

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

«УТВЕРЖДАЮ»

И.О. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева



И.В. Воротынцев

2022 г.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология

(Код и наименование направления подготовки)

Профиль:
Биотехнология

(Наименование профиля подготовки)

форма обучения:
очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: Бакалавр

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева

Протокол №

2022 г.

Председатель

Н.А. Макаров

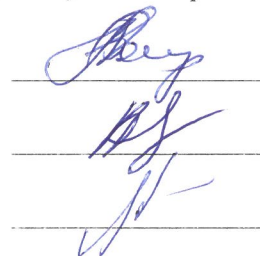
Москва 2022

Разработчики основной образовательной программы (ООП) бакалавриата:

Д.т.н., профессор В.И. Панфилов

Д.х.н., профессор А.А. Красноштанова

Д.т.н., доцент А.Е. Кузнецов



ООП бакалавриата рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии протокол № 11 от « 26 » апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой биотехнологии

Д.т.н., профессор

 В.И. Панфилов

Согласовано:

начальник Учебного управления

 В.С. Мирошников

ООП бакалавриата рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета факультета биотехнологии и промышленной экологии протокол № 8 от « 20 » мая 2022 г.

Согласовано:

Директор Института Молекулярной генетики (НИЦ Курчатовский институт)

«23» мая 2022 г.  С.В. Костров

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Основная профессиональная образовательная программа высшего образования – программа подготовки бакалавров (далее – программа бакалавриата, ООП бакалавриата), реализуемая федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**, профиль **«Биотехнология»**, представляет собой комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

1.2 Нормативные документы для разработки программы бакалавриата по направлению подготовки составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.08.2022 г. № 736 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (далее – ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- *Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»*, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.12.2015. № 1157н;
- *Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств»*, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.05.2017 № 430н;
- *Профессиональный стандарт «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий»*, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.12.2015 № 1054н;
- *Профессиональный стандарт «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства»*, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.12.2015 № 1043н;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 27.03.2022);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 885/390 «О практической подготовке обучающихся» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102850569&intelsearch=&firstDoc=1/

(дата обращения: 27.03.2022);

– 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 и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение_ЭОиДОТ.pdf дата обращения: 27.03.2022);

– Положение о практической подготовке обучающихся 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 25.11.2020, протокол № 4, введено в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.11.2020 № 117 ОД [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://muctr.ru/upload/university/departments/uu/local_doc/Положение%20о%20практической%20подготовке.pdf дата обращения: 27.03.2022).

При освоении дисциплин и практик студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 27.03.2022).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 27.03.2022).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 27.03.2022).

1.3 Общая характеристика программы бакалавриата

Целью программы бакалавриата является создание для обучающихся условий для приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите выпускной квалификационной работы.

Получение образования по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования и научной организации (далее – организация).

Обучение по образовательной программе высшего образования – программе бакалавриата в образовательной организации осуществляется в очной форме обучения. Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану.

Объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

Срок получения образования по программе бакалавриата:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 4 года.

при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – инвалиды и лица с ОВЗ) может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования, установленным для соответствующей формы обучения

При реализации программы бакалавриата организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ОВЗ, должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Образовательная деятельность по программе бакалавриата осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом организации.

В рамках программы бакалавриата выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Программа бакалавриата состоит из следующих блоков:

- Блок 1 «Дисциплины (модули)»;
- Блок 2 «Практика»;
- Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Структура и объем программы бакалавриата

Структура программы бакалавриата		Объем программы бакалавриата в зачетных единицах
Блок 1	Дисциплины (модули)	Не менее 180
Блок 2	Практика	Не менее 12
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6-9
Объем программы бакалавриата		240

Программа бакалавриата обеспечивает реализацию дисциплин (модулей) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)». Программа бакалавриата обеспечивает реализацию дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту:

в объеме не менее 2 з.е. в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)»;

в объеме не менее 328 академических часов, которые являются обязательными для освоения, не переводятся в з.е. и не включаются в объем программы бакалавриата, в рамках элективных дисциплин (модулей) в очной форме обучения.

Для лиц с ОВЗ организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья (<https://www.muctr.ru/sveden/ovz/>).

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практики.

Типы учебной практики:

ознакомительная практика.

Типы производственной практики:

технологическая практика;

научно-исследовательская работа;

преддипломная практика.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных дисциплин (модулей) и факультативных дисциплин

(модулей). Факультативные дисциплины (модули) не включаются в объем программы бакалавриата

В рамках программы бакалавриата выделяются обязательная часть и часть, формируемая участниками образовательных отношений. К обязательной части программы бакалавриата относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общепрофессиональных компетенций, определяемых ФГОС ВО.

В обязательную часть программы бакалавриата включаются в том числе:

дисциплины (модули) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности;

дисциплины (модули) по физической культуре и спорту, реализуемые в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование универсальных компетенций, определяемых ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, определяемых Организацией самостоятельно, могут включаться в обязательную часть программы бакалавриата и (или) в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части без учета объема государственной итоговой аттестации должен составлять не менее 60 процентов общего объема программы бакалавриата. Объем контактной работы преподавателей с обучающимися при проведении учебных занятий по программе бакалавриата должен составлять при очной форме обучения не менее 60 процентов.

Организация предоставляет инвалидам и лицам с ОВЗ (по их заявлению) возможность обучения по программе бакалавриата, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

Объем контактной работы преподавателей с обучающимися при проведении учебных занятий по программе бакалавриата составляет при очной форме обучения не менее 60 процентов общего объема времени, отводимого на реализацию дисциплин (модулей).

1.4 Требования к поступающему

Требования к поступающему определяются федеральным законодательством в области образования, в том числе Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата на соответствующий учебный год.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРИАТА

2.1 Область профессиональной деятельности и сфера профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, включает:

02 Здравоохранение (в сферах: биофармацевтики, в том числе в части разработки, исследований и производства лекарственных средств, вакцин нового поколения, антибиотиков и бактериофагов, ферментов медицинского назначения, средств для биотерапии; биомедицины, в том числе в части разработки диагностикумов *in vitro*, молекулярных диагностикумов; персонализированной медицины, в том числе клеточных биомедицинских технологий, биосовместимых материалов; биоинформатики, развития банков биологических образцов, инфраструктурного обеспечения исследований на животных);

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического

синтеза; производства продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива; производства полимерных материалов, лаков и красок; производства энергонасыщенных материалов; производства лекарственных препаратов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства химических источников тока; производства защитно-декоративных покрытий; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов, нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов);

2.2 Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники в рамках освоения ООП бакалавриата:

- научно-исследовательский;
- производственно-технологический.

2.3 Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших ООП бакалавриата, или областью (областями) знания являются:

микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные химические вещества;

приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур и получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях;

установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;

средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства.

3 СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Содержание и организация образовательного процесса при реализации ООП высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология регламентируется:

- учебным планом;
- календарным учебным графиком;
- рабочими программами дисциплин (модулей);
- рабочими программами практик;
- программой государственной итоговой аттестации;
- фондами оценочных средств;
- методическими указаниями по соответствующей ООП;
- рабочей программой воспитания;
- календарным планом воспитательной работы.

3.1 Учебный план

Учебный план ООП бакалавриата включает перечень дисциплин (модулей), практик, аттестационных испытаний промежуточной и государственной итоговой аттестации обучающихся, других видов учебной деятельности с указанием их объема в зачетных единицах, последовательности и распределения по периодам обучения; выделяется объем контактной работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельной работы обучающихся в академических (астрономических) часах. Для каждой дисциплины (модуля) и практики указывается форма промежуточной аттестации обучающихся.

Учебный план представлен в приложении.

3.2 Календарный учебный график

Последовательность реализации программы бакалавриата по годам и семестрам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и государственную итоговую аттестации, каникулы) приводится в календарном учебном графике.

Календарный учебный график представлен в приложении.

3.3 Рабочие программы дисциплин (модулей)

В ООП бакалавриата в приложении представлены все рабочие программы дисциплин (модулей).

3.4 Рабочие программы практик

ООП бакалавриата предусматривает достаточный для формирования, закрепления и развития практических навыков и компетенций объем практики. Практика представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практика закрепляет знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывает практические навыки и способствует комплексному формированию универсальных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся. Программы практик приведены в приложении.

При реализации ООП бакалавриата предусматриваются следующие виды практик:

- учебная;
- производственная.

3.4.1 Учебная практика

Тип практики: ознакомительная.

Задачей практики является получение первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности. Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева на Кафедре биотехнологии. Руководство практикой осуществляет преподаватель Кафедры биотехнологии, техническую поддержку осуществляют инженерно-технический персонал по учебному процессу.

3.4.2 Производственная практика

Тип практики: технологическая.

Задачей практики является практическое ознакомление и изучение методов биотехнологии для производства конкретных видов продукции, а также получения опыта профессиональной деятельности. Ознакомление с работой производственного и аналитического оборудования, основными принципами контроля и обеспечения качества биотехнологической продукции, а также нормативной и технологической документацией на предприятии. Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

Практика проводится в одном из подразделений предприятий или организаций, в число которых могут входить: производственные цехи, технологические отделы и научно-исследовательские центры.

3.4.3 Научно-исследовательская работа

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Задачей научно-исследовательской работы является изучение конкретного производственного процесса по результатам выбранного объекта для научно-исследовательской или проектной деятельности; изучение системы управления качеством продукции, технико-экономических показателей, мероприятий по технике безопасности и охране окружающей среды; приобретение необходимых практических навыков для

выполнения выпускной квалификационной работы. Научно-исследовательская работа осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева на Кафедре биотехнологии и/или в одном из подразделений предприятия, организаций, с которыми заключены соответствующие договоры о практической подготовке.

3.4.4 Преддипломная практика

Тип практики: преддипломная практика.

Задачей практики является максимальное приближение к выполнению выпускной квалификационной работы, т.е. сбор, обработка, анализ и систематизация необходимой научно-технической информации по теме (заданию) в соответствующей области знаний, проведение научных исследований и выполнение технических разработок, а также составления отчета и публикаций. Практика осуществляется в РХТУ им. Д.И. Менделеева и (или) на предприятиях, с которыми заключены договоры о практической подготовке.

Выбор мест прохождения практик для лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом состояния здоровья обучающихся и требованиями по доступности.

3.5 Программа государственной итоговой аттестации (ГИА)

Программа государственной итоговой аттестации является приложением к ООП бакалавриата.

В государственную итоговую аттестацию входят подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3.6 Фонд оценочных средств (ФОС)

ФОС создается в соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП бакалавриата для проведения текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися ООП, входит в состав ООП бакалавриата.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям ООП бакалавриата, рабочих программ дисциплин (модулей) и практик.

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 дисциплинам, практикам, ГИА приведены в приложении.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) предоставляется возможность обучения по ООП бакалавриата, учитывающей особенности их психофизического развития, индивидуальных возможностей и, при необходимости, обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию.

3.7. Рабочая программа воспитания

Рабочая программа воспитания, разработанная и утвержденная образовательной организацией, определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в образовательной организации воспитательной работы по соответствующей основной образовательной программе:

- цель, задачи, основные направления и темы воспитательной работы;
- возможные формы, средства и методы воспитания, включая использование воспитательного потенциала дисциплин (модулей);
- подходы к индивидуализации содержания воспитания с учетом особенностей обучающихся;
- показатели эффективности воспитательной работы, в том числе планируемые личностные результаты воспитания, и иные компоненты.

3.8. Календарный план воспитательной работы

Календарный план воспитательной работы, разработанный и утвержденный образовательной организацией, содержит конкретный перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся образовательной организацией и (или) в которых образовательная организация принимает участие, в соответствии с основными направлениями и темами воспитательной работы, выбранными формами, средствами и методами воспитания в учебном году или периоде обучения.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

Совокупный ожидаемый результат образования по завершении освоения ООП бакалавриата определяется приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностями применять знания, умения, навыки и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП бакалавриата у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник, освоивший ООП, должен обладать следующими компетенциями.

4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности; УК-1.2 Умеет анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.3 Умеет находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; УК-1.4 Умеет определять и оценивать варианты возможных решений задачи; УК-1.5 Владеет навыками рассмотрения возможных вариантов решения задачи, оценивания их достоинств и недостатков.
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг	УК-2.1. Знает правила и условности при выполнении конструкторской

	задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	документации проекта; УК-2.2. Знает основы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов оборудования химической промышленности; УК-2.3. Знает технологические расчеты аппаратов химической промышленности; УК-2.4. Умеет определять ожидаемые результаты проектирования элементов оборудования химической промышленности; УК-2.5. Умеет определять способ решения конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ и исходя из действующих правил и граничных условий при выполнении проектной документации и имеющихся ресурсов и ограничений; УК-2.6. Умеет решать конкретные задачи проекта требуемого качества и за установленное время; УК-2.7. Умеет публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта; УК-2.8. Владеет способами и приемами изображения элементов химического оборудования в одной из графических систем; УК-2.9. Владеет методами механики применительно к расчетам аппаратов химической промышленности; УК-2.10. Владеет навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности.
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.	УК-3.1. Знает и понимает особенности поведения работников предприятий химической промышленности; УК-3.2. Знает основные типы социальных взаимодействий и социально-психологические критерии эффективности управления коллективом; УК-3.3. Умеет взаимодействовать с другими членами команды, в том числе участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом; УК-3.4. Умеет использовать современные социально-психологические технологии управления коллективом; УК-3.5. Владеет основными методами сбора и анализа информации, способствующей развитию общей

		культуры и социализации личности; УК-3.6. Владеет способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию.
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).	УК-4.1. Знает основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели, русские эквиваленты основных слов и выражений профессиональной речи; УК-4.2. Знает основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы по специальности, приемы работы с оригинальной литературой по специальности; УК-4.3. Знает пассивную и активную лексику, в том числе, общенаучную и специальную терминологию, необходимую для решения стандартных коммуникативных задач; УК-4.4. Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках; УК-4.5. Умеет работать с оригинальной литературой по специальности со словарем; УК-4.6. Владеет ведением деловой переписки на иностранном языке, речевой деятельностью применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации; УК-4.7. Владеет ведением деловой переписки с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурных различий в формате корреспонденции на государственном и иностранном языках; УК-4.8. Владеет навыками речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи; УК-4.9. Владеет основной иноязычной терминологией специальности, основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное	УК-5.1. Знает основные закономерности исторического процесса и этапы исторического развития России;

	разнообразие общества социально-историческом, этическом философском контекстах.	в и	УК-5.2. Знает этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности УК-5.3. Знает место и роль России в истории человечества и в современном мире; УК-5.4. Знает основные разделы и направления философии, а также методы и приемы философского анализа проблем; УК-5.5. Знает нравственные ценности, представления о совершенном человеке в различных культурах; УК-5.6. Умеет осмысливать социально-политические процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма; УК-5.7. Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории; УК-5.8. Умеет понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; УК-5.9. Умеет грамотно вести дискуссию, аргументированно отстаивать свою позицию по значимым философским проблемам современной жизни, опираясь на наработанный в истории философии материал; УК-5.10. Умеет конструктивно взаимодействовать с людьми с учетом анализа их социокультурных особенностей в целях успешного выполнения профессиональных задач; УК-5.11. Владеет представлениями об истории как науке, основами исторического мышления; УК-5.12. Владеет представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии; УК-5.13. Владеет навыками анализа исторических источников; УК-5.14. Владеет навыками философской культуры для выработки системного целостного взгляда на действительность.
Самоорганизация и	УК-6.	Способен	УК-6.1. Знает социально-

саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	психологические и социально-экономические возможности развития и саморазвития; УК-6.2. Знает свои личностные, ситуативные, временные и другие ресурсы и их пределы; УК-6.4. Умеет критически оценивать эффективность использования своего времени и других ресурсов при решении поставленных задач; УК-6.5. Владеет приемами анализа собственных действий при управлении коллективом и при самоорганизации; УК-6.6. Владеет предоставленными возможностями для приобретения новых знаний и навыков.
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.	УК-7.1. Знает роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; виды физических упражнений; научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни; УК-7.2. Умеет поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности; УК-7.3. Умеет использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности; УК-7.4. Владеет средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования; должным уровнем физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения	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-8.3. Умеет обеспечивать безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты;

	устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.4. Умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте применительно к сфере своей профессиональной деятельности; УК-8.5. Умеет осуществлять действия по предотвращению чрезвычайных ситуаций; УК-8.6. Владеет законодательными и нормативно-правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды; УК-8.7. Владеет способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях и в условиях военного времени; УК-8.8. Владеет понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности; УК-8.9. Владеет навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.	УК-9.1. Знает основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности; УК-9.2. Умеет использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности; УК-9.3. Владеет навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях жизнедеятельности.
Гражданская позиция	УК-10. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.	УК-10.1. Знает правовые нормы, формирующие нетерпимое отношение к коррупционному поведению; УК-10.2. Умеет реализовывать нетерпимое отношение к коррупционному поведению в различных сферах деятельности; УК-10.3. Владеет методами формирования нетерпимого отношения к коррупционному поведению.

4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
-------------------------------------	------------------------	--

Естественно-научная подготовка	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.	ОПК-1.1 Знает и понимает роль математических, физических, химических, биологических дисциплин как теоретического фундамента в развитии химических и биотехнологических исследований и производств; ОПК-1.2. Знает основы математического описания, анализа и моделирования простых и сложных природных и техногенных систем; ОПК-1.3. Знает основные физические законы и закономерности в природных и техногенных системах; ОПК-1.4. Знает теоретические основы общей, неорганической, органической химии, классификации химических соединений и понимает принципы строения вещества; ОПК-1.5 Знает основные способы получения и химические свойства различных классов химических соединений, основные механизмы и условия протекания химических реакций и процессов; ОПК-1.6 Знает основные законы и соотношения физической и коллоидной химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов, свойства поверхностных явлений и дисперсных систем), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач; ОПК-1.7 Знает основные принципы и закономерности функционирования природных и техногенных экосистем, биосферных и эволюционных процессов, переноса энергии и вещества в биосфере, влияния факторов окружающей среды на биологические объекты, системы и процессы, основные закономерности взаимодействия биосферы и человека, глобальные проблемы и последствия антропогенного и техногенного воздействия на природные среды и процессы, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, технических средств и технологий, методы снижения хозяйственного воздействия на биосферу, организационные и правовые средства охраны окружающей среды.
---------------------------------------	---	---

Информационная среда и цифровая экономика	ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности.	ОПК-2.1 Знает и соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности; ОПК-2.2 Владеет современными информационными технологиями при сборе, анализе, обработке и представлении информации; ОПК-2.3 Умеет применять современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования технологических процессов и аппаратов; ОПК-2.4 Умеет устно излагать мысли, публично представлять результаты решения конкретной задачи, выступать с презентациями и докладами по темам, соответствующим профилю подготовки; ОПК-2.5 Владеет навыками подготовки данных и научно-технической документации; ОПК-2.6 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач; ОПК-2.7 Владеет основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата; методами статистической обработки информации.
	ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-3.1 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 и биотехнологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
Общеинженерные и технологические навыки	ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических	ОПК-4.1 Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы, принципы физического моделирования химико-технологических процессов, основы теории массопередачи и теплопередачи, построения материальных, тепловых и

	объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.	энергетических балансов, выполнения гидравлических, гидродинамических, тепловых, прочностных расчетов; ОПК-4.2 Знает основные принципы моделирования и масштабирования химико-технологических и биотехнологических процессов с применением эмпирических, физических и/или физико-химических моделей; ОПК-4.3 Знает типовые процессы химической технологии и биотехнологии, основные варианты и методы проведения реакционных процессов и реакторов для их реализации; ОПК-4.4 Знает основы технологических расчетов и построения технологических схем при реализации химико-технологических и биотехнологических процессов и получении целевых продуктов; ОПК-4.5 Знает основы технологических расчетов и построения технологических схем при реализации химико-технологических и биотехнологических процессов и получении целевых продуктов; ОПК-4.6 Знает основные химические и биотехнологические производства, принципы организации производства, его иерархической структуры; ОПК-4.7 Знает основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику, классификацию предприятий по правовому статусу; ОПК-4.8 Умеет определять характеристики, рассчитывать, моделировать и оптимизировать основные параметры химических и биологических реакций, процессов тепло- и массопереноса и выбирать оборудование для их реализации; ОПК-4.9 Умеет определять рациональную систему регулирования технологического процесса, выбирать конкретные типы приборов и оборудования для автоматизации, контроля и диагностики технологического процесса; ОПК-4.10 Умеет осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики производства и условий окружающей среды; ОПК-4.11 Владеет навыками проектирования и методами
--	---	--

		технологических расчетов отдельных узлов технологического оборудования; ОПК-4.12 Владеет правилами и стандартами разработки схем автоматизации технологических процессов; ОПК-4.13 Владеет способами и приемами изображения технологических элементов в одной из графических систем; ОПК-4.14 Владеет методами рационального снижения негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду.
	ОПК-5. Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ОПК-5.1 Знает показатели использования производственных ресурсов и эффективности деятельности предприятия; ОПК-5.2 Знает основные понятия теории управления технологическими процессами, статические и динамические характеристики объектов и звеньев управления, основные виды систем автоматического регулирования и законы управления, типовые системы автоматического управления в химической и биотехнологической промышленности, методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров; ОПК-5.3 Умеет работать с чертежами технологических схем и базового оборудования для ведения технологических процессов в лабораторном, опытном и промышленном масштабах; ОПК-5.4 Умеет использовать знание основ экономики, способов повышения технико-экономической эффективности при решении текущих производственных задач; ОПК-5.5 Умеет разрабатывать производственные программы и плановые задания для первичных производственных подразделений; ОПК-5.6 Умеет разрабатывать производственные программы и плановые задания для первичных производственных подразделений; ОПК-5.7 Владеет методами определения и анализа технологических показателей процесса; ОПК-5.8 Владеет методами управления химико-технологическими и биотехнологическими системами и процессами и их регулирования; ОПК-5.9 Владеет типовыми методами

		экологической, санитарно-гигиенической оценки производства, инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности химико-технологических и биотехнологических производств; ОПК-5.10 Владеет навыками осуществления технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства в соответствии с технологическими регламентами, должностными инструкциями, методиками анализа, а также планирования и проведения мероприятий по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды.
Разработка документации	ОПК-6. Способен разрабатывать составные части технической документации, связанных с профессиональной деятельностью, с учетом действующих стандартов, норм и правил.	ОПК-6.1 Знает этапы и их содержание при проектировании химических и биотехнологических производств, внедрении разработок в практику; ОПК-6.2 Знает основы стандартизации, сертификации аналитических методик, целевой продукции и производства; ОПК-6.3 Умеет использовать нормативно-правовые акты при работе с документацией; ОПК-6.4 Умеет использовать современные автоматизированные методы ведения подготовки технической и технологической документации; ОПК-6.5 Умеет проводить технико-экономический анализ и составлять технико-экономическое обоснование инженерно-технологических решений в соответствии со стандартами; ОПК-6.6 Владеет навыками подготовки технической документации, разработки технологических регламентов.
Исследования, культура эксперимента	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические,	ОПК-7.1 Знает основные методы и приемы пробоотбора и пробоподготовки анализируемых объектов, методы разделения и концентрирования веществ; ОПК-7.2 Знает теоретические основы и принципы химических, физико-химических, биохимических методов анализа; ОПК-7.3 Знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных; ОПК-7.4 Умеет выбрать метод анализа для

	физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	заданной аналитической задачи; ОПК-7.5 Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента; ОПК-7.6 Умеет использовать базовые методы и технику для физического, физико-химического, химического, микробиологических анализа; ОПК-7.7 Владеет базовыми методами очистки получаемых продуктов и ведения технологических процессов в лабораторном масштабе; ОПК-7.8 Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения исследований, экспериментов с изучаемыми объектами, выполнения аналитических работ, при подготовке и оформлении отчетов, документации.
--	---	--

4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Выполнение технологических работ в биотехнологическом секторе техники, экономики, предприятий и фирм, выпускающих или предоставляющих продукцию и услуги биотехнологического профиля, предприятий более широкого профиля, использующих микробиологические методы в производственном цикле, в контроле и анализе сырья и продуктов.	Область профессиональной деятельности: – получение и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий; – разработка научно-технической документации и технологических	ПК-1 – способен провести типичный ферментационный процесс: микробиологический синтез, биотрансформацию, биодеструкцию в условиях, приготовить сырье и материалы, выделить и очистить продукты биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства	ПК-1.1. Знает важнейшие объекты деятельности и производства в области промышленной, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии и других профилей биотехнологии и их основные особенности. ПК-1.2. Знает основные особенности сырья, материалов и полупродуктов, используемых в крупнотоннажном биотехнологическом процессе.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанным в 2012 г., с дескрипторами уровня

регламентов на производство биотехнологической продукции; – эксплуатация биотехнологических процессов и производств в соответствии с требованиями национальных и международных нормативных актов; – организация и проведение контроля качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; – обеспечение экологической безопасности биотехнологических производств и объектов. Объекты профессиональной деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты,	для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.	ПК-1.3. Знает основные способы управляемого культивирования объектов биотехнологии, поддержания асептических условий. ПК-1.4. Умеет провести асептические ферментационные процессы, разделение, выделение и очистку продуктов микробиологического синтеза, биотрансформации, биодеструкции в лабораторных и промышленных условиях.	бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированном в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/03.6 – Производство биотехнических систем.
		ПК-1.5. Владеет навыками ведения технологического процесса на биотехнологическом предприятии, установке, сооружении в соответствии с технологическим регламентом.	<i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 мая 2017 г. № 430н. Обобщенная трудовая функция:

	биологически активные вещества; – приборы и оборудование для используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов; – регламенты на производство продуктов биотехнологии, национальные и международные стандарты; – средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; – средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от техногенного и	ПК-2 – способен организовать химико-аналитический и микробиологический контроль биотехнологических производств, определить содержание продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах, провести стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, аналитических методик и технологических процессов.	ПК-2.1. Знает задачи и основные пути обеспечения качества биотехнологической продукции.	А. Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств. А/01.6 – Разработка технологической документации при промышленном производстве лекарственных средств. А/02.6 – Ведение технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. А/03.6 – Контроль технологического процесса при промышленном производстве лекарственных средств. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист – технолог в области биоэнергетических технологий», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1054н. Обобщенная трудовая функция: В. Ведение технологического процесса производства энергоносителей из возобновляемого сырья биотехнологическим методом. <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 г. № 1043н. Обобщенная трудовая функция: А. Контроль качества биотехнологической
			ПК-2.2. Знает основные задачи стандартизации, валидации, сертификации аналитических методик, биотехнологической продукции и производства.	
			ПК-2.3. Владеет приемами химико-аналитического и микробиологического контроля биотехнологических производств, определения содержания продуктов биосинтеза, биотрансформации и биодеструкции в технологических средах.	
			ПК-2.4. Владеет типовыми методами экологической, санитарно-	

	антропогенного воздействия.		гигиенической оценки биотехнологического производства, инженерно-технологического обеспечения экологической безопасности биотехнологических производств.	продукции на всех этапах производственного процесса.
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Выполнение научных исследований, аналитических и технологических работ в биотехнологическом секторе науки и техники.	Область профессиональной деятельности: – получение, исследование и применение ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации; – технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий. Объекты профессиональной	ПК-3 – способен проанализировать взаимосвязи биологических, биохимических и генетических процессов в живых клетках и их популяциях.	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы биологических дисциплин, в том числе: – роль микроорганизмов, растений и животных в природе и значение для практики; их особенности как объектов биотехнологии; – основные структуры и пространственная организация живой клетки; – базовые уровни организации и свойства живых систем; – принципы	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, опрос работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Результаты выполнения проекта Темпус № 511426-TEMPUS-1-2010-1-RU-TEMPUS-JPCR «Реформа высшего образования по биотехнологии: разработка и усовершенствование стандартов и учебных планов по подготовке бакалавров и магистров. Сопоставление с рекомендациями к разработке программ в ЕПВО и требованиями российских образовательных и профессиональных стандартов. Сопоставление с шестым уровнем проекта Национальной рамки квалификаций (НРК) Российской Федерации, разработанным в

	деятельности: – микроорганизмы, клеточные культуры животных и растений, вирусы, ферменты, биологически активные вещества; – приборы и оборудование для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур, получаемых с их помощью веществ в лабораторных; – установки и оборудование для проведения биотехнологических процессов.		систематизации, классификации и таксономического описания живых организмов – основных объектов биотехнологии; – основные биохимические и физиологические процессы и пути их регулирования; – основные молекулярные механизмы передачи генетической информации; базовые принципы организации структуры и функционирования генома; – основные механизмы наследственности и изменчивости живых организмов, их популяций и сообществ – основных объектов биотехнологии; – основные механизмы	2012 г. с дескрипторами уровня бакалавра, шестым уровнем квалификаций НРК, зафиксированным в законе об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, с первой ступенью высшего образования Европейской рамки высшего образования (QF-EHEA), с шестым уровнем Европейской рамки квалификаций для обучения на протяжении всей жизни (EQF-LLL). <i>Профессиональный стандарт</i> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий», утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 №1157н. Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения. А/01.6 – Научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.
--	---	--	--	---

			поддержания жизнедеятельности, устойчивости живых систем в изменчивых условиях окружающей среды.	
			ПК-3.2. Владеет навыками анализа взаимосвязи биохимических и генетических процессов в живой клетке.	
		ПК-4 – способен провести селекцию <i>in vitro</i> , использовать базовые методы создания, оценки и отбора перспективных объектов	ПК-4.1. Знает:	
			– основные методы и особенности работы с живыми объектами (вирусами, микроорганизмами, растительными и животными клетками и организмами), их компонентами и системами; – основные принципы селекции <i>in vitro</i> , специфику методы создания, оценки и отбора перспективных объектов биотехнологии; – основные методы направленного	

			изменения и регуляции генетических и биохимических процессов, физиологии микроорганизмов, животных и растительных клеток; – основные молекулярные методы генной инженерии, белковой инженерии, метаболической инженерии, клеточных технологий. – основные методы биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции, разделения, выделения и очистки продуктов биосинтеза, биотрансформации, биодеструкции. ПК-4.2. Знает основные принципы селекции <i>in vitro</i>, специфику методов создания, оценки и отбора перспективных объектов	
--	--	--	---	--

			биотехнологии.	
		ПК-5 – способен использовать базовый инструментарий, профессиональную технику, оборудование в рутинных химико-аналитических, физико-химических, биохимических, генетических, микробиологических работах, провести типовые эксперименты и исследования с культивированием живых объектов (вирусов, микроорганизмов, растительных и животных клеток и организмов), их компонентов и систем в лабораторных условиях.	ПК-5.1. Владеет базовыми навыками работы с оборудованием, необходимым для физико-химических, химических, микробиологических, биохимических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. ПК-5.2. Умеет провести качественный и количественный анализ субстратов и продуктов ферментативных реакций, микробиологических превращений по заданной методике. ПК-5.3. Владеет базовыми навыками определения структуры и свойств биологически активных соединений на основе их физико-	

			химических, химических и биохимических характеристик.	
			ПК-5.4. Владеет навыками аккуратности, тщательности при подготовке необходимой лабораторной посуды и приборов для проведения экспериментов с биологическими объектами, выполнения аналитических работ, экспериментов, проведения исследований, подготовке и оформлении отчетов, документации.	

		ПК-6 – способен определить типичные кинетические и термодинамические показатели роста живых объектов в лабораторных, промышленных и природных средах, составить и проанализировать простейшие математические модели биологических процессов; использовать стандартные методы математической обработки экспериментальных данных.	ПК-6.1. Знает: – основы термодинамики и кинетики функционирования живых систем на клеточном и популяционном уровне, принципы описания их роста и биосинтеза продуктов; – принципы математического описания, основные подходы и методы математического моделирования биологических объектов, систем и процессов. ПК-6.2. Владеет навыками математической обработки экспериментальных данных, определения материальных и энергетических балансов в лабораторных условиях и средах, анализа результатов экспериментальных	
--	--	--	---	--

			исследований с использованием стандартных пакетов программ.	
--	--	--	--	--

5 АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

5.1 Дисциплины обязательной части

Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык»

1 Цель дисциплины — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет использовать иностранный язык практически как в профессиональной (производственной и научной) деятельности, так и для целей самообразования.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.7; УК-4.8; УК-4.9.

Знать:

- основные способы сочетаемости лексических единиц и основные словообразовательные модели;

- русские эквиваленты основных слов и выражений речи в процессе межличностного и межкультурного взаимодействия;

- основные приемы и методы реферирования и аннотирования литературы;

- пассивную и активную лексику, в том числе общенаучную и специальную терминологию, необходимую для работы над типовыми текстами;

- приемы работы с оригинальной литературой на иностранном языке.

Уметь:

- работать с оригинальной литературой на иностранном языке;

- работать со словарем;

- вести переписку на изучаемом языке с целью межличностного и межкультурного взаимодействия;

- вести речевую деятельность применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

Владеть:

- иностранным языком на уровне межличностного и межкультурного общения, навыками и умениями речевой деятельности применительно к сфере бытовой и профессиональной коммуникации, основами публичной речи;

- основами реферирования и аннотирования литературы на изучаемом иностранном языке.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Грамматические и лексические трудности изучаемого языка.

1.1 Спряжение и изменение глагола-связки в формах настоящего времени. Видовременные формы глаголов. Образование форм простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен глагола. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.3 Образование простых, продолженных, перфектных времен глагольных форм и употребление форм страдательного залога. 1.4. Видовременные формы глаголов. Образование простых, продолженных, перфектных и перфектно-продолженных времен. Вопросительные предложения в различных временах. Образование отрицательных форм глагола в различных временах.

1.4 Причастия. Причастия настоящего и прошедшего времени. Перфектные формы причастия. Место причастий в предложении. Абсолютный причастный оборот.

1.5 Инфинитив. Формы инфинитива. Продолженный и перфектный инфинитив. Функции инфинитива в предложении. Образование и употребление инфинитивных оборотов типа «сложное подлежащее» и «сложное дополнение».

1.6 Модальные глаголы. Структура предложения. Принципы словообразования. Сокращения (аббревиатуры). Обозначение даты Правила чтения химических элементов, обозначений и формул

неорганических соединений и уравнений химических реакций. Правила чтения единиц измерения. Правила чтения наименований основных органических соединений.

Раздел 2. Развитие навыков чтения тематических текстов.

2.1 Чтение текстов по темам:

2.1.1. Введение в специальность

2.1.2. Д.И. Менделеев

2.1.3. РХТУ им. Д.И. Менделеева

2.1.4. Наука и научные методы, научные статьи

2.1.5. Современные инженерные технологии

2.1.6. Химическое предприятие

2.1.7. Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории

2.1.8. Химия будущего.

2.1.9. Биотехнология Фармацевтические производства.

2.1.10. Зеленая химия. Проблемы экологии.

2.2 Понятие о видах чтения. Просмотровое чтение на примерах текстов о химии, Д.И. Менделееве, РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Активизация лексики прочитанных текстов.

2.3 Изучающее чтение научных и научно-популярных текстов по выбранной специальности на примере текстов: «Наука и научные методы», «Химическое предприятие», «Современные инженерные технологии», «Химическая лаборатория. Техника безопасности в лаборатории. Измерения в химической лаборатории», «Химия будущего. Современные тенденции развития науки», «Биотехнология. Фармацевтические производства», «Зеленая химия. Проблемы экологии».

Лексические особенности текстов научно-технической направленности. Терминология научно-технической литературы на изучаемом языке.

Раздел 3. Практика устной речи

3.1 Практика устной речи по темам:

3.1.1. «Говорим о себе, о своей будущей профессии»,

3.1.2. «Мой университет»,

3.1.3. «Университетский кампус»

3.1.4. «At the bank»

3.1.5. «Applying for a job» и т.д.

3.2 Монологическая речь по теме «о себе и о будущей профессии». Лексические особенности монологической речи.

3.3 Речевой этикет повседневного общения (знакомство, представление, установление и поддержание контакта, запрос и сообщение информации, побуждение к действию, выражение просьбы, согласия).

Особенности диалогической речи по пройденным темам.

Раздел 4. Особенности языка специальности

Грамматические трудности языка специальности:

4.1. Грамматические и лексические трудности языка специальности:

Различные варианты перевода причастий на русский язык. Причастные обороты и приемы их перевода на русский язык.

4.2. Сослагательное наклонение. Формы сослагательного наклонения в изучаемом языке. Модальные глаголы и их использование в предложениях в сослагательном наклонении. Типы условных предложений. Варианты перевода предложений в сослагательном наклонении и условных предложений. Порядок слов в предложении. Эмфатические конструкции.

4.3. Изучение правил перевода различных форм инфинитива и инфинитивных оборотов на русский язык.

4.4 Изучающее чтение текстов по тематике:

1) «Лаборатория»

2) «Измерения в химической лаборатории».

Стилистические особенности специальной научно-технической литературы. Организация работы со специальными словарями. Понятие о реферировании и аннотировании текстов по

специальности. Поиск новой информации при работе с текстами из периодических изданий и монографий, инструкций, проспектов и справочной литературы по рассматриваемой тематике.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр				Семестр			
			1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9,0	324,0	2,0	72,0	2,0	72,0	2,0	72,0	3,0	108,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,6	209,0	1,7	64,0	1,3	48,0	1,3	48,0	1,3	48,0
Практические занятия (ПЗ)	5,6	209,0	1,7	64,0	1,3	48,0	1,3	48,0	1,3	48,0
Самостоятельная работа	2,4	79,0	0,3	8	0,7	24	0,7	24	0,7	24,0
Контактная самостоятельная работа		0,6		0,2		0,2		0,2		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,4	78,4	0,3	7,8	0,7	23,8	0,7	23,8	0,7	24,0
Виды контроля:										
Вид контроля из УП				+		+		+		
Экзамен	1,0	36,0	-	-	-	-	-	-	1,0	36,0
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	-	-	-	-	-	-	1,0	0,4
Подготовка к экзамену.		35,6		-		-		-		35,6
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет		Зачет		Экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «История (история России, всеобщая история)»

1 Цель дисциплины – формирование у студентов целостного представления об историческом прошлом России, ее месте во всемирно-историческом процессе.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.6, УК-5.7, УК-5.11, УК-5.12, УК-5.13.

Знать:

- основные направления, проблемы и методы исторической науки;
- основные этапы и ключевые события истории России и мира; особенности развития российского государства, выдающихся деятелей отечественной и всеобщей истории.

Уметь:

- соотносить общие исторические процессы и отдельные факты; выявлять существенные черты исторических процессов, явлений и событий; анализировать социально-значимые проблемы;
- формулировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам истории.

Владеть:

- представлениями об истории как науке, ее месте в системе гуманитарного знания;

- представлениями об основных этапах в истории человечества и их хронологии;
- категориально-понятийным аппаратом изучаемой дисциплины;
- навыками анализа исторических источников.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. История в системе социально-гуманитарных наук. Основы методологии исторической науки. Особенности становления государственности в России по сравнению с европейскими раннесредневековыми государствами.

1.1. Место истории в системе наук. Древнейшее прошлое человечества и первые цивилизации. Предмет исторической науки. Роль теории в познании прошлого. Сущность, формы, функции исторического знания. Понятие исторического источника, классификация исторических источников. История России – неотъемлемая часть всемирной истории; общее и особенное в историческом развитии.

Антропогенез. Неолитическая революция. Социальный строй. Разложение первобытной общины. Цивилизации Древнего Востока. Государства античности. Народы и древнейшие государства на территории России. Этногенез славян. Великое Переселение народов в III–IV вв.

Традиционные формы социальной организации европейских народов в догосударственный период. Возникновение раннесредневековой государственности в Европе.

Этнокультурные и социально-политические процессы становления российской государственности. Начало российской государственности. Древняя Русь. Принятие христианства.

1.2. Средние века. Место средневековья во всемирно-историческом процессе. Русские земли в XII–XIII вв. Монголо-татарское нашествие на Русь. Экспансия в западные и северо-западные русские земли. Великое княжество литовское и Русское государство.

Складывание основ национальных государств в Западной Европе. Образование Российского государства, его историческое значение.

1.3. Новое время. У истоков Нового времени. Особенности сословно-представительной монархии в Европе и России. Начало XVII века – эпоха всеобщего европейского кризиса. Россия в XVI в. – XVII вв. Синхронность кризисных ситуаций в разных странах. «Смутное время» в России.

Генезис капитализма. Его формы и сосуществование с элементами феодализма. Особенности различных регионов Европы. Формирование мирового рынка. Подъем мануфактурного производства. Формирование внутренних рынков.

Генезис самодержавия в России. «Второе издание» крепостничества – Соборное уложение 1649 г. и юридическое оформление крепостного права. Секуляризация русской культуры.

Раздел 2. От Нового к Новейшему времени. Российская империя в XVIII — начале XX

в.

2.1. XVIII век – век модернизации и просвещения. Идеи и социально-политические истоки Просвещения. Основные черты просветительской идеологии: человек и государство, «естественное право», этика. Идея прогресса как господствующее течение в общественной мысли.

Реформы Петра I как первая попытка модернизации страны, её особенности. Формирование Российской империи. Основные направления «европеизации» страны. Эволюция социальной структуры общества. Дальнейшее расширение границ Российской империи. Россия в эпоху просвещенного абсолютизма. Россия и Европа в XVIII веке. Изменения в международном положении Российской империи.

2.2. XIX столетие. Промышленный переворот в Европе и России: общее и особенное. Важнейшие условия перехода России к индустриальному обществу – решение крестьянского вопроса и ограничение самодержавия. Длительность, непоследовательность, цикличность процесса буржуазного реформирования. Европейская революция 1848–1849 гг. Итоги, значение, исторические последствия.

Роль субъективного фактора в преодолении отставания. Реформы XIX века, их значение. Общественные движения в XIX веке.

2.3. Россия и мир на рубеже веков: кризисы развития. Общие итоги российской модернизации к началу XX века.

Соотношение политических сил в России в начале XX века. Нарастание кризиса самодержавия. Первая российская революция. Образование политических партий. Государственная

дума начала XX века как первый опыт российского парламентаризма. Столыпинская аграрная реформа. Первая мировая война и участие в ней России. Февральская революция 1917г. и коренные изменения в политической жизни страны.

Раздел 3. Всемирно-исторический процесс и XX век. От советского государства к современной России. Основные тенденции мирового развития на современном этапе.

3. 1. Начало новейшего времени. Формирование и сущность советского строя. Марксизм как идеологическая основа революционных преобразований и российские реалии. Подготовка и победа Октябрьского вооруженного восстания в Петрограде. II Всероссийский съезд Советов и его решения. Экономическая и социальная политика большевиков.

Итоги первой мировой войны. Версальская система международных отношений.

Гражданская война и иностранная интервенция. Судьба и значение НЭПа. Утверждение однопартийной политической системы. Образование СССР. Политическая борьба в партии и государстве. СССР в годы первых пятилеток (конец 20-х гг. – 30-е гг.).

Мировой экономический кризис 1929–1933 гг. и варианты выхода из него. Тоталитаризм в Европе. Формирование режима личной власти Сталина и командно-административной системы управления государством. Конституция СССР 1936 г. Внешняя политика СССР в 20-30-е гг. Деятельность Коминтерна.

3.2. Вторая мировая война. Великая Отечественная война: «Без срока давности». Москва и Московская область в годы Великой Отечественной войны. Основные этапы Великой Отечественной войны. Коренной перелом в ходе войны.

Советский тыл в годы войны. Борьба в тылу врага. Партизанское движение. Человеческие и материальные потери в ход войны.

Решающий вклад Советского Союза в разгром фашизма. Нюрнбергский процесс над нацистскими военными преступниками. Хабаровский процесс.

3. 3. СССР и мир с послевоенного периода до 1991 г. Изменение соотношения сил в мире после второй мировой войны. Начало «холодной войны». «Доктрина Трумэна» и «План Маршалла». Формирование биполярного мира. Взаимоотношения со странами «народной демократии». Создание Совета экономической взаимопомощи. Конфликт с Югославией. Организация Североатлантического договора (НАТО). Создание Организации Варшавского договора. Война в Корее. Трудности послевоенного развития СССР. Ужесточение политического режима и идеологического контроля. Попытки обновления «государственного социализма». XX съезд КПСС и осуждение культа личности Сталина. «Оттепель» в духовной сфере.

Экономические реформы середины 60-х годов, причины их незавершенности. «Государство благоденствия». IV и V Республика во Франции. Образование и Развитие ФРГ. «Экономическое чудо» Японии. Распад колониальной системы. Неоконсерватизм Великобритании. Рейгономика в США.

Нарастание кризисных явлений в советском обществе в 70-е – середине 80-х годов. Новая Конституция СССР. Концепция «развитого социализма». Внешняя политика СССР в конце 60-х начале 80-х гг.: от разрядки к обострению международной обстановки.

«Перестройка»: сущность, цели, задачи, основные этапы, результаты. Распад СССР. Образование СНГ.

3.4. Основные тенденции мирового развития на современном этапе. Становление новой российской государственности (с 1991- по настоящее время). Либеральная концепция российских реформ: переход к рынку, формирование гражданского общества и правового государства. «Шоковая терапия» экономических реформ в начале 90-х годов. Конституция Российской Федерации 1993г. Межнациональные отношения. Политические партии и общественные движения России на современном этапе. Россия на пути модернизации. Россия в системе мировой экономики и международных связей. Мировой экономический кризис 2008–2011 гг. Новые геополитическое реалии в мире и их влияние на внешнюю политику Российской Федерации. Глобальные проблемы современности.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.

Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		44	33
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Правоведение»

1 Цель дисциплины – овладение основами правовых знаний; формирование основ правовой культуры и правомерного поведения гражданина страны.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3; ОПК-6.3

Знать:

- основы российской правовой системы и российского законодательства, основы организации и функционирования судебных и иных правоприменительных и правоохранительных органов;
- правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- права и обязанности гражданина;
- основы трудового законодательства;
- основы хозяйственного права;
- основные направления антикоррупционной деятельности в РФ

Уметь:

- использовать этические и правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде, использовать права и свободы человека и гражданина при разработке социальных проектов;
- использовать и составлять нормативные и правовые документы, относящиеся к профессиональной деятельности, предпринимать необходимые меры к восстановлению нарушенных прав;
- реализовывать права и свободы человека и гражданина в различных сферах жизнедеятельности.

Владеть:

- навыками применения законодательства при решении практических задач.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы теории государства и права

1. Основы теории государства
2. Основы теории права

Раздел 2. Отрасли публичного права

1. Основы конституционного права
2. Основы административного права
3. Основы уголовного права
4. Коррупция как социальное и правовое явление в современном обществе

5. Основы экологического права
6. Нормативное правовое регулирование защиты информации. Правовые основы защиты государственной тайны

Раздел 3. Отрасли частного права

1. Гражданское право: основные положения общей части.
2. Авторское и патентное право и правовая защита результатов интеллектуальной.
3. Основы хозяйственного (предпринимательского) права.
4. Основы семейного права
5. Основы трудового права

Раздел 4. Особенности правового регулирования профессиональной деятельности в отдельных отраслях химической промышленности

1. Основы национальной безопасности, государственной политики и законодательство в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.
2. Особенности правового регулирования труда работников химической промышленности.
3. Нормативно-правовая база регулирования химической и нефтехимической отрасли в России.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Математика»

1. Цель дисциплины - формирование у студентов системы основных понятий, используемых для построения важнейших математических моделей и математических методов для описания различных химико-технологических процессов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.2, ОПК-2.3, ОПК-2.6, ОПК-2.7.

Знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- математические теории и методы, лежащие в основе построения математических моделей;
- основы применения математических моделей и методов.

Уметь:

- выбирать математические методы, пригодные для решения конкретной задачи;
- использовать математические понятия, методы и модели для описания различных процессов;
- выявлять математические закономерности, лежащие в основе конкретных процессов;
- использовать основные методы статистической обработки данных;

- применять математические знания на междисциплинарном уровне.

Владеть:

- основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата;
- методами статистической обработки информации.

3. Краткое содержание дисциплины

1 СЕМЕСТР

Введение. Предмет и методы математики. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы.

Раздел 1. Элементы алгебры.

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 матрицы. Обратная матрица. Теорема Кронекера-Капелли. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Собственные числа и векторы. Квадратичные формы.

Раздел 2. Функция одной переменной. Предел функции. Непрерывность функции.

Функция. Способы задания функции. Элементарные функции. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Пределы на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства и взаимосвязь. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Свойства функций, непрерывных на отрезках. Точки разрыва функции и их классификация.

Раздел 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.

Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали. Правила дифференцирования. Таблица основных производных. Дифференцируемость функции: определение, теоремы о связи непрерывности и дифференцируемости функции и с существованием производной. Дифференциал функции: определение, свойства. Производная сложной функции. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя (раскрытие неопределенностей). Производные высших порядков. Монотонность функции: определение, необходимые и достаточные условия. Экстремум функции: определение, необходимые и достаточные условия. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба графика функции: определения, необходимые и достаточные условия их существования. Общая схема исследования функций, построение их графиков.

Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной.

Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных интегралов. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подстановки, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей, интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций. Определенный интеграл, его геометрический смысл, его свойства. Теорема о среднем значении. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Несобственные интегралы: определения, свойства, методы вычисления.

2 СЕМЕСТР

Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

Функции двух и более переменных: определение, область определения, область существования, геометрическая интерпретация, линии уровня, и поверхности уровня. Предел функции в точке. Частные производные (на примере функции двух переменных). Дифференцируемость функции: определение, связь дифференцируемости с непрерывностью и с существованием частных производных. Достаточные условия дифференцируемости функции. Дифференцируемость сложной функции, полная производная. Дифференциал функции двух переменных, его инвариантность. Дифференцирование функции одной и двух переменных, заданной неявно. Частные производные и

дифференциалы высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных (для функции двух переменных). Аналитический признак полного дифференциала. Производная по направлению: определение, формула для ее вычисления. Градиент и его свойства. Экстремумы функции двух переменных: определения, необходимое и достаточное условия существования экстремума. Условный экстремум: определение, методы нахождения точек условного экстремума (прямой метод и метод множителей Лагранжа). Наибольшее и наименьшее значения функции двух переменных в замкнутой области.

Раздел 6. Кратные интегралы.

Двойной интеграл: определение, геометрический смысл, свойства. Теорема о среднем значении двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовой системе координат. Вычисление двойного интеграла в полярной системе координат. Интеграл Эйлера - Пуассона. Приложения двойного интеграла: вычисление площади плоской области, объема цилиндрического тела, площади поверхности, массы пластинки с заданной плотностью, координат центра тяжести пластинки. Тройной интеграл: определение, физический и геометрический смысл, свойства, теорема о среднем значении тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовой системе координат, в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла: вычисление объема, массы тела с заданной плотностью, координат центра тяжести тела.

Раздел 7. Криволинейные и поверхностные интегралы.

Криволинейный интеграл по координатам: определение, физический смысл, свойства. Вычисление криволинейного интеграла. Формула для вычисления работы при перемещении материальной точки в силовом поле вдоль некоторого пути. Формула Грина для вычисления криволинейного интеграла по замкнутому контуру. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования: необходимое и достаточное условие независимости, критерий независимости. Потенциальное поле, потенциальная функция и ее вычисление. Вычисление криволинейного интеграла, не зависящего от пути интегрирования. Поверхностный интеграл: определение, физический смысл, вычисление в декартовой системе координат. Теорема Гаусса-Остроградского. Формула Стокса.

3 СЕМЕСТР

Раздел 8. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Дифференциальные уравнения: определение, порядок, решение, теорема существования и единственности решения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Линейные уравнения I-го порядка: определение и метод решения. Уравнения Бернулли: определение и метод решения. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах: определение и метод решения. Интегрирующий множитель: определение, сведение к уравнению в полных дифференциалах с помощью интегрирующего множителя.

Раздел 9. Дифференциальные уравнения второго порядка.

Дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка: определение, однородные и неоднородные линейные уравнения. Свойства решений. Линейная независимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Теоремы о структуре общих решений линейных однородных и линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод Эйлера для решения этих уравнений. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами: метод подбора частного решения этого уравнения с правой частью специального вида и метод вариации произвольных постоянных. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка: свойства решений, теоремы о структуре общего решения. Алгоритм построения общего решения линейного дифференциального уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

Раздел 10. Системы дифференциальных уравнений.

Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, решение методом исключения. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка, метод вариации произвольных постоянных. Системы линейных однородных уравнений первого порядка с

постоянными коэффициентами, метод Эйлера. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Раздел 11. Числовые и функциональные ряды.

Числовые ряды: основные понятия, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Свойства сходящихся рядов. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: интегральный признак Коши; признаки сравнения рядов; признак Даламбера; радикальный признак Коши. Ряды Дирихле. Знакопередающий ряд: определение, признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость знакпеременных рядов. Функциональные ряды. Степенные ряды: определение, теорема Абеля, интервал сходимости, радиус сходимости. Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена: определение, условия сходимости ряда Тейлора к исходной функции. Лемма $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n!} = 0$ для $\forall x \in R$. Достаточные условия сходимости ряда Тейлора. Алгоритм разложения функции в ряд Маклорена. Основные разложения функций: e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^n$, $\arctg x$, $\arcsin x$ в ряд Маклорена. Разложение функций в ряд Тейлора с помощью основных разложений. Применение степенных рядов: приближенные вычисления, приближенное решение дифференциальных уравнений.

4 СЕМЕСТР

Раздел 12. Теория вероятностей. Случайные величины и их законы распределения.

Предмет теории вероятностей. Случайные события. Противоположные события. Независимые события. Относительная частота. Классическое и геометрическое определение вероятности. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей. Пространство элементарных событий. Классическое определение вероятности. Алгебра событий: теоремы о вероятности суммы событий, противоположных событий, сумма вероятностей несовместных событий, образующих полную группу. Аксиоматическое определение вероятности. Статистическое определение вероятности. Условная вероятность. Теоремы о вероятности произведения зависимых и независимых событий. Полная вероятность. Повторные испытания. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Формула Пуассона.

Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Функция распределения, ее свойства, график. Плотность распределения непрерывной случайной величины (плотность вероятности). Формула для вероятности попадания непрерывной случайной величины в данный интервал, выраженный через плотность вероятности, геометрический смысл формулы. Биномиальное распределение, распределение Пуассона, равномерное распределение, нормальное распределение, экспоненциальное распределение.

Раздел 13. Математическая статистика.

Предмет математической статистики. Основные задачи математической статистики. Выборочный метод. Статистическое описание. Выборки. Гистограмма и полигон частот. Статистическая (эмпирическая) функция распределения. Выборочные характеристики и их распределения. Состоятельные, эффективные смещенные и несмещенные оценки параметров. Статистическое среднее, статистическая дисперсия и статистическое среднее квадратичное как точечные оценки неизвестных: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения. Доверительные интервалы и интервальные оценки. Доверительные оценки неизвестной вероятности по большим выборкам. Доверительная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии. Доверительная оценка среднего квадратичного отклонения. Точные выборочные распределения: Стьюдента (t-распределение), Фишера-Снедекора (F-распределение), Пирсона (χ^2 -распределение). Проверка статистических гипотез. Математические методы проверки статистических гипотез. Элементы теории корреляции.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.	ЗЕ	Акад.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	648	5	180	5	180	5	180	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,44	304	2,66	96	1,78	64	2,22	80	1,78	64
Лекции	4	144	1,33	48	0,89	32	0,89	32	0,89	32
Практические занятия (ПЗ)	4,44	160	1,33	48	0,89	32	1,33	48	0,89	32
Самостоятельная работа	7,56	272	2,34	84	2,22	80	1,78	64	1,22	44
Контактная самостоятельная работа	7,56	0,6	2,34	0,4	2,22	0	1,78	0	1,22	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		271,4		83,6		80		64		43,8
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	72			1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8			1	0,4	1	0,4		
Подготовка к экзамену.		71,2				35,6		35,6		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен		Экзамен		Зачет	

Вид учебной работы			Семестр							
	Всего		1		2		3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	18	486	5	135	5	135	5	135	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	8,44	228	2,66	72	1,78	48	2,22	60	1,78	48
Лекции	4	108	1,33	36	0,89	24	0,89	24	0,89	24
Практические занятия (ПЗ)	4,44	120	1,33	36	0,89	24	1,33	36	0,89	24
Самостоятельная работа	7,56	204	2,34	63	2,22	60	1,78	48	1,22	33
Контактная самостоятельная работа	7,56	0,45	2,34	0,3	2,22	0	1,78	0	1,22	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		203,55		62,7		60		48		32,85
Вид контроля – Зачет с оценкой			+	+						
Вид контроля – Зачет									+	+
Вид контроля – Экзамен	2	54			1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6			1	0,3	1	0,3		

Подготовка к экзамену.		53,4				26,7		26,7		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой	Экзамен		Экзамен		Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Философия»

1 Цель дисциплины – сформировать у студентов комплексное представление о роли и месте философии в системе гуманитарных, социальных и естественных наук, познакомить их с основами философского знания, необходимыми для решения теоретических и практических задач.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-5.4, УК-5.5, УК-5.8, УК-5.9, УК-5.14.

Знать: основное содержание главных философских школ и направлений, представителей этих школ, связь и различие их философских идей, связь историко-философских концепций с современными проблемами индивидуальной и общественной жизни;

Уметь: понимать и анализировать мировоззренческие, социальные и индивидуальные проблемы современной жизни; грамотно вести дискуссию, анализировать особенности межкультурного взаимодействия, обусловленные различием этических, религиозных и ценностных систем, опираясь на наработанный в истории философии материал; применять полученные философские знания к решению профессиональных задач;

Владеть: представлениями о философии как науке и системе ценностей, ее месте в системе гуманитарного знания; основами философского мышления; категориальным аппаратом изучаемой дисциплины, философскими методами анализа различных проблем, навыками философской культуры для выработки системного, целостного взгляда на действительность и место химии и химической технологии в целостной картине мира.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Философия, ее происхождение и роль в обществе.

Раздел 1. Основные философские школы.

Античная философия (досократики, софисты, Сократ, Демокрит, Платон, Аристотель, эллинистически-римская философия). Основные проблемы средневековой философии и эпохи Возрождения. Философия Нового времени (XVII – XVIII вв.) Идеология Просвещения. Немецкая классическая философия. Русская философия XIX – XX вв. Основы марксистской философии. Основные направления современной философии.

Раздел 2. Философские концепции бытия и познания.

Проблема бытия в истории философии. Понятия материального и идеального. Основные философские направления: материализм и идеализм. Принцип глобального эволюционизма в современной научной картине мира.

Концепции пространства и времени в истории философии и науки.

Происхождение сознания. Роль труда в происхождении сознания. Идеалистические и материалистические концепции сознания. Сознание и мозг. Сознательное и бессознательное. Сознание и язык. Сознание и самосознание.

Концепции гносеологии в истории философии: сенсуализм, рационализм, скептицизм, агностицизм, концепция врожденных идей, априоризм. Диалектика познания: чувственное и рациональное. Основные теории истины.

Раздел 3. Проблемы человека в философии.

Человек как предмет философского анализа в истории философии. Происхождение человека: природные и социальные условия антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке. Индивид, индивидуальность, личность.

Смысл жизни и предназначение человека. Жизнь, смерть, бессмертие. Движение ненасилия, его роль в современной жизни. Цели и ценности. Свобода воли и ответственность личности. Нравственные, религиозные, эстетические ценности.

Раздел 4. Философия истории и общества

Человек в системе социальных связей. Личность и массы, свобода и необходимость. Философия истории: формационная и цивилизационная концепции исторического развития. Прогрессистские и циклические модели развития. Глобальные проблемы современности. Концепция устойчивого развития и сценарии будущего.

Общество и его структура. Социальная, политическая и духовная сферы общества. Концепции государства в истории философской мысли. Гражданское общество и правовое государство.

Раздел 5. Философские проблемы химии и химической технологии

Научное и вненаучное знание. Структура научного знания, его методы и формы. Научные революции и смена типов рациональности. Наука в современном мире. Этика науки и ответственность ученого.

Проблема соотношения науки и техники. Социальные последствия научно-технического прогресса. Этические и экологические императивы развития науки и техники.

Место химии в системе естественных наук. Основная проблема химии как науки и производства. Цели и задачи химической технологии. Специфика химико-технологического знания: фундаментальное и прикладное, эмпирическое и теоретическое.

4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	108
Контактная работа (КР):	1,78	48	36
Лекции (Лек)	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа (СР):	1,22	44	33
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,22	44	33
Вид контроля:	Экзамен		
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы экономики и управления производством»

1 Цель дисциплины – получение системы знаний об экономических закономерностях функционирования промышленного производства в системе национальной экономики, формирование экономического мышления и использование полученных знаний в практической деятельности.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-9.1; УК-9.2; УК-9.3; ОПК-4.7; ОПК-5.4.

Знать:

- основы экономической культуры, в том числе финансовой грамотности;
- основы российской правовой системы и российского законодательства, правовые и нравственно-этические нормы в сфере профессиональной деятельности;
- правовые нормы, регулирующие отношение человека к человеку, обществу, окружающей среде;
- основные категории и законы экономики;
- основы экономической деятельности предприятия, его структуру и отраслевую специфику; классификацию предприятий по правовому статусу;
- содержание этапов разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений.

Уметь:

- использовать знания основ экономики при принятии обоснованных решений в различных областях деятельности;
- использовать знания основ экономики при решении производственных задач;
- основами хозяйственного и экологического права;
- проводить технико-экономический анализ инженерных решений.

Владеть:

- навыками выбора экономически обоснованных решений в различных областях

жизнедеятельности;

- методами разработки производственных программ и плановых заданий для первичных производственных подразделений;
- навыками выбора экономически обоснованных решений с учетом имеющихся ограничений.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Основы рыночной экономики

Тема 1: Экономические потребности, блага и ресурсы. Экономические системы и их сущность. Общественное производство и экономические отношения. Производственные возможности общества и экономический выбор. Кривая производственных возможностей. Закон убывающей предельной полезности. Типы и модели экономических систем. Элемент экономической системы. Традиционная экономическая система. Собственность: формы и пути их преобразования.

Тема 2: Рыночный механизм спроса и предложения. Совершенная и несовершенная конкуренции. Товарный (рыночный) тип общественного производства. Сущность и условия возникновения рынка. Виды рынков и их структура. Функции рынка. Товар и его свойства. Спрос и предложение на рынке. Понятие «эластичность». Эластичность спроса и предложения, точечная и дуговая. Совершенная и несовершенная конкуренции. Монополия. Максимизация прибыли монополистом. Олигополия.

Тема 3: Понятие национальной экономики, основные макроэкономические показатели. Понятия совокупного спроса и совокупного предложения, факторы, влияющие на их изменения. Потребления и сбережения. Экономический кругооборот. Производство, обмен и распределение. Потребление, сбережение, инвестиции товаров и услуг.

Тема 4: Финансовая система и финансовая политика общества. Государственный бюджет и государственный долг. Налоги и налоговая система.

Раздел 2. Экономические основы управления производством

Тема 5: Предприятие как субъект рыночного хозяйства. Экономические законы и особенности их проявления на предприятии. Роль специалиста химической промышленности. Предприятие в системе рыночной экономики. Предприятие – как субъект и объект предпринимательской деятельности. Законодательная база предпринимательской деятельности. Нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия. Организационно-правовые формы предпринимательской деятельности и критерии их выбора. Формы собственности. Внешняя и внутренняя среда предприятия.

Тема 6: Материально-техническая база производства. Сырьевая и топливно-энергетическая база химических производств. Производственная программа и производственная мощность предприятия. Качество и конкурентоспособность продукции. Экономическое обоснование выбора сырья и топлива. Ресурсосбережение. Альтернативные источники сырья и энергии. Организация складского хозяйства.

Тема 7: Материально-технические ресурсы предприятия. Основные производственные фонды химических предприятий: понятие, классификация и структура. Понятие и структура основных средств. Оценка основных средств. Методы оценки основных фондов. Показатели использования основных производственных фондов. Износ и амортизация основных фондов. Оценка эффективности использования основных производственных фондов. Воспроизводство основных средств. Оборотные средства предприятия: понятие, состав и структура. Источники формирования оборотных средств. Оборачиваемость оборотных средств. Материальные запасы на предприятии. Определение потребности в оборотных средствах.

Тема 8: Трудовые ресурсы предприятия. Персонал предприятия и его структура. Основы организации труда на предприятии. Эффективность использования персонала и рабочего времени. Производительность труда и оплата труда. Организация заработной платы на предприятии. Состав и структура промышленно-производственного персонала. Производительность труда: понятие, показатели и методы измерения. Индивидуальная и общественная производительность труда. Резервы и факторы повышения производительности труда. Формы, системы и размер оплаты труда на предприятии.

Раздел 3. Техничко-экономический анализ инженерных решений

Тема 9: Доходы и расходы на производство, и реализацию продукции предприятия. Издержки производства продукции (себестоимость), прибыль, рентабельность и ценообразование. Понятие

затраты на производство и реализацию продукции (себестоимость). Виды и значение классификации затрат. Структура затрат на производство и реализацию продукции. Техничко-экономический анализ инженерных решений. Особенности расчета затрат на производство и реализацию продукции в комплексных производствах. Основные пути снижения затрат на производство продукции. Доходы предприятия. Понятие прибыли и дохода предприятия, методы их расчета. Рентабельность, ее виды и методы расчета. Пути повышения прибыли и рентабельности на предприятиях.

Тема 10: Ценообразование и ценовая политика. Цена на продукцию и принципы ценообразования. Виды цен. Структура цены, система цен. Взаимосвязи цен и издержек. Ценовая политика. Разработка ценовой стратегии.

Тема 11: Финансово-кредитные отношения предприятий и система налогообложения. Понятие, состав и структура финансов предприятия. Принципы налогообложения. Налоги и платежи, установленные законодательством: виды, ставки, объекты налогообложения и сроки уплаты налога в бюджет.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,88	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6	32,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Социально-психологические основы развития личности»

1 Цель дисциплины – формирование социально ответственной личности, способной к самоорганизации и развитию, умеющей выстраивать и реализовывать свою жизненную стратегию, способной управлять своим временем в новых социальных реалиях, в условиях непрерывного образования, умеющей осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-5.10; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5; УК-6.6

Знать:

- сущность проблем организации и самоорганизации личности, ее поведения в группе в условиях современного общества и непрерывного образования;
- методы самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития, выработки целеполагания и мотивационных установок, развития коммуникативных способностей и поведения в группе;
- общую концепцию технологий организации времени и повышения эффективности его использования;
- методики изучения социально-психологических явлений в сфере управления и самоуправления личности, группы, организации.

Уметь:

- планировать и решать задачи личностного и профессионального развития;

- анализировать свои возможности и ограничения, использовать методы самодиагностики, самопознания, саморегуляции и самовоспитания;
- устанавливать с коллегами (одногоруппниками) отношения, характеризующиеся эффективным уровнем общения;
- творчески применять в решении практических задач инструменты технологий организации времени и повышения эффективности его использования.

Владеть:

- социальными и психологическими технологиями самоорганизации и развития личности, выстраивания и реализации траектории саморазвития;
- инструментами оптимизации использования времени, навыками планирования личного и учебного времени, навыками самообразования;
- теоретическими и практическими навыками предупреждения и разрешения внутриличностных и групповых конфликтов;
- способами мотивации членов коллектива к личностному и профессиональному развитию;
- способностями к конструктивному общению в команде, рефлексии своего поведения и лидерскими качествами.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общество: новые условия и факторы развития личности

1. Современное общество в условиях глобализации и информатизации.
2. Социальные процессы
3. Институты социализации личности
4. Институт образования
5. Социальная значимость профессии.
6. «Моя профессия в современном российском обществе»

Раздел 2. Личность. Социальные и психологические технологии самоорганизации и саморазвития

1. Психология личности
2. Стратегии развития и саморазвития личности
3. Самоорганизация и самореализация личности
4. Личность в системе непрерывного образования
5. Целеполагание в личностном и профессиональном развитии. Практикум «Построение карьеры».

Раздел 3. Группа. Социальные и психологические технологии группового поведения и лидерства

1. Коллектив и его формирование. Практикум «Психология общения»
2. Стили руководства и лидерства. Практикум «Командообразование. Лидерство»
3. Практикум «Управление конфликтными ситуациями в коллективе»
4. Практикум «Мотивы личностного роста»
5. Социально-психологическое обеспечение управления коллективом. Практикум «Искусство управлять собой»

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,33	48,0	36
Лекции	0,44	16,0	12
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32,0	24
Самостоятельная работа	0,67	24	18
Контактная самостоятельная работа	0,67	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		23,8	17,85
Вид контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая и неорганическая химия»

1 Цель дисциплины – приобретение знаний и компетенций, формирование современных представлений в области теоретических основ химии и химии элементов.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.1, ОПК-1.4.

Знать:

- электронное строение атомов и молекул;
- основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии;
- основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;
- методы описания химических равновесий в растворах электролитов;
- строение и свойства координационных соединений;
- получение, химические свойства простых и сложных неорганических веществ.

Уметь:

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;
- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях.

Владеть:

- теоретическими методами описания строения и свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов;
- основными навыками работы в химической лаборатории;
- экспериментальными методами определения некоторых физико-химических свойств неорганических соединений.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Принципы химии

1.1 Строение атома.

Волновые свойства материальных объектов. Уравнение де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Понятие о квантовой механике и уравнении Шредингера.

1.2 Периодический закон и периодическая система.

Современная формулировка периодического закона. Периодическая система и ее связь со строением атомов. Заполнение электронных слоев и оболочек атомов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева.

1.3 Окислительно-восстановительные процессы.

Степени окисления. Важнейшие окислители и восстановители. Важнейшие схемы превращения веществ в окислительно-восстановительных реакциях.

1.4. Химическая связь и строение молекул.

Ковалентная связь, основные положения метода валентных связей. Рассмотрение схем перекрывания атомных орбиталей при образовании связей в молекулах. Гибридизация волновых функций. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Метод Гиллеспи. Общие сведения о комплексных соединениях, их строение. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Ионная связь как предельный случай ковалентной связи. Общие представления о межмолекулярном взаимодействии: ориентационное, индукционное, дисперсионное взаимодействия.

1.5. Понятие о химической термодинамике.

Термодинамические функции состояния (характеристические функции). Внутренняя энергия и энтальпия, их физический смысл. Термохимия и термохимические уравнения. Закон Гесса и

следствия из него. Понятие об энтропии, абсолютная энтропия и строение вещества. Изменение энтропии в различных процессах.

