 2 балла** (индивидуальная техника – оценивается техника выполнения и целесообразность приема)

Контрольный норматив выполняется на несопротивляющемся сопернике. При выполнении контрольного норматива необходимо вербально озвучить прием перед его демонстрацией. Далее показать верный захват, выведение соперника из равновесия, технику выполнения захода на прием и его выполнение.

СКАЛОЛАЗАНИЕ. ГСС

ДЕВУШКИ		ЮНОШИ	
2 балла	1 балл	2 балла	1 балл
1. Подтягивания на высокой перекладине, с использованием 2-х пальцев на каждой руке (силовой), кол-во раз			
6	4	10	6
2. Поднос ног к перекладине из положения вис (силовая выносливость), кол-во раз			
14	8	20	14
3. Приседание на одной ноге («пистолетик»), кол-во раз (в сумме двух ног)			
20	14	20	14
4 Техническая программа (боулдеринг)			
Top	Zone	Top	Zone

Правила выполнения контрольных нормативов
«СКАЛОЛАЗАНИЕ»

1. Подтягивание на перекладине с использованием 2-х пальцев на каждой руке.

ИП: пальцы рук на перекладине, корпус распрямленный, пятки сведены вместе, носки на ногах вытянуты. Вторая фаза – подъем корпуса. Третья фаза – вис на согнутых руках на перекладине. Четвертая фаза – возвращение в ИП.

2. Поднос ног к перекладине.

ИП: руки (кисти) на перекладине, корпус распрямленный, пятки сведены вместе, носки на ногах вытянуты. Вторая фаза – подъем прямых ног к перекладине. Третья фаза – фиксация корпуса в согнутом положении. Четвертая фаза – возвращение в ИП. Оценивается количество раз выполняемого упражнения.

3. Приседание на одной ноге («пистолетик»).

ИП – ноги на ширине плеч. Одна нога приподнимается над полом, выполняется полный присед на опорную ногу до касания бицепса бедра с икроножной мышцей, не касаясь свободной ногой пола выполнить подъём на опорной ноге до возвращения в ИП.

4. Техническая программа (боулдеринг)

Необходимо технически правильно пройти трассу. Оценивается техника выполнения упражнения и расстояние от начала трассы.

ШАХМАТЫ. ГСС

№	Норматив (Занятые места на соревнованиях)	Кол-во баллов
1.	С 1 по 8 место	8 баллов
2.	С 9 по 15	6 баллов
3.	С 16 по 20	4 балла
4	Участие	2 балла

Все нормативы засчитываются только при участии в официальных соревнованиях: Московские Студенческие Игры, Чемпионаты и Первенства Москвы, матчевые встречи.

5.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижений, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьезбережение)	**УК-7**. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	**УК-7.1**. Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности **УК-7.2**. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности **УК-7.3**. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРУ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

6.2 Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.09.2022, протокол № 2, введенный в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.11.2022 № 176-ОД.

Разработчики фонда оценочных средств по дисциплине **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»**:

_____ И.В. Иванов _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

к.п.н. _____ В.А. Головина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Фонд оценочных средств по дисциплине **«Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»** одобрен на заседании кафедры **физического воспитания**, протокол № _12_ от «19» ___мая__ 2022 г.

Заведующий кафедрой ____физического воспитания_____
(название кафедры)

К.п.н., профессор _____ В.А. Головина _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласован:

Заведующий кафедрой иностранных языков_____
(название кафедры)

Д.п.н., профессор _____ Т.И. Кузнецова _____
(ученая степень, ученое звание) (И.О. Фамилия) (подпись)

Согласование осуществляется специалистом кафедры, ведущей подготовку по близкому к кафедре профилю, внутри образовательной организации (т.е. внутренний аудит)

Дополнения и изменения к фонду оценочных средств
по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»
(наименование дисциплины)

направления подготовки (специальности)

18.03.01 Химическая технология
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Технология неорганических веществ»
(наименование профиля подготовки (магистерской программы, специализации))

Номер изменения / дополнения	Содержание дополнения / изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.
		протокол заседания кафедры №_____от «____»_____20___г.

РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Владелец: Макаров Николай Александрович
Директор департамента:Департамент образовательной деятельности
Действителен: с 13.12.2022 до 13.12.2023