1.6. Понятие о химической кинетике. Химическое равновесие.

Одностадийные и сложные реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости реакции от температуры; энтальпия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Истинное и кажущееся равновесия. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия, принцип Ле-Шателье – Брауна.

Энергия Гиббса, ее связь с энтропией и энтальпией. Физический смысл энергии Гиббса. Энтропийный и энтальпийный факторы процесса. Связь ΔG°_T с константой равновесия.

1.7. Растворы. Равновесия в растворах.

Процессы, сопровождающие образование жидких истинных растворов неэлектролитов и электролитов. Ассоциированные и неассоциированные электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Равновесие в системе, состоящей из насыщенного раствора малорастворимого электролита и его кристаллов. Равновесие в растворах комплексных соединений. Равновесие диссоциации воды, ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Шкала pH. Гидролиз солей.

Раздел 2. Неорганическая химия

2.1. Химия s-элементов. 2.2. Химия p-элементов.

Водород-первый элемент периодической системы, его двойственное положение. Элементы 1–2 и 13–18 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, электроотрицательности и энергии ионизации атомов. Типичные степени окисления. Химические свойства простых веществ. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений, их получение. Природные соединения, получение и применение.

2.3. Химия d-элементов. 2.4. Химия f-элементов.

Элементы 3–12 групп периодической системы. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Природные соединения, получение и сопоставление физических и химических свойств простых веществ. Строение и свойства основных типов соединений. Особенности f-элементов.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	7	252	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	8	288	4,44	160	3,56	128
Лекции	3,56	128	1,78	64	1,78	64
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32	0,88	32	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	128	1,78	64	1,78	64
Самостоятельная работа	2	71,8	1,56	56	0,44	15,8
Контактная самостоятельная работа	2	-	1,56	-	0,44	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		71,8		56		15,8
Виды контроля:						
Экзамен	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6

Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	
Курсовая работа	0,01	0,2	-	-	0,01	0,2
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,2	-	-	0,01	0,2
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен, КР	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	7	189	5	135
Контактная работа-аудиторные занятия:	8	216	3,56	120	2,67	96
Лекции	3,56	96	1,78	48	1,78	48
Практические занятия (ПЗ)	0,88	24	0,88	24	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	96	1,78	48	1,78	48
Самостоятельная работа	2	53,85	1,56	42	0,44	11,85
Контактная самостоятельная работа	2	-	1,56	-	0,44	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		53,85		42		11,85
Виды контроля:						
Экзамен	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен	
Курсовая работа	0,01	0,15	-	-	0,01	0,15
Контактная работа – промежуточная аттестация	0,01	0,15	-	-	0,01	0,15
Вид итогового контроля:			экзамен		экзамен, КР	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Органическая химия»

1 Цель дисциплины – приобретение студентами знаний о строении органических соединений, основных химических свойствах различных классов органических соединений и методах их получения, как промышленных, так и лабораторных.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ОПК-1.1; ОПК-1.4; ОПК-1.5

Знать:

- теоретические основы строения и свойств различных классов органических соединений;
- способы получения и химические свойства основных классов органических соединений;
- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- основные механизмы протекания органических реакций;
- технику безопасности в лаборатории органической химии.

Уметь:

- применять теоретические знания для синтеза органических соединений различных классов и предсказания механизма и результата органических реакций;
- анализировать и предсказывать реакционные свойства органических соединений;
- составлять схемы синтеза органических соединений, заданного строения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;
- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии.

Владеть:

- основами номенклатуры и классификации органических соединений;
 - основными теоретическими представлениями в органической химии;
 - экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- навыками обоснования рациональных способов получения органических веществ.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. «Теория химического строения и насыщенные углеводороды»

1.1 Теория химического строения.

Электронное строение функциональных групп. Полярность ковалентной связи. Электронные эффекты; индуктивный эффект, эффект сопряжения. Резонанс. Основные положения теории МО. Граничные орбитали. Потенциалы ионизации и сродство к электрону органических молекул. Пространственная структура и пространственная изомерия органических молекул. Гибридизация орбиталей и форма органических молекул. Принцип наименьшего отталкивания электронных пар валентной оболочки. Классификация органических реакций и реагентов. Классификация органических реакций: по типу превращения, по образующимся продуктам, по типу разрыва связей, по характеру активирования, по характеру реагента. Электрофильные и нуклеофильные реагенты. Одноэлектронные реакции органических соединений. Кислоты и основания в органической химии. Кисотно-основные реакции Льюиса и их продукты: донорно-акцепторные комплексы, ионные пары, карбанионы, карбокатионы, катион-радикалы и анион-радикалы. Понятие о механизмах органических реакций и методах их установления. Концепции реакционной способности органических соединений. Термодинамический и кинетический контроль. Зарядовый и орбитальный контроль. Концепция граничных орбиталей Фукуи.

1.2 Алканы.

Стереохимия. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Промышленные и лабораторные способы получения. Физические свойства. Пространственное строение. Поворотная изомерия алканов: конформеры. Электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Термические превращения алканов, гомолитический тип разрыва связей. Свободные радикалы, их строение, относительная стабильность, превращения в условиях термоллиза. Реакции свободнорадикального замещения: галогенирование, нитрование, сульфохлорирование. Цепной и нецепной механизмы этих реакций. Полное и частичное окисление алканов. Ионные реакции алканов. Реакции со сверхсильными кислотами. Применение алканов. Понятие о симметрии молекул. Асимметрический центр. Хиральная молекула. Оптическая активность. Энантиомеры. Проекционные формулы Фишера. Рацемические формы. L- и R,S - номенклатуры. Правила старшинства заместителей. Оптическая активность соединений с несколькими хиральными центрами. Диастереомеры, эритро- и тетро-изомеры. Мезоформы. Оптическая активность соединений, не имеющих асимметрического центра.

1.3 Циклоалканы.

Классификация и номенклатура. Природные источники и способы получения циклоалканов. Пространственное и электронное строение. Типы напряжений в циклах (угловое, торсионное, трансаннулярное). Относительная устойчивость и характеристика реакционной способности циклоалканов. Конформации циклогексана. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклоалканов. Химические свойства циклоалканов. Особенности реакций малых циклов. Представления о полициклических насыщенных углеводородах и полиэдрах. Применение циклоалканов.

Раздел 2. «Ненасыщенные углеводороды и ароматические соединения»

2.1 Алкены.

Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Получение. Физические свойства. Пространственное строение и пространственная изомерия алкенов. Цис-, транс-изомерия. E,Z - Номенклатура. Электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения алкенов: присоединение галогеноводородов, воды, галогенов. Оксимеркурирование – демеркурирование, гидроборирование алкенов. Механизмы реакций Ad_E . Промежуточные частицы: открытые и циклические катионы. Региоселективность и стереохимия реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его теоретическое объяснение. Свободнорадикальное присоединение галогенов и бромоводорода (перекисный эффект Караша). Реакции радикального замещения алкенов, протекающие с сохранением двойной связи: аллильное галогенирование. Окисление и озонолиз алкенов, получение эпокси-соединений, виц-диолов, альдегидов, кислот. Окисление алкенов в присутствии солей палладия. Гидроформилирование алкенов, получение спиртов и альдегидов. Комплексообразование алкенов с переходными металлами: гомогенное и гетерогенное каталитическое гидрирование. Реакции алкенов с карбенами и их аналогами. Получение и строение карбенов. Полимеризация алкенов (ионная, радикальная, координационная). Стереорегулярные полимеры. Применение алкенов.

2.2 Алкины.

Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения галогеноводородов и галогенов: механизмы, ориентация и стереохимия. Реакции присоединения, катализируемые солями ртути (II) и меди (I): присоединение воды, карбоновых кислот, циановодорода. Гидроборирование алкинов, превращения винилборанов в альдегиды. Нуклеофильное присоединение к тройной связи. Гидрирование и восстановление алкинов. Получение цис- и транс-алкенов. Кислотные свойства алкинов: $C\equiv N$ -кислотность. Ацетилениды, получение, строение, свойства, применение в синтезе соединений, содержащих тройную связь. Димеризация, тримеризация, циклоолигомеризация алкинов. Применение алкинов.

2.3 Алкадиены и полиены.

Перициклические реакции. Классификация и номенклатура алкадиенов. Аллены. Пространственное и электронное строение. Общая характеристика химических свойств. Сопряженные алкадиены. Способы получения. Физические свойства. Пространственное строение и пространственные изомеры; конформеры 1,3-бутадиена и геометрические изомеры 2,4-гексадиена. Электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Особенности реакций электрофильного и радикального присоединения: сопряженное присоединение (1,4-присоединение). Механизмы и соотношение 1,2- и 1,4-присоединения галогенов и галогеноводородов в условиях кинетического и термодинамического контроля. Перициклические реакции. Электроциклические реакции. Реакции циклоприсоединения: димеризация алкенов, диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Условия протекания реакций. Механизмы и стереохимия. Правила Вудварда-Гофмана. Орбитальный контроль перициклических реакций. Применение сопряженных алкадиенов в промышленности. Понятие о натуральном и синтетическом каучуках.

2.4 Соединения бензольного ряда.

Ароматический характер бензола. Особенности пространственного и электронного строения бензола. Понятие ароматичности. Ароматичность $(4n + 2)$ -аннуленов: нейтральные молекулы и ионы. Комплексы аннуленов с переходными металлами. Полициклические ароматические соединения. Гетероароматические соединения. Соединения бензольного ряда. Изомерия и номенклатура. Промышленные и лабораторные способы получения аренов. Физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование, реакции Фриделя-Крафтса. Механизмы: понятие о π - и σ -комплексах. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Резонансная стабилизация промежуточных s -комплекс. Орбитальный контроль реакций S_EAr . Алкилпроизводные бензола:

толуол, ксилолы, этилбензол, кумол. Способы получения. Реакции электрофильного замещения в кольце и радикального замещения в боковой цепи. Реакции дегидрирования и окисления. Стирол и дивинилбензол. Нафталин, фенантрен, антрацен. Промышленные способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Ароматичность. Потенциалы ионизации и электронное сродство общая характеристика реакционной способности. Особенности реакций электрофильного замещения нафталина; реакционная способность, ориентация, орбитальный контроль.

Раздел 3. «Галогенопроизводные. Металлоорганические соединения»

3.1 Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 .

Реакции нуклеофильного замещения галогенов. Бимолекулярный механизм нуклеофильного замещения (S_N2). Влияние отдельных факторов на реакционную способность галогенопроизводных углеводородов: строение субстрата, характер уходящей группы, сила нуклеофильного реагента, природа растворителя. Стереохимия реакций S_N2 . Соотношение понятий «нуклеофильность» и «основность». Мономолекулярный механизм нуклеофильного замещения (S_N1). Влияние отдельных факторов: природа растворителя, строение субстрата. Стереохимия реакций S_N1 . Аллил- и бензилгалогениды в реакциях S_N1 и S_N2 .

3.2 Реакции отщепления $E1$ и $E2$.

Реакции элиминирования. Механизмы реакций элиминирования: регио- и стереоселективные реакции. Правила Зайцева и Гофмана. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Полигалогеналканы. Получение и применение метиленхлорида, хлороформа, дихлорэтана, четыреххлористого углерода.

3.3 Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.

Ароматические галогенопроизводные. Особенности связи углерод-галоген и реакции замещения галогена. Замещение галогена в активированных галогенаренах; механизм присоединения-отщепления. Неактивированные галогенопроизводные ароматических углеводородов; ариновый механизм замещения галогена (механизм отщепления-присоединения).

3.4 Металлоорганические соединения.

Номенклатура. Способы получения литий- и магнийорганических соединений. Реакция Гриньяра, механизм. Строение реактивов Гриньяра. Их реакции с соединениями, содержащими активный атом водорода - с кислотами, спиртами, аминами, тиолами. Реакции с карбонильными соединениями (диоксид углерода, альдегиды, кетоны). Синтетическое значение этих реакций. Реакция Гриньяра с галогенидами различных элементов как метод получения элементоорганических соединений. Применение литийорганических соединений в органическом синтезе. Органические соединения меди и ртути. Получение. Общая характеристика химических свойств. Применение в органическом синтезе.

Раздел 4. Спирты, фенолы, простые эфиры.

4.1 Спирты.

Одноатомные спирты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в спиртах, влияние на физические свойства. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. ОН-Кислотность: образование алколюлятов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов и алкоксид-ионов: реакции алкилирования. Получение сложных эфиров органических и неорганических кислот. Реакции нуклеофильного замещения спиртов: особенности реакций S_N1 и S_N2 , реакционная способность, стереохимия, перегруппировки. Реакции элиминирования. Внутримолекулярная дегидратация: механизм, реакционная способность, направление отщепления. Правило Зайцева. Каталитическая дегидратация. Реакции спиртов с галогенидами фосфора и серы: механизмы и стереохимия. Окисление и дегидрирование. Применение в промышленности. Спирты в биологии.

Многоатомные спирты, Гликоли. Глицерин. Способы получения. Физические и химические свойства. Практическое применение.

4.2 Фенолы

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Реакции гидрокси-группы. Кислотность. Влияние

заместителей в кольце на кислотность. Образование феноксилов, их строение и свойства. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакции ароматического ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование. Реакция Кольбе. Взаимодействие с формальдегидом. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Перегруппировки аллиловых и сложных эфиров фенолов. Применение в промышленном органическом синтезе.

4.3 Простые эфиры

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Химические свойства. Основность. Реакции расщепления: механизмы и направление реакций расщепления. Окисление кислородом воздуха. Применение в органическом синтезе.

Циклические эфиры. Краун-эфиры. Комплексообразование с ионами металлов. Применение в аналитической химии, органическом синтезе и технологии.

4.4 Эпоксисоединения

Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение этиленоксида. Химические свойства. Реакции с раскрытием эпоксидного кольца. Механизмы реакций и направление раскрытия кольца. Применение в промышленном органическом синтезе.

Раздел 5. Альдегиды, кетоны. Карбоновые кислоты и их производные.

5.1. Альдегиды и кетоны

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения: механизм, основной и кислотный катализ, стереохимия. Реакции присоединения О-нуклеофилов (вода, спирты, алкохоляты), S-нуклеофилов (гидросульфит натрия), C-нуклеофилов (циановодород, металлоорганические соединения - соединения Li, Na, Mg, реактивы Виттига). Получение аллиловых и пропаргиловых спиртов. Реакции с N-нуклеофилами: механизм нуклеофильного присоединения-отщепления (аммиак, первичные и вторичные амины, гидроксилмин, гидразины). Енамины алифатического ряда. Реакции алкилирования и ацилирования, гидролиз. Сопряжённое присоединение. Метод Сторка. Реакции с галогенонуклеофилами. Относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Реакции с участием α -водородных атомов.

CН-Кислотность и кето-енольная таутомерия. Енолизация. Реакции α -галогенирования. Альдольное присоединение, кротоновая конденсация. Механизмы реакций. Конденсация Кляйзена. Реакция Перкина, ее механизм. Реакции окисления. Реакция Канниццаро, ее механизм. Восстановление до спиртов и углеводов; стереохимия. Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра. Применение в промышленном органическом синтезе.

5.2 α , β -Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Реакции присоединения электрофильных (брома и галогеноводородов) и нуклеофильных реагентов (синильной кислоты и азотсодержащих нуклеофилов). 1,2- и 1,4-Присоединение. Механизм реакций 1,2- и 1,4-присоединения металлоорганических соединений. Каталитическое влияние солей меди. Реакция Михаэля (сопряжённое нуклеофильное присоединение). Аннелирование по Робинсону. Окисление и восстановление.

5.3 Одноосновные карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Водородные связи в карбоновых кислотах. Физические свойства. Химические свойства. ОН-Кислотность. Зависимость между строением и кислотностью. Основность карбоновых кислот. Реакции с нуклеофильными реагентами (аммиак, спирты). Реакция этерификации, ее механизм. Образование галогенангидридов. Реакции карбоновых кислот с участием α -углеродных атомов: α -галогенирование. Восстановление. Реакции декарбоксилирования.

5.4 Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды (ацилгалогениды), ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Способы получения. Особенности пространственного и электронного строения. Важнейшие свойства. Реакции N- и O-ацилирования. их механизмы. Относительная реакционная способность функциональных производных карбоновых кислот.

Кислотный и основной катализ. Реакции гидролиза. Восстановление. Практическое применение карбоновых кислот и их функциональных производных.

Кетены. Номенклатура. Способы получения. Строение. Физические и химические свойства. Применение в органическом синтезе. Дикетен.

5.5 Многоосновные карбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты жирного и ароматического ряда. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. ОН-Кислотность. Образование функциональных производных. Реакции, протекающие при нагревании. Циклические ангидриды: получение, свойства.

Малоновый эфир. Получение. Строение, СН-Кислотность. Натриймалоновый эфир: строение, реакции алкилирования, гидролиза, декарбоксилирования. Синтезы карбоновых кислот из малонowego эфира. Реакции конденсации малонowego эфира и малоновой кислоты с альдегидами. Применение дикарбоновых кислот в промышленном органическом синтезе.

5.6 α,β - Ненасыщенные карбоновые кислоты и их функциональные производные. Пространственная изомерия. Способы получения. Химические свойства. Кислотность α,β -ненасыщенных карбоновых кислот. Реакции присоединения электрофильных и нуклеофильных реагентов. 1,2- и 1,4-Присоединение. Гидрирование и восстановление. Окисление. Ненасыщенные дикарбоновые кислоты: фумаровая и малеиновая. Способы получения. Важнейшие свойства.

5.7 Альдегидо- и кетокислоты. Классификация и номенклатура. Ацетоуксусный эфир. Способы получения, строение. Конденсации Кляйзена и Дикмана. Механизмы. Кето-енольная таутомерия. Реакции кетонной и енольной форм. Натрийацетоуксусный эфир. Строение. Реакции С- и О-алкилирования, их механизмы. Реакции ацилирования. Синтезы кетонов и кислот с помощью ацетоуксусного эфира.

5.8 Замещённые карбоновых кислот.

Галогенозамещённые кислоты. Классификация и номенклатура. Способы получения α - и β -галогенозамещённых кислот. Зависимость химических свойств от взаимного расположения галогена и карбоксильной группы; нуклеофильное замещение оптически активных α -галогенозамещённых кислот: механизмы, стереохимический результат.

Гидроксикислоты: классификация и номенклатура. Способы получения. Особенности свойств α -, β -, γ -гидроксикислот. Лактоны.

Аминокислоты. Способы получения. Строение. Важнейшие физические и химические свойства. Амфотерный характер. Лактамы.

Раздел 6. Азотсодержащие и гетероциклические соединения.

6.1. Нитросоединения

Классификация и номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Таутомерия первичных и вторичных алифатических нитросоединений. Причины подвижности атома водорода при α -углеродном атоме. СН-Кислотность первичных и вторичных нитроалканов и жирно-ароматических нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления, их практическое значение. Применение в промышленности; токсичность нитросоединений.

6.2. Амины

Классификация и номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Пространственное и электронное строение. Потенциалы ионизации и электронное сродство; общая характеристика реакционной способности. Химические свойства. Строение и основность. Реакции с кислотами, строение солей, их номенклатура и свойства. Алкилирование и ацилирование; механизмы этих реакций. Четвертичные аммониевые соли и основания: получение, строение, свойства; расщепление четвертичных аммониевых оснований, направление реакций. Правило Гофмана. Енамины: алкилирование енаминов, сопряженное присоединение енаминов к α,β -ненасыщенным карбонильным соединениям. Метод Сторка. Реакции аминов с азотистой кислотой. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование). Применение в промышленном органическом синтезе. Амины в биологии.

6.3 Аза- и диазосоединения

Получение диазосоединений реакцией диазотирования: условия проведения реакции и механизм; различия в устойчивости насыщенных и ароматических диазосоединений. Физические свойства. Пространственное и электронное строение ароматических диазосоединений в зависимости от pH среды, таутомерные превращения. Химические свойства. Реакции, протекающие с выделением азота: замещение диазониевой группы на гидроксигруппу, алкоксигруппу, фтор, иод. Реакции радикального замещения диазогруппы на хлор, бром, цианогруппу, водород. Реакции, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов. Азосочетание. Получение и применение азосоединений.

6.4 Гетероциклические соединения

Классификация. Гетероциклические ароматические соединения. Особенности молекулярной структуры. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, пиррол, тиофен. Номенклатура. Способы получения. Пространственное и электронное строение. Ароматичность. Особенности реакций электрофильного замещения. Ацидофобность. Применение модифицированных электрофильных реагентов. Реакционная способность и ориентация. Орбитальный контроль. NH-Кислотность пиррола. Важнейшие реакции пирроля-аниона. Пиррольный цикл - структурный фрагмент природных и биологически активных соединений. Шести- и полиядерные гетероциклические соединения: пиридин, хинолин, акридин. Пиридин. Электронное строение и ароматичность. Основность и нуклеофильность. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения: реакционная способность и ориентация. Таутомерия 2- и 4-гидрокси- и аминопиридинов. Соединения с несколькими гетероатомами в цикле: диазолы, оксазолы, диазины и триазины. Общая характеристика химических свойств. Гетероциклические соединения в биологии.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2 семестр		3 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	324	3	108	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,32	192	2.66	96	2.66	96
Лекции	3,54	128	1.77	64	1.77	64
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0.89	32	0.89	32
Лабораторные работы (ЛР)		-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,66	96	0,33	12	2,33	84
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,4		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,66	95,6	0,33	11,6	2,33	84
Виды контроля:						
Экзамен	36	36	-	-	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.4	-	-	1	0.4
Подготовка к экзамену.		35.6		-		35.6
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	9	243	3	81	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	5,32	144	2.66	72	2.66	72
Лекции	3,54	96	1.77	48	1.77	48

Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0.89	24	0.89	24
Лабораторные работы (ЛР)		-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	2,66	72	0,33	9	2,33	63
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,3		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,66	8,7	0,33	8,7	2,33	63
Виды контроля:						
Экзамен	1	27	-	-	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0.3	-	-	1	0.3
Подготовка к экзамену.		26.7		-		26.7
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Аналитическая химия»

1 Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций, необходимых для решения конкретных задач химического анализа.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.6.

Знать:

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;
- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных аналитических задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе калитметрических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Идентификация ионов элементов в растворах

1.1 Введение в современную аналитическую химию.

Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры

решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.

1.2 Специфика задач аналитической химии.

Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.

1.3 Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии.

Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотноосновные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора).

Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет рН, применение в аналитической химии.

Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.

Химические и физико-химические способы определения рН растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.

1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.

Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромоформными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.

Раздел 2. Количественный химический анализ

2.1. Принципы и задачи количественного анализа.

Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.

2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним.

Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним.

Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.

2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (pT). Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного взаимодействия. Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.

2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе.

Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.

2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе.

Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.

2.6. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.

Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.

Раздел 3. Введение в физико-химические (инструментальные) методы анализа

3.1. ФХМА – составная часть современной аналитической химии.

Классификация физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.

3.2. Метрологические основы аналитических методов.

Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя граница диапазона определяемых содержаний, селективность, прецизионность в условиях сходимости (повторяемости) и воспроизводимости, правильность, экспрессность. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

3.3. Общая характеристика спектральных, электрохимических и хроматографических методов анализа. Представление о фотометрических, потенциометрических методах анализа и ионнообменной хроматографии.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
Лекции	1,78	64	48
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
Самостоятельная работа	0,44	16,0	12
Контактная самостоятельная работа	0,44	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,6	11,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая химия»

1. Цель дисциплины – раскрыть смысл основных законов, управляющих ходом химического процесса, показать области приложения этих законов и научить студента грамотно применять их при решении конкретных теоретических и практических задач.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1; ОПК-1.5; ОПК-1.6

Знать:

- основные законы физической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса;
- пути определения важнейших характеристик химического равновесия (константы равновесия, равновесного выхода продукта, степени превращения исходных веществ) и влияния различных факторов на смещение химического равновесия;
- условия установления фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах, возможности разделения сложных систем на составляющие компоненты;
- термодинамическое описание свойств идеальных и неидеальных растворов, подходы к нахождению парциальных молярных величин компонентов раствора.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования физической химии при решении профессиональных задач;
- проводить термодинамические расчеты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- предсказывать и находить оптимальные условия проведения химического процесса с целью получения максимально возможного выхода интересующего продукта;
- представлять данные лабораторного исследования в графической форме и на основе полученных зависимостей определять соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы и химического процесса;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведенных опытов.

Владеть:

- комплексом современных теоретических методов физической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса;
- приемами обработки полученных опытных данных для выявления и установления взаимосвязей между термодинамическими свойствами и физическими параметрами процесса;
- знаниями основных законов физической химии для содержательной интерпретации термодинамических расчётов.

3. Краткое содержание дисциплины

4 семестр

Раздел 1. Химическая термодинамика

1.1. Первый закон термодинамики

Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия, их свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения газа и полезная работа. Формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Теплоёмкость вещества – изохорная или изобарная, молярная, удельная. Теплоёмкость идеальных газов, взаимосвязь молярных теплоёмкостей C_p и C_v идеального газа. Теплоёмкость твердых веществ и жидкостей. Зависимость молярной изобарной теплоёмкости вещества от температуры, эмпирические уравнения (степенные ряды), их применимость. Закон кубов Дебая, правило Дюлонга и Пти. Средняя изобарная теплоёмкость вещества в интервале температур. Температурная зависимость приращения энтальпии вещества ($H_T - H_0$) при постоянном давлении с учётом фазовых переходов. Тепловой эффект химического процесса. Основное стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Вывод и анализ уравнения Кирхгофа в дифференциальной форме. Интегрирование уравнения Кирхгофа.

1.2. Второй закон термодинамики.

Самопроизвольные и несамопроизвольные, обратимые и необратимые, равновесные (квазистатистические) и неравновесные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия в изолированных системах. Зависимость энтропии вещества от параметров состояния (температуры, давления, объема). Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа, а также чистых твёрдых или жидких веществ. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Тепловая теорема Нернста, постулат Планка (третье начало термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики, уравнение Больцмана-Планка. Вычисление абсолютной энтропии вещества. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направленности процессов и равновесия в закрытых системах. Характеристические функции. Зависимость энергии Гельмгольца и энергии Гиббса от параметров состояния. Температурная зависимость энергии Гиббса вещества с учётом фазовых переходов. Род фазового перехода (первый, второй). Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменений стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах.

Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.

1.3. Химическое равновесие.

Материальный баланс химической реакции, степень превращения, химическая переменная. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант-Гоффа). Химическое сродство. Анализ уравнения изотермы для определения направления самопроизвольного протекания химической реакции от данного исходного (неравновесного) состояния. Термодинамическая константа химического равновесия и эмпирические константы химического равновесия (K_x , K_c , K_n , K_p), уравнения их связи для реакции в идеальной газовой смеси. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций, идеальных и неидеальных реакционных систем (на примерах). Смещение химического равновесия при изменении общего давления ($T = \text{const}$) и при добавлении в систему инертного газа ($T = \text{const}$, $P = \text{const}$).

Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод, анализ и интегрирование названных уравнений на примере уравнения изобары. Расчет среднего и истинного теплового эффекта химических реакций из зависимости термодинамической константы равновесия от температуры. Расчет констант равновесия химических реакций из стандартных термодинамических функций веществ. Вычисление констант равновесия химических реакций по справочным данным о константах равновесия реакций образования соединений из простых веществ.

Раздел 2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

2.1. Фазовые переходы и фазовая диаграмма состояния для однокомпонентных систем

Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз Гиббса для анализа фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния однокомпонентной системы, её фазовые поля, линии и тройные точки, выражающие соответственно однофазное, двухфазное и трехфазное равновесия. Насыщенный пар, температурная зависимость

давления насыщенного пара. Критическая точка, критическое состояние вещества, его особенности. Вывод и анализ уравнения Клапейрона. Зависимость температуры плавления от внешнего давления, интегрирование уравнения Клапейрона для равновесия твердое тело - жидкость. Равновесия с газовой фазой, уравнение Клапейрона-Клаузиуса, вывод и интегрирование уравнения для описания линий испарения и сублимации, используемые допущения. Определение координат тройной точки.

2.2. Определение термодинамических функций процесса фазового перехода

Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях. Взаимосвязь энтальпий плавления, испарения и возгонки в тройной точке. Эмпирическое правило Трутона.

Раздел 3. Термодинамическая теория растворов

3.1. Основы термодинамики растворов. Парциальные молярные величины

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема (вывод и анализ). Методы определения парциальных молярных величин (метод касательных и метод отрезков). Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения.

3.2. Термодинамическое описание идеальных и неидеальных растворов

Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические функции смешения для идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар", закон Рауля, графическая интерпретация закона Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Уравнение химического потенциала для растворителя и растворенного вещества. Неидеальные (реальные) растворы, положительные и отрицательные отклонения от идеальности (от закона Рауля). Стандартные состояния компонентов раствора. Симметричная и несимметричная системы сравнения. Расчет активностей и рациональных коэффициентов активности компонентов раствора. Термодинамические функции смешения для неидеальных растворов. Зависимость активности и коэффициента активности компонента от температуры и давления.

3.3. Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучем растворителе

Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ в летучих растворителях (понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем, повышение температуры начала кипения и понижение температуры начала отвердевания растворов, осмотическое давление). Эбуллиоскопическая и криоскопическая константы растворителя. Вывод уравнения, связывающего понижение температуры начала отвердевания с концентрацией раствора. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы, степени диссоциации или степени ассоциации растворенного вещества.

Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах

4.1. Равновесие «жидкий раствор - насыщенный пар» в двухкомпонентных системах.

Диаграммы «давление-состав», «температура-состав», «состав пара-состав жидкости» для идеальных и неидеальных растворов. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия, термодинамическое условие точки азеотропа. Правило рычага. Физико-химические основы разделения жидких смесей методами перегонки и ректификации.

4.2. Равновесие «жидкость-твёрдое» в двухкомпонентных системах.

Термический анализ, кривые охлаждения, построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Изоморфизм. Типы твёрдых растворов. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Диаграммы плавкости систем с ограниченной растворимостью в твёрдом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Определение состава эвтектической жидкости построением треугольника Таммана. Применение правила фаз Гиббса к исследованию фазовых равновесий.

5 семестр

Раздел 5. Растворы электролитов

5.1 Растворы электролитов в статических условиях

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля, второе и третье приближения теории, графическое представление этих зависимостей.

5.2 Растворы электролитов в динамических условиях

Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимостей от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов, уравнение корня квадратного (уравнение Кольрауша). Применение теории сильных электролитов для объяснения электрофоретического и релаксационного эффектов снижения электропроводности. Влияние полей высокой напряженности и высокой частоты переменного тока на электропроводность растворов. Методики измерения электропроводности. Кондуктометрическое определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

Раздел 6. Электрохимические системы (цепи)

6.1 ЭДС и электродные потенциалы

Электрохимические системы (цепи). Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Электрохимический потенциал, гальванический потенциал. Обратимые электроды и обратимые электрохимические цепи (элементы). Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Вывод и

анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов электродной реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов всех видов.

6.2. Гальванические элементы

Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов. Применение потенциометрии для определения термодинамических характеристик химических реакций, протекающих в гальванической цепи, констант химического равновесия, активностей и коэффициентов активности электролитов, pH растворов, произведения растворимости малорастворимых соединений. Химические источники тока.

Раздел 7. Химическая кинетика

7.1. Формальная кинетика

Термодинамическая возможность процесса и его практическая (кинетическая) осуществимость. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Методы определения скоростей химических реакций. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для реакций различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка. Метод избытка (изоляции) Оствальда определения частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Сложные реакции. Принцип независимого протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Дифференциальные уравнения, описывающие скорости этих реакций, их интегрирование. Кинетические кривые для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих кинетику последовательных реакций. Кинетические уравнения и кинетические кривые для всех участников реакции. Время достижения максимальной концентрации промежуточного вещества. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества от соотношения констант скоростей отдельных стадий последовательной реакции. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций, область применения. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель, методы их определения из экспериментальных данных.

7.2. Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений (ТАС). Скорость реакции как число столкновений активных молекул в единицу времени. Константа скорости бимолекулярной реакции. Физический смысл предэкспоненциального множителя и энергии активации в рамках теории активных соударений. Стерический фактор, необходимость его введения в кинетическое уравнение реакции. Достоинства и недостатки теории активных соударений. Механизм мономолекулярных газовых реакций в рамках ТАС, схема Линдемана. Истолкование причин изменения порядка мономолекулярной реакции при изменении давления.

Теория переходного состояния (активированного комплекса) (ТПС или ТАК). Основные положения ТПС, кинетическая схема реакции. Поверхность потенциальной энергии, координата реакции, путь реакции. Активированный комплекс и его свойства, истинная энергия активации. Скорость реакции – скорость распада активированного комплекса (скорость его прохождения через потенциальный барьер). Квазитермодинамическая форма уравнения ТПС, энтальпия и энтропия активации, трансмиссионный коэффициент. Связь энтальпии активации с эффективной (экспериментальной) энергией активации.

7.3. Фотохимические и цепные реакции

Фотохимические реакции, первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Фотофизические (деактивационные) процессы при поглощении излучения. Законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера и Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенсibilизаторы, Сенсibilизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции. Примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизмы зарождения, развития и обрыва цепей. Линейный и квадратичный обрыв цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвлённых цепных реакций. Стадии разветвленной цепной реакции. Вероятность обрыва и разветвления цепи. Развитие разветвленных цепных реакций во времени, стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Предельные явления в разветвлённых реакциях. Нижний и верхний пределы воспламенения (взрыва) цепной реакции. Полуостров воспламенения.

Раздел 8. Катализ

Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность. Гомогенный катализ. Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций, энергетические диаграммы взаимодействия реагентов с катализатором. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Эффективная константа скорости реакции, катализируемой веществами с кислотно-основными свойствами. Каталитические константы скорости реакции. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	504	7	252	7	252
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	352	4,9	176	4,9	176
Лекции	3,56	128	1,78	64	1,78	64
Практические занятия (ПЗ)	2,68	96	1,34	48	1,34	48
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	128	1,78	64	1,78	64
Самостоятельная работа	2,2	80	1,1	40	1,1	40
Подготовка к лабораторным работам		40	1,1	20	1,1	20
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		40		20		20
Виды контроля:						
Экзамен	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,8	1	0,4	1	0,4
Подготовка к экзамену		71,2		35,6		35,6
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			4		5	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	14	378	7	189	7	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	9,8	264	4,9	132	4,9	132
Лекции	3,56	96	1,78	48	1,78	48
Практические занятия (ПЗ)	2,67	72	1,34	36	1,34	36
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	96	1,78	48	1,78	48
Самостоятельная работа	2,2	60	1,1	30	1,1	30
Подготовка к лабораторным работам		30	1,1	15	1,1	15
Контактная самостоятельная работа		-		-		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		30		15		15
Виды контроля:						
Экзамен	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0,6	1	0,3	1	0,3
Подготовка к экзамену		53,4		26,7		26,7
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Коллоидная химия»

1 Цель дисциплины – приобретение обучающимися базовых знаний в области термодинамики поверхностных явлений и свойств дисперсных систем и получение умений в части использования этих знаний при исследовании, проектировании и создании реальных систем, являющихся в большинстве случаев дисперсными.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1, ОПК-1.6.

Знать:

- признаки объектов коллоидной химии и их классификацию.
- основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений (термодинамика поверхностного слоя; адгезия, смачивание и растекание жидкостей; дисперсность и термодинамические свойства тел; адсорбция газов и паров, адсорбция из растворов).
- основные теории физической адсорбции.
- основные представления о строении двойного электрического слоя; природу электрокинетического потенциала; основные электрокинетические явления.
- условия применимости закона Стокса; закон Эйнштейна – Смолуховского, гипсометрическое уравнение Лапласа.
- природу седиментационной и агрегативной устойчивости; основные свойства растворов ПАВ как лиофильных систем; основные положения теории ДЛФО; причины и особенности быстрой и медленной коагуляции, концентрационной и нейтрализационной коагуляции.
- типы структур, возникающие в дисперсных системах, причины и условия их образования; классификацию дисперсных систем по их реологическим свойствам.

Уметь:

- рассчитывать параметры, которыми характеризуют дисперсность.
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений.
- рассчитывать основные характеристики пористой структуры.
- рассчитывать величину электрокинетического потенциала по данным электроосмоса и электрофореза.
- рассчитывать интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам.
- рассчитывать и анализировать потенциальные кривые парного взаимодействия частиц.
- рассчитывать и измерять вязкость дисперсных систем.

Владеть:

- представлениями о роли поверхностных явлений и дисперсных систем в технике и природе.
- методами измерения поверхностного натяжения, краевого угла.
- знаниями о методах измерения адсорбции и удельной поверхности.
- знаниями об условиях применимости уравнения Гельмгольца – Смолуховского;
- методами определения электрокинетического потенциала.
- методом седиментационного анализа.
- методами определения критической концентрации мицеллообразования;
- методами исследования кинетики коагуляции.
- методами измерения и анализа кривых течения.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Предмет и признаки объектов коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Основные поверхностные явления: адгезия и смачивание, капиллярность, адсорбция, электрические явления на поверхностях и др.

Основные признаки дисперсных систем - гетерогенность и дисперсность; поверхностная энергия; количественные характеристики дисперсности. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Классификация свободнодисперсных систем по размерам частиц и по взаимодействию между дисперсионной средой и дисперсной фазой. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе, промышленности и, в частности, химической технологии.

Раздел 2. Термодинамика поверхностных явлений

Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностная энергия в общем уравнении 1-го и 2-го начал термодинамики. Поверхностное натяжение как мера энергии Гиббса межфазной поверхности. Поверхностное натяжение - характеристика природы соприкасающихся фаз и их взаимодействия. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней удельной поверхностной энергии (полной поверхностной энергии). Зависимость энергетических параметров поверхности от температуры. Процессы самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Адсорбция и поверхностное натяжение. Связь величины адсорбции с параметрами системы: изотерма, изопикна и изостера адсорбции. Метод избытков Гиббса. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Гиббсовская адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил межфазного взаимодействия. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Методы определения краевых углов. Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на смачивание. Растекание жидкостей. Коэффициент растекания по Гаркинсу. Эффект Марангони. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Практическое значение адгезии, смачивания и растекания.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярные явления (уравнение Жюрена), их роль в природе и технологии. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Уравнение Кельвина. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода.

Получение дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

Раздел 3. Адсорбционные равновесия

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Закон Генри. Уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант этого уравнения (линейная форма уравнения Ленгмюра). Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера (БЭТ), уравнение изотермы адсорбции, его анализ. Линейная форма уравнения БЭТ и расчет его констант. Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и ее взаимосвязь с теориями адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по размерам.

Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Адсорбция газов и паров в химической технологии.

Адсорбция поверхностно-активных веществ. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность, правило Дюкло-Траубе. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра. Уравнение Шишковского. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Весы Ленгмюра. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ.

Раздел 4. Электрические явления на поверхности

Двойной электрический слой (ДЭС), механизмы образования ДЭС. Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Теория Гуи – Чепмена. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Двойной электрический слой по теории Штерна, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Мицеллы и их строение.

Четыре вида электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости переноса при электроосмосе и электрофорезе. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений.

Раздел 5. Кинетические свойства дисперсных систем

Основы седиментационного анализа. Связь скорости осаждения частиц с их размером. Условия соблюдения закона Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривая седиментации. Кривые распределения частиц по радиусам. Экспериментальные методы в седиментационном анализе.

Молекулярно-кинетическая природа броуновского движения. Связь между среднеквадратичным сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна-Смолуховского). Экспериментальная проверка закона Эйнштейна-Смолуховского. Следствия из теории броуновского движения.

Седиментационно-диффузионное равновесие, гипсометрический закон. Седиментационная устойчивость дисперсных систем.

Раздел 6. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину.

Лиофильные дисперсные системы. Классификация и общая характеристика поверхностно-активных веществ. Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Основные факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Применение ПАВ.

Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Определение скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его составляющие. Энергия электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Силы и энергия притяжения. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первом и втором минимумах. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог быстрой коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Закон Дерягина.

Стабилизация дисперсных систем высокомолекулярными соединениями (ВМС) и ПАВ. Методы очистки промышленных и бытовых стоков, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

Раздел 7. Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем

Типы структур, образующихся в агрегативно-устойчивых и агрегативно-неустойчивых дисперсных системах. Жидкокристаллическое состояние агрегативно-устойчивых дисперсных систем.

Возникновение объемных структур в агрегативно-неустойчивых (лиофобных) дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Переход одних структур в другие. Теория структурообразования (физико-химическая механика) как основа получения новых материалов.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии. Моделирование реологических свойств тел. Модель Максвелла, модель Кельвина-Фойгта, модель Бингама.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости и твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнения Эйнштейна, Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

8. Заключение

Поверхностные явления и дисперсные системы в химической технологии. Коллоидная химия и охрана окружающей среды.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,57	128	96,
Лекции	1,79	64	48
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Контактная самостоятельная работа	0,44	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (подготовка к лабораторным работам)		16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физика»

1. Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний по основным разделам физики и умению применять их в других естественнонаучных дисциплинах.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-4.1

Знать:

- физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики;
- смысл фундаментальных физических законов, принципов и постулатов; их формулировки и границы применимости;
- связь широкого круга физических явлений с фундаментальными принципами и законами физики; основные методы решения задач по описанию физических явлений;
- методы обработки результатов физического эксперимента.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования при решении профессиональных задач;
- проводить расчёты, осуществлять анализ и на основе этого делать обоснованные выводы;
- анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики;
- определять характер физических процессов по комплексу экспериментальной информации при помощи графиков, таблиц и уравнений;
- представлять обработанную экспериментальную и теоретическую информацию в устной и письменной форме, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

Владеть:

- навыками работы с широким кругом физических приборов и оборудования;
- навыками обоснования своих суждений и выбора метода исследования.

3. Краткое содержание дисциплины.

Раздел 1. Физические основы механики.

1.1. Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Предмет кинематики. Перемещение, скорость, ускорение. Кинематические характеристики вращательного движения.

1.2. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского. Формула Циолковского.

1.3. Упругий и неупругий удары шаров. Момент инерции материальной точки и твердого тела.

1.4. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Понятие о затухающих и вынужденных колебаниях. Волновое движение. Волны продольные и поперечные.

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.

2.1. Элементы термодинамики и физической кинетики. Идеальный газ. Распределение Больцмана и его общезначимый смысл. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

2.2. Термодинамический метод в физике. Равновесные состояния. Начала термодинамики. Циклы. Энтропия и ее статистическое толкование.

2.3. Явление переноса. Диффузия. Закон Фика. Теплопроводность. Закон Фурье. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона.

Раздел 3. Электростатика и постоянный электрический ток.

3.1. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Диполь. Диэлектрики в электростатическом поле.

Раздел 4. Электромагнетизм.

4.1. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

4.2. Магнетики. Электромагнитная индукция. Уравнение Максвелла.

Раздел 5. Оптика.

5.1. Интерференция волн. Дифракция волн. Поляризация волн.

5.2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Гипотеза Планка. Квантовое объяснение теплового излучения. Эффект Комптона.

5.3. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору.

Раздел 6. Элементы квантовой физики.

6.1. Гипотеза де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для стационарных состояний. Опыты Штерна-Герлаха.

6.2. Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Фононы. Законы Дебая и Эйнштейна.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2		3	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	6	216	6	216
Контактная работа – аудиторные занятия:	6,22	224	3,11	112	3,11	112
Лекции	1,78	64	0,88	32	0,88	32
Практические занятия (ПЗ)	2,66	96	1,33	48	1,33	48
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	0,88	32	0,88	32
Самостоятельная работа	3,78	136	1,89	68	1,89	68
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	1,89	-	1,89	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		136		68		68
Виды контроля:						
Экзамен	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0.8	1	0.4	1	0.4
Подготовка к экзамену.		71.2		35.6		35.6
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			2		3	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	6	162	6	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	6,22	168	3,11	84	3,11	84
Лекции	1,78	48	0,88	24	0,88	24
Практические занятия (ПЗ)	2,66	72	1,33	36	1,33	36
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	48	0,88	24	0,88	24
Самостоятельная работа	3,78	102	1,89	51	1,89	51
Контактная самостоятельная работа	3,78	-	1,89	-	1,89	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		102		51		51
Виды контроля:						
Экзамен	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	2	0.6	1	0.3	1	0.3

Подготовка к экзамену.		53.4	26.7	26.7
Вид итогового контроля:			Экзамен	Экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины «Экология»

1 Цель дисциплины - сформировать у студентов системные базовые знания основных экологических законов, определяющих существование и взаимодействие биологических систем различных уровней; об антропогенных воздействиях на биосферу и о биоразнообразии, как основе устойчивости сообществ, а также дать целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строении клетки, как элементарной единицы живого.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-8.1, УК-8.2, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.9

Знать:

- фундаментальные понятия, законы и принципы экологии;
- закономерности развития экосистем и их компонентов;
- причины и тенденции развития современных экологических проблем;
- основные результаты воздействия общества на природу; экологические последствия этого воздействия;
- условия устойчивого развития человечества;
- основные различия живых и неживых систем;
- строение, состав и физиологическую роль клеточной стенки и цитоплазматической мембраны; внутриклеточных органелл;
- химическую организацию, строение и функции клеток эукариотов и прокариотов;
- структуру нуклеиновых кислот и принцип матричного синтеза как основу наследственных свойств живых систем;
- теоретические основы и практические достижения биологии развития;
- базовые представления о разнообразии биологических объектов;
- основы теории эволюции.

Уметь:

- объяснить причинно-следственные связи экологических и исторических процессов, влияние человека на экологические явления, идеи устойчивого развития, экологической деятельности и культуры;
- анализировать различные экологические ситуации, принимать конкретные решения по их улучшению;
- анализировать полученные результаты и логично их интерпретировать.

Владеть:

- понятийным аппаратом экологии и биологии для анализа данных.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Предмет экологии

1.1 Современная экология – междисциплинарная область знаний, структура современной экологии и основные методы исследования. Экология как фундаментальная основа устойчивого развития и сохранения биоразнообразия.

Раздел 2. Биосфера

2.2 Биосфера как экосистема. Основные свойства биосферы. Место биосферы среди оболочек Земли. В. И. Вернадский о взаимодействии живого и косного вещества. Биосферные функции человека. Ноосфера

2.3 Круговороты биогенных элементов. Типы циркуляции биогенных элементов в биосфере. Нарушения биогеохимических циклов, возникающие в результате возрастающей антропогенной нагрузки, и их последствия.

Раздел 3. Экосистемы

3.1. Концепция экосистемы. Соотношение понятий «биогеоценоз» и «экосистема». Состав и основные характеристики экосистем. Категории организмов (автотрофы, гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты). Поток энергии в экосистеме.

3.2. Пищевые цепи и пищевые сети. Трофические уровни. Распределение энергии в экосистеме, правило десяти процентов. Правило экологических пирамид: правило пирамиды продукции, правило пирамиды биомасс и правило пирамиды чисел.

3.3 Динамика экосистем, сукцессии, этапы сукцессионного процесса. Роль биоразнообразия в поддержании целостности и функциональной устойчивости экосистем. Климатическая зональность и основные типы наземных экосистем. Особенности водных экосистем. Антропогенные экосистемы: агроэкосистемы и урбоэкосистемы.

Раздел 4. Сообщества и популяции

4.1. Понятие о популяции. Статические показатели популяции: численность, плотность, показатели структуры. Динамические показатели популяции: рождаемость, смертность, скорость роста. Продолжительность жизни и выживаемость. Кривые выживания. Экологические стратегии выживания. Регуляция плотности популяции.

4.2. Видовая структура сообществ. Пространственная структура сообществ. Биотические связи. Экологическая ниша. Реализованная и фундаментальная ниши.

Раздел 5. Организм и среда

5.1. Главные уровни организации живых систем. Организм как живая целостная система. Разнообразие организмов.

5.2. Экологические факторы, их классификация. Лимитирующие экологические факторы. Правило Либиха, закон Шелфорда. Адаптация. Толерантность и резистентность. Общие закономерности действия экологических факторов на организм. Комплексное действие среды. Значение света, температуры и влажности для живых организмов.

5.3. Среда жизни. Общая характеристика: водной, наземно-воздушной, почвенной и организменной сред. Среда обитания, местообитания и биотопы.

5.4. Формирование ареалов, первичный ареал, расселение организмов. Границы, размеры и формы ареалов, и факторы, их обуславливающие. Антропогенная трансформация ареалов.

5.5. Концепция биологического разнообразия. Уровни биоразнообразия: генетический, видовой, экосистемный. Всемирная стратегия сохранения биологического разнообразия. Охрана редких и исчезающих видов. Красные книги. Заповедники и национальные парки.

Раздел 6. Устойчивое природопользование

6.1. Проблемы и перспективы обеспечения человечества биологическими ресурсами. Значение особо охраняемых природных территорий и их современная система: национальные парки, заповедники, заказники, природные парки, резерваты, памятники природы. Основные принципы и методы оценки качества окружающей среды, ее динамики во времени и пространстве. Международное сотрудничество в области изучения и сохранения биоразнообразия.

Раздел 7. Глобальные экологические проблемы

7.1 Понятие «загрязнение окружающей среды». Классификация загрязнений окружающей среды. Химические загрязнители (тяжелые металлы, пестициды, нитраты и т. д.), их источники, а также прямое и косвенное воздействие. Физическое загрязнение (радиационное, электромагнитное, шумовое, вибрационное, тепловое, световое), его источники и последствия для живых организмов. Биологическое загрязнение, его примеры и последствия. Загрязнение твердыми отходами, проблема накопления мусора. Методы ремедиации водной, почвенной и воздушной сред.

7.2. Понятие глобальной экологической проблемы. Экологический кризис и его характерные черты. Демографическая проблема. Проблемы урбанизации. Продовольственная проблема, ее причины и следствия. Пути решения. Энергетическая и сырьевая проблема. Парниковый эффект. Кислотные дожди. Разрушение озонового слоя. Снижение биоразнообразия как глобальная экологическая проблема. Опустынивание как глобальная экологическая проблема. Обезлесивание как глобальная экологическая проблема. Радиоактивное загрязнение.

Раздел 8. Введение. Предмет биологии

8.1. Свойства живого. Саморегуляция и уровни организации живых систем. Биология, как совокупность наук, изучающих структуру, функционирование и разнообразие живых систем на разных уровнях организации.

Раздел 9. Основы цитологии

9.1. Химическая организация клетки. Содержание химических элементов и органических веществ в клетке и их функции. Биополимеры клетки. Строение и функции органелл клетки.

9.2. Основные метаболические процессы, происходящие в клетке. Хемо- и фотосинтез. Биосинтез белка. Этапы энергетического обмена.

9.3. Основное содержание и значение периодов жизненного цикла клетки. Варианты клеточного цикла. Интерфаза. Виды интерфаз. Митоз и мейоз. Эндорепродукция (эндомитоз и политения). Мейоз как способ образования половых клеток.

Раздел 10. Размножение и индивидуальное развитие организмов

10.1. Формы размножения. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Морфология половых клеток. Спорогенез (микроспорогенез и макроспорогенез). Дифференциация клеток – факторы и регуляция этого процесса.

10.2. Характеристика эмбрионального периода онтогенеза. Оплодотворение. Дробление. Образование зародышевых листков. Гистогенез. Механизмы эмбриогенеза. Тератогенные факторы. Критические периоды онтогенеза. Теории старения.

Раздел 11. Основы генетики. Эволюция

11.1 Основы классической генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Материальные и молекулярные основы наследственности. Основные законы Менделя. Методы генетических исследований. Генетика популяций, микроэволюция, макроэволюция.

11.2. Закономерности изменчивости: наследственная, модификационная. Мутации. Понятие «норма реакции». Разнообразие живых организмов.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3,0	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

1 Цель дисциплины - формирование профессиональной культуры безопасности, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

2 В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-8.5, УК-8.6, УК-8.7, УК-8.8, УК-8.9

Знать:

- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики;
- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

Уметь:

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека;
- оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.

Владеть:

- законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями к безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях;
- понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности;
- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды.

3 Краткое содержание дисциплины.

Раздел 1. Введение в безопасность

Основные понятия и определения. Безопасность и устойчивое развитие.

Раздел 2. Человек и техносфера

Структура техносферы и ее основных компонентов. Современное состояние техносферы и техносферной безопасности.

Раздел 3. Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных факторов среды обитания

Классификация негативных факторов среды обитания человека. Химические негативные факторы (вредные вещества). Механические и акустические колебания, вибрация и шум. Электромагнитные излучения и поля. Ионизирующее излучение. Электрический ток. Опасные механические факторы. Процессы горения и пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов. Статическое электричество.

Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения

Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов. Защита от энергетических воздействий и физических полей. Обеспечение безопасности систем, работающих под давлением. Безопасность эксплуатации трубопроводов в химической промышленности. Безопасная эксплуатация компрессоров. Анализ и оценивание техногенных и природных рисков.

Раздел 5. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека

Понятие комфортных или оптимальных условий. Микроклимат помещений. Освещение и световая среда в помещении.

Раздел 6. Психофизиологические и эргономические основы безопасности

Психические процессы, свойства и состояния, влияющие на безопасность. Виды и условия трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности.

Раздел 7. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации

Общие сведения о ЧС. Пожар и взрыв. Аварии на химически опасных объектах.

Радиационные аварии. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля. Чрезвычайные ситуации военного времени. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

Раздел 8. Управление безопасностью жизнедеятельности.

Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью. Страхование рисков. Государственное управление безопасностью.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48,3

Лекции	0,89	32	24
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,22	44	33
Контактная самостоятельная работа	-	-	-
Подготовка к лабораторным работам	0,56	20	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,67	24	18
Виды контроля:			
Экзамен	1,0	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»

1 Цель дисциплины – научить студентов способам отображения пространственных форм на плоскости, выполнению и чтению чертежей методами компьютерной графики и правилам и условиям, применяемым при этом (стандартам ЕСКД).

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.6; УК-2.8.

Знать:

- способы отображения пространственных форм на плоскости;
- правила и условности при выполнении чертежей;
- виды симметрии геометрических фигур;
- виды изделий и конструкторских документов;
- основные виды графических информационных систем, базовую графическую систему, используемую в учебном процессе.

Уметь: выполнять и читать чертежи технических изделий с учетом действующих стандартов;

- выполнять и читать схемы технологических процессов;
- использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей.

Владеть:

- способами и приемами изображения предметов на плоскости;
- графической системой «Компас».

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Общие правила выполнения чертежей. Правила выполнения и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Геометрические построения.

Раздел 2. Проецирование геометрических фигур. Метод проекций. Прямые и кривые линии. Плоскость. Поверхности. Геометрические тела. Симметрия геометрических фигур. Определение натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры. Пересечение геометрических образов.

Раздел 3. Изображения предметов по ГОСТ 2.305-2009. Изделия и конструкторские документы. Изображения. Аксонометрические чертежи изделий. Создание трехмерных моделей предметов. Создание ассоциативных чертежей на основе трехмерной модели.

Виды изделий и конструкторских документов. Схемы. Резьбы: образование, классификация, изображение и обозначение на чертеже.

Раздел 4. Изображения деталей и их соединений. Эскизы и технические рисунки деталей. Резьбовые изделия и соединения. Другие виды разъемных и неразъемных соединений деталей.

Раздел 5. Чертежи сборочных единиц. Правила выполнения и оформления сборочного чертежа. Детализирование чертежей сборочных единиц.

Раздел 6. Компьютерная графика. Компьютерная графика и решаемые ею задачи. Графические объекты, примитивы, атрибуты, синтез изображения. Представление видеоинформации

и ее машинная генерация. Современные стандарты компьютерной графики, графические языки и метафайлы. Реализация аппаратных модулей графической системы. Основные графические алгоритмы на плоскости и в пространстве. Программные графические системы и их применение.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	4	144	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,33	48	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Лекции	0,44	16	0,44	16		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	0,89	32	0,89	32
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,72	26
Самостоятельная работа	4,78	172	2,67	96	2,11	76
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,8	2,67	0,4	2,11	0,4
Курсовая работа		35,8				35,8
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,2				0,2
Подготовка к контрольным работам		36		18		18
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		99,2		77,6		21,6
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1		2	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	189	4	108	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60	1,33	36	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Лекции	0,44	12	0,44	12		
Практические занятия (ПЗ)	1,78	48	0,89	24	0,89	24
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,72	19,5
Самостоятельная работа	4,78	129	2,67	72	2,11	57
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	4,78	0,6	2,67	0,3	2,11	0,3
Курсовая работа		26,85				26,85
Контактная самостоятельная работа (прием курсовой работы)		0,15				0,15
Подготовка к контрольным работам		27		13,5		13,5
Самостоятельное изучение разделов		74,4		58,2		16,2

дисциплины						
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		Зачет с оценкой, курсовая работа	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Прикладная механика»

1 Цель дисциплины – научить студентов творческому подходу к выполнению инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, деталей и узлов машин и аппаратов.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.1; УК-2.2; УК-2.4; УК-2.7; УК-2.8; УК-2.9; УК-2.10

Знать:

- основные уравнения и методы решения задач сопротивления материалов и деталей машин;
- основные методы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций машин и аппаратов;
- основы теории расчета деталей и узлов машин и аппаратов химической технологии.

Уметь:

- проводить расчеты элементов конструкций на основе методов сопротивления материалов;
- рассчитывать и конструировать детали машин по исходным данным;
- производить расчеты по основным критериям работоспособности и конструирования деталей машин.

Владеть:

- навыками расчета сопротивления материалов аналитическими методами;
- навыками выбора материалов по критериям прочности;
- расчетами типовых деталей машин, пользуясь справочной литературой и ГОСТами.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Определение реакций опор. Растяжение-сжатие. Абсолютно твердое тело. Элементы статики. Уравнения равновесия. Основные допущения и принципы сопротивления материалов. Напряжения, деформации и перемещения. Закон Гука. Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений. Условие прочности при растяжении (сжатии).

Раздел 2. Кручение. Изгиб. Закон Гука при сдвиге. Внутренние силовые факторы при кручении. Условие прочности при кручении. Понятие чистого и поперечного изгибов. Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Условие прочности при изгибе.

Раздел 3. Сложное напряженное состояние. Основы теории напряженного состояния и гипотезы прочности. Тонкостенные сосуды. Определение напряжений по безмоментной теории. Расчет сжатых стержней на устойчивость.

Раздел 4. Детали машин. Соединения деталей машин. Валы и оси, их опоры и соединения. Механические передачи.

Раздел 5. Расчет химического аппарата с механическим перемешивающим устройством. Выбор конструкционных материалов. Расчет основных геометрических размеров аппарата. Выбор фланцев, привода. Расчет фланцевого соединения. Выбор мешалки. Расчет мешалки на прочность. Расчет шпонки в ступице мешалки. Расчет вала мешалки на виброустойчивость. Расчет вала мешалки на прочность. Выбор и расчет комплектующих элементов. Оформление пояснительной записки. Чертеж общего вида аппарата с видами, разрезами, сечениями и выносными элементами, дающими полное представление об его устройстве и принципе работы. Чертежи сборочных единиц и деталей. Оформление спецификации.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Акад.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.

		ч.				
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	4	144	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	1,33	48	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,22	8
Лекции	0,89	32	0,89	32		
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	32	0,44	16
в том числе в форме практической подготовки	1,44	52	0,72	26	0,22	8
Самостоятельная работа	3,78	136	2,22	80	1,56	56
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	3,78	0,4	2,22	0,4	1,56	
Курсовой проект		55,6				55,6
Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта)		0,4				0,4
Расчетно-графические работы		18		18		
Подготовка к контрольным работам		18		18		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,6		43,6		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		курсовой проект	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			3		4	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	162	4	108	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	60	1,33	36	0,44	12
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,22	6
Лекции	0,89	24	0,89	24		
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	0,89	24	0,44	12
в том числе в форме практической подготовки	1,44	39	0,72	19,5	0,22	6
Самостоятельная работа	3,78	102	2,22	60	1,56	42
Контактная самостоятельная работа (зачет с оценкой)	3,78	0,3	2,22	0,3	1,56	
Курсовой проект		41,7				41,7
Контактная самостоятельная работа (прием курсового проекта)		0,3				0,3
Расчетно-графические работы		13,5		13,5		
Подготовка к контрольным работам		13,5		13,5		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		32,7		29,7		
Вид итогового контроля:			Зачет с оценкой		курсовой проект	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая химическая технология»

1 Цель дисциплины – формирование знаний в области реализации химико-технологических процессов с учетом физико-химических особенностей протекающих реакций, выбора оптимальных условий реализуемых процессов, выбора эффективных реакторов, приобретения навыков в составлении материальных и тепловых балансов, в расчете процессов и реакторов на основе математического моделирования, получения знаний в области разработки

энергосберегающих химико-технологических систем (ХТС), безотходных и малоотходных технологий на примере современных производств.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.8, ОПК-4.14, ОПК-5.1.

Знать:

- основы теории химических процессов и реакторов;
- методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса

на всех масштабных уровнях;

- методику выбора реактора и расчёта процесса в нем;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру,

методы оценки эффективности производства;

- основные химические производства.

Уметь:

- рассчитать основные характеристики химического процесса;
- выбрать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценить технологическую эффективность производства;
- выбрать эффективный тип реактора;
- провести расчет технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе.

Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения

технологических показателей;

- методами выбора химических реакторов.

3 Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Химическая технология и химическое производство.

1.1. Основные определения и положения.

Химическая технология. Объект химической технологии. Межотраслевой характер химической технологии. Развитие химических производств и химической технологии. Место химической технологии в промышленной сфере и методов химической технологии в нехимических отраслях промышленности. Системный анализ сложных схем и взаимодействий элементов схемы – понятие и содержание метода. Физическое и математическое моделирование, определение и основные понятия, их место в инженерно-химических исследованиях и разработках. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента. Содержание и задачи учебного курса.

1.2. Химическое производство.

Понятие о химическом производстве. Многофункциональность химического производства. Общая структура химического производства. Основные подсистемы химического производства. Основные технологические компоненты химического производства.

Качественные и количественные показатели химического производства: технологические, экономические, эксплуатационные, социальные.

1.3. Сырьевые ресурсы, вода и энергия в химическом производстве.

Классификация сырьевых ресурсов по различным признакам – фазовому состоянию, происхождению, источникам. Минеральное сырье (руды и полезные ископаемые), органическое природное сырье (горючие ископаемые), растительное и животное сырье, вторичное сырье – их использование и пути переработки. Основные способы первичной обработки сырья (обогащение, очистка, подготовка к транспортировке и переработке). Понятие, сущность и примеры углубления использования сырья, комбинирования производств и комплексной переработки сырья.

Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды. Требования к технологической и бытовой воде. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы.

Виды и источники энергии в химической промышленности. Масштабы потребления и способы уменьшения энергетических затрат. Сущность и примеры регенерации и рекуперации энергии. Энерготехнологические системы. Вторичные энергетические ресурсы.

Раздел 2. Теоретические основы химических процессов и реакторов.

2.1. Основные определения и положения.

Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективности, скорости реакции и превращения реагентов.

2.2. Химические процессы.

Определение. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений) и фазовым (число и агрегатное состояние фаз).

Гомогенный химический процесс. Определение и примеры. Влияние химических признаков и условий протекания процесса на его показатели. Способы интенсификации.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических реакций.

Гетерогенный (некаталитический) химический процесс. Определение и примеры. Структура процесса и его составляющие (стадии). Наблюдаемая скорость химического превращения. Области (режимы) протекания процесса, лимитирующая стадия.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера") и топохимической (модель "с не взаимодействующим ядром"). Наблюдаемая скорость превращения, время превращения и пути интенсификации для различных областей протекания процесса.

Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов процесса.

Каталитический процесс. Определение, классификация, примеры. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Степень использования внутренней поверхности. Пути интенсификации каталитических процессов.

2.3. Химические реакторы.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы (реакционная зона, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы), основные процессы и явления в них.

Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания: химическая реакция, химический процесс в элементарном объеме, процессы в реакционном элементе и в реакторе в целом, их взаимосвязь и иерархическая структура математической модели процесса в реакторе. Примеры процессов в различных видах химических реакторов.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам - вид химического процесса, организация потоков реагентов (схема движения реагентов через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена), стационарность процесса.

Обоснование и построение математической модели процесса в реакторах различного типа как системы уравнений материального и теплового балансов на основе данных о структуре потока, химических превращениях, явлениях переноса тепла и вещества и их взаимодействии. Систематизация и классификация математических моделей процессов в реакторах.

Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности процесса (проточный и периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) и ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта,

селективность процесса). Основы расчета процесса в реакторе. Сопоставление эффективности процессов в реакторах, описываемых моделями идеального смешения и вытеснения.

Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторах идеального смешения.

2.4. Промышленные химические реакторы.

На конкретных примерах предметно рассматриваются промышленные реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных и каталитических процессов – типы реакторов, конструктивные характеристики и особенности режима, области использования.

Раздел 3. Химическое производство, как химико-технологическая система.

3.1. Структура и описание химико-технологической системы.

Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы и ХТС. Состав ХТС: элементы, связи, подсистемы. Элементы ХТС, классификация по виду процессов и назначению. Технологические связи элементов ХТС (потоки). Последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл) технологические связи. Их схемы и назначение.

Описание ХТС. Виды моделей ХТС - описательные и графические. Описательные модели - химическая схема и математическая модель. Графические модели - функциональная, технологическая, структурная и другие (специальные) схемы. Назначение, применение и взаимосвязь моделей.

3.2. Анализ ХТС.

Понятие, задачи и результаты анализа ХТС - состояние ХТС, материальный и тепловой балансы, показатели химического производства.

Свойства ХТС как системы: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

Материальный и тепловой балансы. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности расчета балансов в схемах с рециклом. Формы представления балансов (таблицы, диаграммы и др.).

Материальный баланс для массообменных и реакционных элементов. Использование стехиометрических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Степень использования сырьевых ресурсов.

Энтальпийный, энергетический (по полной энергии) и эксергетический балансы и КПД. Их сопоставление и использование в анализе ХТС.

3.3. Синтез ХТС.

Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

Основные концепции при синтезе ХТС: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры. Их содержание и способы реализации. Комбинированные производства, совмещенные процессы, вторичные энергетические ресурсы, энерготехнологические системы, перестраиваемые ХТС, замкнутые, малоотходные производства - их понятия, особенности и применение.

Однородные технологические схемы: система рекуперативного теплообмена, система разделения многокомпонентной смеси, система реакторов. Основы построения их оптимальной структуры

Раздел 4. Промышленные химические производства.

Химические производства рассматриваются предметно как реализация изученных теоретических основ химико-технологических процессов и ХТС, концепций построения высокоэффективной ХТС. Основной акцент делается на физико-химические основы концепции построения технологической схемы производства и его подсистем. Производство серной кислоты. Производство аммиака. Производство азотной кислоты. Производство стирола.

Раздел 5. Современные тенденции в развитии химической технологии.

Текущее состояние химической промышленности в мире и тенденции ее развития. Перспективные источники сырья и энергии. Кластеризация химической промышленности. Совмещенные процессы. Гибкие и перестраиваемые технологические схемы. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Нанотехнология.

4 Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	3,33	120	90
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,33	120	90
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии»

1 Цель дисциплины - вместе с дисциплинами общей химической технологии, химическими процессами и реакторами и другими, связать общенаучную и общетехническую подготовку химиков-технологов, что необходимо при подготовке бакалавров по данному направлению для научно-исследовательской и практической работы на предприятиях.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-2.3, УК-3.3, УК-8.4., ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.7, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-4.6, ОПК-4.11, ОПК-4-13.

Знать:

- основы теории переноса импульса, тепла и массы;
- принципы физического моделирования 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;
- методы построения эмпирических и теоретических моделей химико-технологических процессов.
- основные принципы организации процессов химической технологии.

Уметь:

- определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
- рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса;
- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему процесса.

Владеть:

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- методами определения рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических показателей работы аппаратов.

3. Краткое содержание дисциплины.

Раздел 1. Гидродинамические процессы и аппараты химической технологии.

1. Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.

Предмет дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы.

Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.

Жидкости и газы. Классификация жидкостей. Идеальная жидкость. Капельные и упругие жидкости. Силы, действующие в жидкости: массовые и поверхностные. Напряжения в жидкостях и газах (тангенциальные и нормальные). Свойства жидкостей.

Модель непрерывной среды. Понятие физического элементарного объема.

1. Основы теории переноса.

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, теплопередачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях.

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

1. Гидростатика.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Покоящаяся жидкость под действием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Практические приложения основного уравнения гидростатики.

1. Гидродинамика.

Баланс сил при движении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Уравнение Навье-Стокса и его физический смысл.

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Критериальное уравнение движения вязкой жидкости.

Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный.

Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении.

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета

коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

1.5. Перемещение жидкостей.

Перемещение жидкостей с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.

Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и КПД с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

Раздел 2. Тепловые процессы и аппараты химической технологии.

2.1. Основные понятия и определения в теплопередаче.

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей.

Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды.

2.2. Перенос энергии в форме теплоты.

Тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Определение тепловой нагрузки аппарата при изменении и без изменения агрегатного состояния. Расход теплоносителей.

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности.

Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Основное уравнение теплопередачи.

2.3. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Средняя движущая сила теплопередачи. Определение средней движущей силы в аппаратах различных конструкций. Взаимное направление движения теплоносителей. Расчет поверхности теплообменников.

Способы подвода и отвода теплоты в химической технологии. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Обогрев водяным паром, высокотемпературными органическими теплоносителями, топочными газами. Способы электрообогрева. Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями.

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые, аппараты с перемешивающими устройствами и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Выбор оптимальных конструкций и условий эксплуатации теплообменных аппаратов. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов.

Раздел 3. Процессы и аппараты разделения гомогенных систем (основные массообменные процессы).

3.1. Основные понятия и определения в массопередаче.

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

3.2. Механизмы переноса массы.

Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы.

Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах.

Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи.

Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию.

Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов.

3.3. Фазовое равновесие.

Материальный баланс непрерывного установившегося процесса при различных способах выражения составов фаз и их расходов; уравнения рабочих линий.

Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

3.4. Методы расчёта размеров массообменных колонных аппаратов.

Расчет поперечного сечения (диаметра) колонны; предельно допустимая и экономически оптимальная скорости сплошной фазы.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Основы расчета высоты массообменных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Два основных метода расчета: на основе коэффициентов массопередачи и на основе понятия теоретической ступени разделения. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса. Фактор массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи. Влияние продольного перемешивания на среднюю движущую силу массопередачи. Процедура расчета, основанная на объемных коэффициентах массопередачи. Графический и аналитический методы расчета.

Расчет высоты массообменных аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени по Мэрфри. Связь числа единиц переноса и локального КПД ступени по Мэрфри. Численный расчет «от ступени к ступени» и его графическая интерпретация с использованием «кинетической линии». Учет структуры потоков и КПД тарелки. Особенности расчета тарельчатых колонн на основе понятия теоретической тарелки. Число действительных и теоретических тарелок. Эффективность тарелки.

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах.

3.5. Абсорбция.

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов.

Основные типы и области применения абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

3.6. Дистилляция. Ректификация.

Разделение дистилляцией жидких гомогенных смесей и сжиженных газов; области применения и особенности проведения процессов при различном давлении.

Парожидкостное равновесие для систем с полной и ограниченной взаимной растворимостью и его влияние на возможность разделения компонентов дистилляционными методами. Расчет равновесия для идеальных бинарных смесей.

Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Материальный баланс, расчет выхода продукта и его среднего состава при перегонке бинарных смесей. Схемы установок. Тепловые балансы и расчет расходов теплоносителей для этих процессов.

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

Раздел 4. Процессы и аппараты разделения гетерогенных систем (основные гидромеханические процессы).

4.1. Разделение гетерогенных систем. Основные понятия и методы.

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем.

Оценка эффективности и выбор оптимальных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей.

4.2. Основы теории осаждения.

Разделение жидких и газовых систем в поле сил тяжести. Расчет скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц шарообразной и отличных от нее форм в поле силы тяжести.

Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

4.3. Течение жидкости через неподвижные зернистые и псевдоожиженные слои.

Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Режимы течения потоков в насадочных колоннах. Гидравлическое сопротивление, явления подвисания, захлебывания и инверсии фаз и расчет соответствующих скоростей.

Гидродинамика псевдоожиженных (кипящих) слоев. Область применения псевдоожижения. Основные характеристики псевдоожиженного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдоожижения и свободного витания, высоты псевдоожиженного слоя. Однородное и неоднородное псевдоожижение. Особенности псевдоожижения полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

4.4. Фильтрование суспензий и очистка газов от пылей.

Специфика поведения осадков как зернистых слоев: сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрования. Фильтрование при постоянной скорости фильтрования. Экспериментальное определение констант уравнения фильтрования. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров и фильтрующих центрифуг.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	6	216	6	216
Контактная работа - аудиторные занятия	5,3	192	2,2	80	3,1	112
Лекции	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	32	-	-	0,9	32
Практические занятия (ПЗ)	2,6	96	1,3	48	1,3	48
Самостоятельная работа	4,7	168	2,8	100	1,9	68
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,7	168	2,8	100	1,9	68
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	72	1,0	36	1,0	36
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,8	0,01	0,4	0,01	0,4
Подготовка к экзамену		71,2	0,99	35,6	0,99	35,6
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5		6	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	12	324	6		6	
Контактная работа - аудиторные занятия	5,3	144	2,2	60	3,1	84
Лекции	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,9	24	-	-	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	2,6	72	1,3	36	1,3	36
Самостоятельная работа	4,7	126	2,8	75	1,9	51
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,7	126	2,8	75	1,9	51
Виды контроля:						
Экзамен	2,0	54	1,0	27	1,0	27
Контактная работа - промежуточная аттестация	2,0	0,6	0,01	0,3	0,01	0,3
Подготовка к экзамену		53,4	0,99	26,7	0,99	26,7
Вид итогового контроля:			Экзамен		Экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»

1 Цель дисциплины – дать базовые знания по теории систем управления химико-технологическими процессами (СУ ХТП), привить навыки и умения анализа свойств ХТП, как объектов управления и практического применения технических средств управления.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-4.9, ОПК-4.12, ОПК-5.2, ОПК-5.8.

Знать:

- основные понятия теории управления;
- статические и динамические характеристики объектов управления;
- основные виды систем автоматического управления (САУ) и законы регулирования;
- типовые САУ в химической промышленности;
- методы и средства измерения основных технологических параметров;
- устойчивость САУ;
- основные понятия о нелинейных САУ, релейных системах, логических алгоритмах управления, адаптивных и оптимальных системах управления.

Уметь:

- определять основные статические и динамические характеристики объектов управления;
- выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;
- оценивать устойчивость САУ;
- выбирать конкретные типы приборов для диагностики ХТП.

Владеть:

– методами теории автоматического регулирования, организации и расчёта систем оптимального управления процессами химической технологии.

3 Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия управления химико-технологическими процессами.

Значение автоматического управления для развития химической промышленности. Особенности управления химическим предприятием и химико-технологическим процессом. Технико-экономический эффект внедрения автоматизированных систем управления. Роль систем управления в обеспечении безопасности химического производства и охраны окружающей среды. Основные термины и определения. Иерархия управления. Основные принципы управления. Классификация систем управления. Функциональная структура САУ. Показатели качества управления.

Раздел 2. Основы теории автоматического управления.

Математические модели САУ. Динамические характеристики САУ. Использование операционного исчисления для анализа САУ. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики. Эквивалентные преобразования структурных схем. Устойчивость линейных САУ с обратной связью. Классификация и основные свойства объектов управления. Методы определения свойств объектов управления. Основные законы регулирования. Выбор закона регулирования и определение оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов.

Раздел 3. Измерение технологических параметров химико-технологического процесса.

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Основные термины и определения метрологии. Методы измерений. Средства измерительной техники, их статические и динамические свойства. Погрешности измерений. Способы передачи информации на расстояние. Организация дистанционной диагностики ХТП. Измерение основных технологических параметров: давления, температуры, расхода и количества, уровня жидкости и сыпучих материалов, состава и физико-химических свойств веществ.

Раздел 4. Основы проектирования автоматических систем управления химико-технологическими процессами.

Особенности управления ХТП. Технические средства САУ. Основные разновидности управляющих устройств. Типы, характеристики и расчёт исполнительных механизмов и регулирующих органов. Оформление проектного задания на автоматизацию технологического процесса. Выбор точек измерения, контроля, управляемых параметров и управляющих воздействий. Стандарты и условные обозначения для технологических схем. Основные сведения об АСУ ТП в химической промышленности. Примеры АСУ ТП в химической промышленности. Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии СУ ХТП.

4 Объём учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,23	80	60
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	1,77	64	48
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,77	64	48
Вид контроля:			

Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля	экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов в биотехнологии»

1 Цель дисциплины – приобретение базовых знаний по основным разделам курса, а также умений и практических навыков в области моделирования химико-технологических процессов, используемых при решении научных и практических задач.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-3.1, 4.1, 4.8, 4.13, 5.2.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

Уметь:

- применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии
- использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ.

Владеть:

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов
- методами вычислительной математики для разработки и реализации на компьютерах алгоритмов моделирования, идентификации и оптимизации химико-технологических процессов;

3. Краткое содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия.

Основные принципы компьютерного моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Математические эмпирические и математические физико-химические модели и компьютерное моделирование. Детерминированные и вероятностные математические модели. Применение методологии системного анализа для решения задач моделирования. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании. Автоматизированные системы прикладной информатики. Иерархическая структура химических производств и их математических моделей. Применение компьютерных моделей химических процессов для анализа, оптимизации и синтеза химико-технологических систем. Основные приемы математического моделирования: эмпирический, структурный (физико-химический) и комбинированный (теоретический). Построение статических и динамических моделей. Решение прямых задач. Проектный и поверочный (оценочный) расчет процессов. Решение обратных задач. Параметрическая и структурная идентификация математических моделей. Установление адекватности математических моделей. Стратегия проведения расчетных исследований и компьютерного моделирования реальных процессов.

Раздел 1. Построение эмпирических моделей химико-технологических процессов.

Тема 1.1. Формулировка задачи аппроксимации данных для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейной и линейной по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов.

Тема 1.2. Нормальный закон распределения для векторных случайных величины и определение их числовых характеристик. Математическое ожидание и дисперсия для векторных случайных величин. Дисперсионный и корреляционный анализ. Понятия дисперсии воспроизводимости и адекватности, а также - остаточной дисперсии. Определение выборочных коэффициентов корреляции и коэффициента множественной корреляции. Статистический подход к определению ошибок и погрешностей в экспериментальных точках измерений.

Тема 1.3. Регрессионный и корреляционный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного и корреляционного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, а также определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера.

Тема 1.4. Основные положения теории планирования экспериментов (I): полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обработка его результатов. Оптимальные свойства матрицы планирования и свойство ортогональности. Определение коэффициентов моделей, их значимости и проверка адекватности уравнения регрессии. Свойство ротатабельности полного факторного эксперимента.

Тема 1.5. Основные положения теории планирования экспериментов (II): ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) экспериментов и обработка его результатов. Обеспечение ортогональности матрицы планирования и определение величины звездного плеча. Определение коэффициентов модели, их значимости и оценка адекватности уравнения регрессии. Расчетное вычисление координат точки оптимума (экстремума).

Тема 1.6. Оптимизация экспериментальных исследований с применением метода Бокса-Вильсона. Основные подходы к оптимизации экспериментальных исследований. Экспериментально-статистический метод. Стратегия движения к оптимуму целевой функции (функции отклика) градиентным методом. Критерии достижения «почти стационарной области» и методы уточнения положения оптимальной точки в факторном пространстве.

Раздел 2. Построение физико-химических химико-технологических процессов.

Тема 2.1 Этапы математического моделирования. Формулировка гипотез, построение математического описания, разработка моделирующего алгоритма, проверка адекватности модели и идентификация их параметров, расчетные исследования (вычислительный эксперимент).

Тема 2.2 Составление систем уравнений математического описания процессов и разработка (выбор) алгоритмов их решения. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии (теплоты). Локальные интенсивности источников вещества и теплоты в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов – конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

Тема 2.3 Математическое моделирование стационарных и динамических режимов гидравлических процессов в трубопроводных системах, глобальные и декомпозиционные методы решения систем нелинейных уравнений, а также явные и неявные методы численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Составление уравнений математического описания процесса. Построение информационных матриц математических моделей для выбора общего алгоритма решения – моделирующего алгоритма. Реализация алгоритмов решения нелинейных и обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание стационарных режимов ХТП с применением систем линейных и нелинейных уравнений. Итерационные алгоритмы решения. Применение методов простых итераций и Ньютона-Рафсона для получения решения.

Проблема сходимости процесса решения. Декомпозиционный метод решения сложных систем конечных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора оптимального алгоритма решения задачи. Понятие жесткости систем дифференциальных уравнений и критерии жесткости. Явные (быстрые) и неявные (медленные) методы решения. Методы первого (метод Эйлера), второго (модифицированные методы Эйлера) и четвертого порядка (метод Рунге-Кутты). Оценка точности методов – ошибок усечения. Переходные ошибки и ошибки округления при численном интегрировании дифференциальных уравнений. Способы обеспечения сходимости решения задачи. Применение неявных методов для решения жестких систем дифференциальных уравнений. Определения шага интегрирования итерационным методом. Методов Крэнка-Никольсона (метод трапеций).

Тема 2.4 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в пластинчатых и змеевиковых теплообменниках. Математическое описание процессов с применением моделей идеального смешения и вытеснения. Выбор и графическое представление алгоритмов решения. Применение стандартных методов вычислительной математики для решения задач.

Тема 2.5 Математическое моделирование стационарных режимов процессов теплопередачи в прямоточных и противоточных трубчатых теплообменников, решение задачи Коши и краевой задачи при интегрировании систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Математическое описание процессов с применением моделей идеального вытеснения. Решение задачи Коши и краевой задачи. Представление алгоритмов вычислений в виде информационной матрицы системы уравнений математического описания и блок-схем расчетов. Математическое описание ХТП с применением систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Описание объектов с распределенными в пространстве параметрами. Формулировка начальных и краевых условий задач решения. Численный алгоритм 1-го порядка для решения задачи Коши. Метод «пристрелки» для решения краевой задачи.

Тема 2.6 Математическое моделирование стационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Описание микрокинетических закономерностей протекания произвольных сложных химических реакций в жидкой фазе для многокомпонентных систем. Определение ключевых компонентов сложных химических реакций с применением методов линейной алгебры - рангов матриц стехиометрических коэффициентов реакции. Математическое описание реакторного процесса с рубашкой для произвольной схемы протекания химической реакции. Выбор алгоритмов решения задачи с применением информационной матрицы системы уравнений математического описания и представления алгоритма решения с помощью блок-схемы расчета процесса.

Тема 2.7 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в реакторах с мешалкой. Математическая постановка задачи для реакции с произвольной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями. Разностное представление системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационной матрицы для выбора алгоритма решения. Графическое представление алгоритма решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.8 Математическое моделирование стационарных режимов в трубчатых реакторах с прямоточным и противоточным движением теплоносителей. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка задачи Коши – задачи с начальными условиями и краевой задачи – задачи с краевыми условиями. Разностное представление систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение информационных матриц для выбора алгоритмов решения. Графическое представление алгоритмов решения в виде блок-схемы расчета.

Тема 2.9 Математическое моделирование нестационарных режимов процессов в трубчатых реакторах и численные алгоритмы дискретизации для решения систем дифференциальных уравнений с частными производными. Математическая постановка задачи для реакции с конкретной стехиометрической схемой. Формулировка начальных и граничных условий. Дифференциальные уравнения в частных производных - эллиптического, параболического и гиперболического типов. Алгоритмы решения уравнений параболического типа. Математическая модель химического превращения в изотермических условиях для нестационарного процесса в трубчатых аппаратах с учетом продольного перемешивания и с применением однопараметрической

диффузионной модели для описания гидродинамической обстановки в реакционном потоке. Алгоритмы решения в виде систем нелинейных уравнений, а также обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Тема 2.10 Математическое моделирование стационарных режимов процессов непрерывной многокомпонентной ректификации и абсорбции. Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации в тарельчатой колонне. Моделирование фазового равновесия и процесса массопередачи на тарелках в многокомпонентных системах. Учет тепловых балансов на тарелках при моделировании процесса в ректификационной колонне. Декомпозиционный алгоритм расчета процесса ректификации в колонном аппарате. Математическое описание процесса многокомпонентной абсорбции в насадочной колонне. Моделирование процесса многокомпонентной массопередачи в секциях насадочной колонны. Алгоритм решения краевой задачи для моделирования процесса абсорбции в насадочной колонне.

Раздел 3. Основы оптимизации химико-технологических процессов.

Тема 3.1 Решение задач оптимизации с термодинамическими, технологическими, экономическими, технико-экономическими и экологическими критериями оптимальности. Оптимальные ресурсосберегающие ХТП. Выбор критериев оптимальности (целевых функций). Формулировка многокритериальной задачи оптимизации. Особенности решения оптимизационных задач ХТП при наличии нескольких критериев оптимальности, овражном характере целевой функции и наличии ограничений 1-го и 2-го рода.

Тема 3.2 Алгоритмы одномерной и многомерной оптимизации. Методы сканирования, локализации экстремума, золотого сечения и чисел Фибоначи в случае одномерной оптимизации. Методы многомерной оптимизации нулевого, первого и второго порядков. Симплексные, случайные и градиентные методы многомерной оптимизации. Метод штрафных функций.

Заключение.

А. Применение компьютерных моделей ХТП при проектировании химических производств – в САПР. Задачи систем автоматизированного проектирования (САПР) и структура систем компьютерного проектирования. Информационное и математическое обеспечение САПР. Автоматизированное проектирование с применением компьютерных моделей ХТП.

Б. Применение компьютерных моделей ХТП при управлении технологическими процессами – в АСУТП. Компьютерное моделирование ХТП в режиме реального времени. Системы прямого цифрового (компьютерного) управления технологическими процессами. Особенности реализации компьютерных моделей ХТП в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	60
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0,44	16	12
Самостоятельная работа	1,78	64	48
Контактная самостоятельная работа	1,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		63,6	47,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Физическая культура и спорт»

1 Цель дисциплины – формирование мировоззрения и культуры личности, гражданской позиции, нравственных качеств, чувства ответственности, самостоятельности в принятии решений, способности использовать разнообразные формы физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления своего здоровья и здоровья своих близких в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-7.1, 7.2, 7.3, 7.4

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- историю физической культуры и спорта, представление о значимых спортивных событиях не только своей страны, но и мирового уровня, важнейшие достижения в области спорта;
- спортивные традиции РХТУ им. Д.И. Менделеева, помнить о подвигах спортсменов в годы Великой отечественной войны 1941-1945 гг.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Предмет Физическая культура и спорт. История ФКиС

1.1. ПРЕДМЕТ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ. Задачи и место дисциплины в подготовке бакалавра. Организация учебного процесса в рамках действующей рейтинговой системы. Требования к зачету.

1.2. ИСТОРИЯ СПОРТА. Происхождение физических упражнений и игр. Древние олимпиады. Олимпийское движение. Спортивные общества: история физкультурно-спортивных общественных организаций. Спортсмены в годы Великой отечественной войны.

Раздел 2. Основы здорового образа жизни

2.1. ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ И САМОКОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ.

Врачебный контроль и врачебное освидетельствование. Педагогический контроль. Самоконтроль: его основные методы, показатели, критерии и оценки. Профилактика спортивного травматизма. Основные виды травм у разных специализаций. Оказание первой помощи для студентов вузов химико-технологического профиля.

2.2. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. Гигиена физического воспитания и спорта. Режим питания при занятиях физической культурой и спортом. Социальная гигиена. Социально-опасные болезни и меры профилактики.

Раздел 3. Биологические основы физической культуры и спорта

3.1. **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА.** Организм человека как единая саморазвивающаяся биологическая система. Физическое развитие человека. Двигательная активность и ее влияние на устойчивость, и адаптационные возможности человека к умственным и физическим нагрузкам при различных воздействиях внешней среды.

3.2. **ОБРАЗ ЖИЗНИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.** Здоровье человека как ценность. Здоровый образ жизни и его составляющие. Роль и возможности физической культуры в обеспечении здоровья. Социальный характер последствий для здоровья от употребления наркотических средств и других психоактивных веществ (ПАВ), допинга и пищевых добавок в спорте, алкоголя и табакокурения. Допинг как искусственное повышение физической работоспособности и его отрицательные последствия.

Раздел 4. Профессионально-прикладная физическая культура и спорт

4.1. **ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ И СПОРТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.** Методические принципы физического воспитания. Основы и этапы обучения движениям. Развитие физических качеств. Формирование психических качеств в процессе физического воспитания. Спортивная подготовка. Структура подготовленности спортсмена. Массовый спорт и спорт высших достижений, их цели и задачи. Спортивные соревнования как средство и метод общей и специальной физической подготовки студентов.

4.2. **ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРА.** Личная и социально-экономическая необходимость психофизической подготовки человека к труду. Место ППФП в системе подготовки будущего специалиста. Производственная физическая культура и спорт. Производственная гимнастика. Особенности выбора форм, методов и средств физической культуры и спорта в рабочее и свободное время специалистов. Профилактика профессиональных заболеваний средствами физической культуры и спорта. Дополнительные средства повышения общей и профессиональной работоспособности. Влияние индивидуальных особенностей и самостоятельных занятий физической культурой и спортом на организм.

Раздел 5. Воспитательная работа

Цель воспитательной работы – создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации в созидательной деятельности для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном и профессиональном развитии.

Воспитательная работа на кафедре физического воспитания направлена на организацию воспитывающей среды и управление разными видами деятельности обучающихся с целью создания условий для их приобщения к социокультурным и духовно-нравственным ценностям народов Российской Федерации, полноценного развития, саморазвития и самореализации личности при активном участии самих обучающихся.

Направления и виды деятельности обучающихся в воспитательной системе ООВО:

1. Патриотическое – тематическая исследовательская работа. Тема: «Подвиг спортсменов в годы Великой Отечественной Войны 1941-1945гг.»
2. Физическое, культурно-творческое – формирование у обучающихся бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации посредством изучения национальных видов спорта.

4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	1	36	1	36
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	72	1	36	1	36
Лекции (Лек)	0,2	8	0,1	4	0,1	4
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64	0,9	32	0,9	32
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Виды учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		4 семестр	
	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.	ЗЕ	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54	1	27	1	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	54	1	27	1	27
Лекции (Лек)	0,2	6	0,1	3	0,1	3
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Вид итогового контроля:			Зачет		Зачет	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»

1 Цель дисциплины – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры и спорта, туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей профессиональной деятельности, получении навыка в одном из выбранных видов спорта.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-7.1, 7.2, 7.3, 7.4

Знать:

- научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни;
- влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек;
- способы контроля и оценки физического развития и физической подготовленности;
- правила и способы планирования индивидуальных занятий различной целевой направленности;
- спортивные традиции МХТИ-РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Уметь:

- поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- использовать основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом внешних и внутренних условий реализации профессиональной деятельности;
- самостоятельно заниматься физической культурой и спортом;
- осуществлять самоконтроль за состоянием своего организма и соблюдать правила гигиены и техники безопасности;
- выполнять индивидуально подобранные комплексы по физической культуре и различным видам спорта;
- осуществлять творческое сотрудничество в коллективных формах занятий физической культурой и спортом;
- выполнять приемы защиты и самообороны, страховки и самостраховки.

Владеть:

- средствами и методами укрепления здоровья, физического самосовершенствования;
- должным уровнем физической подготовленности, для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;
- техническими и тактическими навыками в одном из видов спорта;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основы построения оздоровительной тренировки. Теоретическо-методические основы физической культуры и спорта. Содержательные основы оздоровительной физической культуры и спорта. Основные направления: оздоровительно-рекреативное, оздоровительно-реабилитационное, спортивно-реабилитационное, гигиеническое. Повышение функционального

состояния организма и физической подготовленности. Способы регламентации нагрузки: Физкультурно-оздоровительные методики и системы. Основные фазы оздоровительной тренировки. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся физической культурой и спортом. Функциональные пробы (ЧСС, АД, ЖЕЛ и т.д.).

Раздел 2. Двигательные возможности человека – воспитание физических качеств. ВФСК ГТО. Методика организации и проведения видов испытаний ГТО. Система взаимодействия в сфере физической культуры и спорта. Воспитание физических качеств, обучающихся (отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека).

Раздел 3. Методика организации и проведения спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Характеристика спортивных соревнований и физкультурно-массовых мероприятий. Спортивные соревнования, проводимые по общепринятым правилам. Единый календарный план физкультурных и спортивных мероприятий). Организация спортивных мероприятий. Олимпийская хартия. Федеральные (специальные, национальные) законы спорте. Классификация спортивных соревнований. Нравственные отношения в спорте. Fair Play («Честная игра») – как основа этичного поведения в спорте. Кодекс спортивной этики. Профилактика нарушений спортивной этики. ВАДА. Кодекс ВАДА. Международная конвенция о борьбе с допингом в спорте.

Раздел 4. Воспитательная работа

Цель воспитательной работы – создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации в созидательной деятельности для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном и профессиональном развитии.

Воспитательная работа на кафедре физического воспитания направлена на организацию воспитывающей среды и управление разными видами деятельности обучающихся с целью создания условий для их приобщения к социокультурным и духовно-нравственным ценностям народов Российской Федерации, полноценного развития, саморазвития и самореализации личности при активном участии самих обучающихся.

Направления и виды деятельности обучающихся в воспитательной системе ООВО:

1. Патриотическое – участие в соревнованиях, посвященных Дню Победы в Великой Отечественной Войне 1941-1945гг. и Дню защитника Отечества.

2. Физическое, культурно-творческое – формирование у обучающихся бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации:

а. Студенческое международное сотрудничество –проведение Спартакиады иностранных студентов;

б. Участие в Спартакиаде РХТУ им. Д.И. Менделеева по различным видам спорта;

с. Добровольчество – помощь в подготовке и проведения соревнований различного уровня.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	В академ. часах	Семестр			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	328	56	92	90	90
Контактная работа – аудиторные занятия	192	32	64	64	32
Практические занятия (ПЗ)	192	32	64	64	32
Самостоятельная работа (СР)	136	24	28	26	58
Контактная самостоятельная работа	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	135,2	23,8	27,8	25,8	57,8
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Вид учебной работы	В астр. часах	Семестр			
		I	II	III	IV
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	246	42	69	67,5	67,5
Контактная работа – аудиторные занятия	144	24	48	48	24
Практические занятия (ПЗ)	144	24	48	48	24
Самостоятельная работа (СР)	102	18	21	19,5	43,5
Контактная самостоятельная работа	0,6	0,15	0,15	0,15	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	101,4	17,85	20,85	19,35	43,35
Вид итогового контроля: зачет / экзамен	зачет	зачет	зачет	зачет	зачет

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы информационных технологий»

1. Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-3.1; ОПК-4.2; ОПК-5.6

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в информационные технологии.

1.1. Структура операционных систем, пакеты прикладных программ, Microsoft Office. Классификация программных средств. Системное и прикладное программное обеспечение ПК. Обзор операционных систем (ОС). Принципы создания и состав ОС: ядро, интерфейс, драйверы. Краткая характеристика WINDOWS, модульный принцип построения. Среда WINDOWS: окна, их элементы, работа в многооконном режиме.

1.2. Текстовый редактор WORD, редакторы математических и химических формул. Возможности создания электронных презентаций (Power point). Создание документов различных форм (стандартных и нестандартных). Создание и редактирование текстовых документов с математическими и химическими формулами.

1.3. Табличный процессор EXCEL: обзор, типы и адресация ячеек, формат ячеек, встроенные функции, форматирование таблиц. EXCEL: Возможности табличного редактора и использование его для решения информационных и инженерных задач. Построение графиков и диаграмм.

1.4. EXCEL. Операции с массивами. Разработка и реализация простейших алгоритмов с использованием возможностей редактора (нахождение максимального (минимального) элемента вектора и матрицы, нахождение суммы элементов вектора и матрицы, вычисление матричных выражений). Решение вычислительных задач с использованием таблиц. Решение СЛАУ с использованием обратной матрицы.

1.5. EXCEL Построение графиков и диаграмм. Расчет функциональных зависимостей и построение графических изображений с использованием стандартных функций EXCEL и мастера функций. Построение поверхностей с использованием мастера диаграмм. Построение линий тренда.

Раздел 2. Алгоритмы и основы программирования на языке MATLAB.

2.1. Алгоритмы, типы алгоритмов. Понятие алгоритма и его свойства. Способы записи алгоритмов. Модульный принцип построения алгоритмов и программ. Пакет компьютерной математики MATLAB. Характеристики языков программирования. Эволюция и классификация языков программирования, императивные, функциональные, логические, объектно-ориентированные, их комбинации. Понятия трансляции, компиляции, интерпретации, их различия. Языки программирования высокого уровня. Структурное программирование, его особенности. Обзор пакетов компьютерной математики – Matlab, Mathcad, Mathematica.

2.2. Среда MATLAB. Основные структуры и принципы структурного программирования, иллюстрация. Базовые алгоритмические конструкции (следование, ветвление, повторение), их реализации. Операторы языка программирования MATLAB. Основные решатели (solvers) MATLAB для реализации вычислительных алгоритмов. Библиотека стандартных функций size, length, numel, zero, ones, linspace, sum, abs, sin, cos, exp, log, sqrt, num2str, disp, printf.

2.3. Построение графиков функции одной и двух переменных. Использование функций plot, subplot, polar, mesh, surf, polar, meshgrid, surf, contour, оформление графиков(заголовки, подписи по осям и пр.).

2.4. Операции над массивами: векторами и матрицами - сложение, умножение, транспонирование, обращение (inv), вычисление нормы (norm), ранга (rank) и определителя матрицы (det). Алгоритмы нахождения максимального, минимального элемента в массиве, алгоритмы сортировки и их реализация (например, Selection Sort).

Раздел 3. Численные методы. Реализация простейших алгоритмов в среде MATLAB.

3.1. Численные методы, характеристика и их особенности, понятие сходимости метода. Элементы теории погрешностей, классификация погрешностей, абсолютная и относительная погрешность, понятие функции нормы. Введение в статистику. Алгоритмы для статистической обработки информации (вычисление точечных и интервальных оценок результатов измеряемой величины), их реализации в ПКМ MATLAB. Использование функций min, max, median, var, polyfit, polyval.

3.2. Приближение функций. Интерполяция многочленами. Кусочная интерполяция (сплайн). Оценка погрешности. Функции MATLAB для работы с многочленами poly1d, polyval, polyfit, polyder, polyint.

3.3. Вычисление определенных интегралов, алгоритмы методов прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности методов. Реализация алгоритмов численных методов вычисления определенных интегралов в среде MATLAB, применение стандартных функций trapz, quad, integral

3.4. Исследование функции одной переменной. Решение нелинейного уравнения $f(x)=0$. Отделение корней. Алгоритмы уточнения корня (метод половинного деления, Ньютона, простой итерации). Сравнительные характеристики. Реализация алгоритмов в среде MATLAB по блок-схемам и с использованием решателей roots, fzero.

3.5. Исследование функции одной переменной. Поиск экстремума функции. Вычислительные алгоритмы нахождения локальных и глобальных экстремумов (метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения), их реализации по блок-схемам и с использованием решателя fminbnd в среде MATLAB.

Раздел 4. Компьютерные сети. Базы данных.

4.1. Компьютерные сети: топологии сетей, их характеристики. Топологии сетей: звездная, шинная, кольцевая. Сети закрытого типа: локальные и распределенные сети, корпоративные сети. Программно-техническое обеспечение: адресация, операционная система, адаптеры, драйверы, протоколы (особые языки, на которых обмениваются информацией компьютеры в сети, например, TCP, TCP/IP, UDP).

4.2. Глобальные сети различного масштаба (WAN –Wide Area Net, MS Network, Internet). Возможности сети Интернет, Система телеконференций. Электронная почта. Доступ к информационным ресурсам. Защита информации. Понятие безопасности компьютерной информации: надежность компьютера, сохранность данных, защита от внесения изменений неуполномоченными 50 лицами, сохранение тайны переписки в электронной сети Алгоритмы защиты информации: методы защиты, компьютерные вирусы и борьба с ними. Методы реализации защиты информации: программные, аппаратные, организационные.

4.3. Информационные системы. Системы управления банками и базами данных. Реляционная модель данных. Структура записи, методы доступа к информации. Обмен данными с другими приложениями WINDOWS: текстовыми редакторами и электронными таблицами.

4.4. Реляционная база данных ACCESS. Главное окно, меню команд, панель инструментов. Создание и открытие базы данных. Ввод и редактирование данных в режиме таблицы и режиме конструктора. Формирование запросов. Запросы простые и многотабличные, запросы с условиями. Создание отчетов и форм. Технология реализации простейших задач средствами СУБД ACCESS.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр	
	1 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	85
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,5</i>	<i>18</i>
Лекции (Л)	0,47	17
Практические занятия (ПЗ)	0,94	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	<i>0,25</i>	<i>9</i>
Самостоятельная работа (СР)	0,64	23
Переработка учебного материала	0,06	2
Подготовка к практическим занятиям	0,06	2
Подготовка к лабораторным работам	0,06	2
Подготовка к экзамену	0,36	13
Подготовка к промежуточному контролю	0,06	2
Другие виды самостоятельной работы	0,06	2
Виды контроля		
Экзамен	+	+
Контактная самостоятельная работа	1	0,4

Самостоятельно изучение разделов дисциплины		35,6
Вид итогового контроля:	Экзамен	

Вид учебной работы	Семестр	
	1 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,36	63,75
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5
Лекции (Л)	0,47	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,94	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,25	6,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,25	6,75
Самостоятельная работа (СР)	0,64	17,25
Переработка учебного материала	0,06	1,5
Подготовка к практическим занятиям	0,06	1,5
Подготовка к лабораторным работам	0,06	1,5
Подготовка к экзамену	0,36	9,75
Подготовка к промежуточному контролю	0,06	1,5
Другие виды самостоятельной работы	0,06	1,5
Виды контроля		
Экзамен	+	+
Контактная самостоятельная работа	1	0,3
Самостоятельно изучение разделов дисциплины		26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен	

Аннотация рабочей программы дисциплины «Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности»

1. Цель дисциплины – ознакомление студентов с теоретическими, практическими и методологическими основами современных информационных систем. В рамках изучения дисциплины у студентов формируются теоретические знания и практические навыки по инструментальным средствам программного обеспечения. Студенты изучают на практике виды информационных технологий.

Задачи дисциплины – приобретение студентами прочных теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:
ОПК-4.9; ОПК-4.12; ОПК-5.2; ОПК-5.8; ОПК-5.10; ОПК-6.2; ОПК-6.4

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии)
- современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы.

Уметь:

- выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
- анализировать профессиональные задачи, выбирать и использовать подходящие ИТ-технологии.

Владеть:

- навыками работы с лежащими в основе ИТ-решений данными
- навыками применения современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных средств, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.

3. Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. ПКМ Python и особенности его реализации для решения расчетных задач в химии и химической технологии

1.1. Объектно-ориентированный язык программирования Python: обзор. Особенности и свойства объектно-ориентированного программирования (ООП). Создание и использование дистрибутива Anaconda. Инфраструктуры Spyder, Jupiter, структура языка. Основные структуры данных (список, кортеж, объекты) и операции над ними. Алгоритмы. Основные алгоритмические конструкции (следование, ветвление, циклы) и их реализация в Python.

1.2. Введение в программирование на языке Python. Структура программы, отступы, модули, операторы, функции (именованные и анонимные), особенности. Стандартные и нестандартные функции языка Python (общего назначения, математические, обработка строк, ввод/вывод).

1.3. Разработка алгоритмов, программирование и отладка программ на Python (в среде Spyder). Управляющие конструкции if, for, while.

1.4. Обзор предметно-ориентированной библиотеки модулей Python для научных и инженерных вычислений SciPy (модули scipy и numpy, а также matplotlib), сравнение с MATLAB. Основная структура данных NumPy для векторных и матричных вычислений ndarray. Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python. Информационные матричные функции (норма, определитель, ранг). Методы ndarray – T, copy, shape, size, ndim и др., индексирование, матричное произведение и функции модуля numpy len, shape, zeros, eye, dot, isclose, linspace, gradient, linalg.det.

1.5. Построение графиков на языке Python с использованием модуля matplotlib. Функции модуля matplotlib.pyplot plot, polar, plot_surface, colorbar, contour, quiver. Установка параметров и аннотирование графиков.

Раздел 2. Методы вычислительной математики. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

2.1. Прямые и итерационные численные методы. Элементы теории погрешностей. Понятие нормы. Особенности машинной арифметики (краткий повтор). Особенности выполнения действий над матрицами (сложение, вычитание, умножение, обращение) на языке Python, информационные матричные функции (норма, определитель, ранг).

2.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Погрешности. Методы с использованием обратной матрицы и метод простых итераций. Решение СЛАУ на языке Python с использованием модулей numpy.linalg и scipy.linalg. и функций det, rank, inv, cond, norm, solve.

2.3. Обзор методов решения СЛАУ. Вычислительная устойчивость, сходимость методов. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и число обусловленности.

Раздел 3. Обработка результатов измерения одной величины. Приближение функции многочленами с одной независимой переменной. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ) численными методами

3.1. Обработка экспериментальных данных. Точечные и интервальные оценки. Функции Python. Определение критерия Стьюдента

3.2. Приближение функций. Методы интерполяции зависимостей с одной независимой переменной. Интерполяционный многочлен Лагранжа, реализация в Python.

3.3. Приближение функций. Методы аппроксимации зависимостей с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование функций Python для аппроксимации и МНК `scipy.polyfit`, `scipy.optimize.least_squares`, `scipy.optimize.lsqr_linear`.

3.4.. Алгоритмы метода простой итерации и метода Ньютона - Рафсона для решения СЧУ. Скорость сходимости, оценки погрешности. Реализация методов в Python.

3.5. Методика использования решателей в модуле `scipy.optimize`, функции `root_scalar`, `root`.

Раздел 4. Решение задач многомерной оптимизации численными методами. Анализ и решение дифференциальных уравнений численными методами

4.1. Классификация задач и методов оптимизации. Метод градиентного спуска. Метод деформируемого многогранника. Реализация методов в Python.

4.2. Встроенные методы SciPy. Выбор решателя в модуле `scipy.optimize` Встроенные методы SciPy, функции `minimize_scalar`, `minimize`.

4.3. Алгоритмы методов решения дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и его модификации. Реализация методов в Python. Выбор решателя в модуле `scipy.integrate`, функции `solve_ivp`, `solve_bvp`.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр	
	2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51
в том числе в форме практической подготовки	0,5	18
Лекции (Л)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	0,25	9
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34
в том числе в форме практической подготовки	0,25	9
Самостоятельная работа (СР)	0,58	21
Переработка учебного материала	-	-
Подготовка к практическим занятиям	0,11	4
Подготовка к лабораторным работам	0,25	9
Подготовка к экзамену	-	-
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	4
Другие виды самостоятельной работы	0,11	4
Вид контроля		
Вид итогового контроля:	Зачет	

Вид учебной работы	Семестр	
	2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0,5	13,5
Лекции (Л)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,47	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,25	6,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,25	6,75

Самостоятельная работа (СР)	0,58	15,75
Переработка учебного материала	-	-
Подготовка к практическим занятиям	0,11	3
Подготовка к лабораторным работам	0,25	6,75
Подготовка к экзамену	-	-
Подготовка к промежуточному контролю	0,11	3
Другие виды самостоятельной работы	0,11	3
Вид контроля		
Вид итогового контроля:	Зачет	

5.2 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (обязательные вариативные дисциплины)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Материаловедение в биотехнологии»

1 Цель дисциплины – приобретение студентами знаний, позволяющих оценивать поведение материалов, используемых в биотехнологиях, в условиях эксплуатации; выбирать материал и технологию его обработки с целью получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность изделий.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.2; УК-2.4; ПК-2.1; ПК-2.2

Знать:

- основные типы неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;
- способы получения и области применения современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;
- условия эксплуатации и совместимость современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;
- типовые методы контроля и испытаний современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;
- утвержденные в Российской Федерации правила и принципы маркировки современных неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях

Уметь:

- осуществлять выбор материалов, пригодных к применению в биотехнологических процессах и технологиях;
- определять основные свойства неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях;
- прогнозировать поведение и работоспособность неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, в зависимости от условий эксплуатации;

Владеть:

- методами анализа связи состава и структуры неорганических и органических материалов, применяемых в биотехнологических процессах и технологиях, с их свойствами в заданных условиях эксплуатации;
- навыками и умением организации и проведения поиска информации о материалах с заданными свойствами с использованием ресурсов НТБ и Интернет-ресурсов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение

Материаловедение как наука: цели, задачи и значение дисциплины. Общие требования, предъявляемые к материалам в зависимости от условий использования или эксплуатации. Развитие науки о материалах. Значение материалов в развитии химико-технологических процессов и обеспечении их безопасности.

Раздел 1. Физико-химические основы материаловедения

Основные понятия о строении, структуре и свойствах материалов. Методы изучения структуры и свойств материалов. Строение материалов. Основные типы кристаллических решеток. Классификация кристаллов по типам связи. Анизотропия свойств кристаллов.

Свойства материалов. Показатели свойств. Классификация свойств. Механические, физические, химические, эксплуатационные и технологические свойства материалов. Показатели механических свойств, определяемые при статических испытаниях на растяжение и изгиб. Методы определения твердости материалов.

Физико-химические основы материаловедения. Основы теории сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Термины и определения. Диаграммы - «состав-свойство». Фазовый состав сплавов. Зависимость между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Правило Н.С. Курнакова.

Раздел 2. Металлические материалы

Железо и сплавы на его основе. Стали и чугуны. Железоуглеродистые сплавы. Структуры сплавов железо-углерод. Диаграммы состояния железо-цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов.

Конструкционные металлические материалы. Углеродистые и легированные стали. Классификация сталей, определение понятия качества стали (требования к качеству). Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на качество стали, методы улучшения качества стали (повышение ее конструкционной прочности). Влияние легирующих элементов на свойства стали. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Классификация углеродистых и легированных сталей. Маркировка сталей Чугуны и твердые сплавы. Свойства и назначение чугуна. Процесс графитизации. Чугуны серые, белые, ковкие, высокопрочные, их свойства, область применения, маркировка.

Термическая обработка. Теория и практика термической и химико-термической обработки металлов и сплавов. Природа, механизм и условия протекания структурных превращений в стали. Виды термической обработки стали: отжиг I и II рода, полный и неполный отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Влияние термической обработки на механические свойства стали. Физические основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение поверхности стали неметаллами. Виды и способы цементации. Азотирование стали. Диффузионная металлизация. Ионная химико-термическая обработка.

Цветные металлы и сплавы на их основе. Общая характеристика и классификация медных сплавов. Латунь, бронзы, медно-никелевые сплавы. Общая характеристика алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, литейные алюминиевые сплавы. Общая характеристика магниевых сплавов. Деформируемые магниевые сплавы. Литейные магниевые сплавы. Титан и сплавы на основе титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Бериллий и сплавы на его основе. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

Порошковые металлические материалы. Материалы с особыми электрическими свойствами.

Раздел 3. Основы коррозии металлов. Принципы и методы защиты от коррозии.

Основные причины коррозии металлов. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия. Газовая коррозия. Коррозия в жидкостях – неэлектролитах. Электрохимическая коррозия. Кинетика электрохимической коррозии. Коррозия металлов в условиях технологических сред химических производств.

Принципы и методы защиты от коррозии. Коррозионностойкие металлические и неметаллические материалы. Методы защиты машин и аппаратов химических производств от коррозии. Ингибиторы коррозии. Электрохимическая защита. Защитные покрытия.

Раздел 4. Неметаллические материалы

Неметаллические материалы. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Строение и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные полимеры. Строение и

свойства пластмасс. Основные разновидности промышленных полимеров и пластмасс. Армированные полимерные материалы. Газонаполненные пластмассы.

Особенности строения, свойства резиновых материалов. Резины общего назначения, специальные резины и области их применения.

Керамические материалы. Конструкционная, инструментальная и техническая керамика. Неорганическое стекло. Классификация стекол по назначению и области применения. Ситаллы. Графит. Асбест. Свойства и области применения.

Древесные материалы.

Композиционные материалы (КМ). Общая характеристика композиционных материалов. Дисперсно-упроченные КМ, слоистые КМ, волокнистые КМ. Композиционные материалы на металлической и неметаллической основе. САП (спеченные алюминиевые порошки). Керамические композиционные материалы. Гибридные композиционные материалы.

Раздел 5. Экономически обоснованный выбор материалов.

Выбор конструкционных материалов для конкретного технологического процесса. Критерии и алгоритм выбора конструкционных материалов. Экологические и экономические аспекты материаловедения и защиты материалов от коррозии в биотехнологии.

4 Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад.ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	81
Контактная работа - аудиторные занятия:	1,8	64	48
Лекции (Лек)	0,9	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
Самостоятельная работа (СР):	1,2	44	33
Контактная самостоятельная работа	1,2	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		43,8	32,85
Вид контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Лабораторный практикум по органической химии»

1 Цель дисциплины – приобретение студентами основных знаний и навыков для осуществления синтеза органических веществ.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: УК-1.1; УК-1.4; УК-1.5.

Знать:

- технику безопасности в лаборатории органической химии;
- принципы безопасного обращения с органическими соединениями;
- методы и виды хроматографии для определения состава реакционной смеси;
- теоретические основы способов выделения, очистки и идентификации органических веществ;
- экспериментальные методы проведения органических реакций, протекающих по различным механизмам;
- основные общие методики взаимной трансформации классов органических соединений.

Уметь:

- применять теоретические знания и экспериментальные методы исследования органической химии при решении профессиональных задач;
- сформулировать проблему и обосновать выбор приборов и экспериментальных методов исследования, поставить цели и задачи и наметить пути их достижения;
- синтезировать соединения по предложенной методике;

- провести выделение и очистку синтезированных веществ на основе теоретических знаний по органической химии;
- выбирать рациональный способ выделения и очистки органического соединения;
- представлять данные лабораторного исследования в виде грамотно оформленных методик;
- проводить анализ и критически оценивать полученные экспериментальные данные, обобщать и делать обоснованные выводы на базе проведенных опытов;
- выбрать способ идентификации органического соединения.

Владеть:

- комплексом современных экспериментальных методов органической химии для решения конкретных исследовательских задач;
- экспериментальными методами проведения органических синтезов.
- основными методами идентификации органических соединений
- приемами обработки и выделения синтезированных веществ;
- знаниями основных законов органической химии для содержательной интерпретации полученных экспериментальных результатов.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. «Правила и методы работы в лаборатории органической химии»

1.1 Правила безопасной работы в лаборатории органической химии

Безопасные приемы и правила работы в лаборатории органической химии.

1.2 Методы работы в лаборатории органической химии

Общие методы работы в лаборатории органической химии. Нагревание. Охлаждение. Перемешивание.

1.3 Лабораторная посуда, оборудование и приборы

Посуда, наиболее часто применяемая в лаборатории. Приборы для определения температуры плавления. Весы. Термометр. Роторный испаритель. Рефрактометр.

Раздел 2. «Методы идентификации, очистки и выделения органических соединений»

1.1 Хроматография

Идентификация органических веществ посредством различных видов хроматографии (ТСХ, хроматография на бумаге, ионообменная хроматография, ВЭЖХ). Применение ТСХ для идентификации органических соединений. Адсорбенты и элюенты, используемые в ТСХ. Выбор элюента. Обнаружение веществ. Обнаружение веществ. Коэффициент удерживания. Коэффициент распределения. Работа с капиллярами.

1.2 Методы очистки жидких веществ. Перегонка

Экстракция, для извлечения (выделения) органического вещества из воды. Экстракция с помощью делительной воронки. Высушивание экстрактов осушителем. Перегонка. Виды перегонки (фракционная, вакуумная, перегонка с паром, при атмосферном давлении). Высушивание жидкостей. Осушители. Определение температуры кипения и коэффициента преломления. Фракционная перегонка. Работа с фильтровальной бумагой. Отгонка растворителя.

1.3 Методы очистки твердых веществ. Перекристаллизация

Методы очистки твердых веществ. Возгонка (сублимация). Температура возгонки и температура плавления, возгоняющегося вещества. Прибор для возгонки. Переосаждение. Перекристаллизация. Этапы перекристаллизации. Подбор растворителя. Насыщенный раствор. Горячее фильтрование, вакуумная фильтрация. Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы.

Раздел 3. «Синтез органических соединений»

3.1 Синтезы

Цели и задачи эксперимента в органическом синтезе. Теоретические основы процесса. Выбор условий реакции. Расчет синтеза. Общие правила подготовки и проведения синтеза. Техника безопасности. Прибор для проведения синтеза. Проведение опыта. Контроль за ходом реакции.

Выделение, очистка и анализ продукта. Синтезы веществ различных классов органических соединений. Проведение экспериментальных методов исследования реакций.

Проведение реакций, протекающих по механизмам:

- нуклеофильного замещения – синтез галогеналканов;
- нуклеофильного присоединения – синтез сложных эфиров карбоновых кислот, амидов карбоновых кислот, азотсодержащих альдегидов и кетонов;
- электрофильного замещения в ароматическом ряду – реакции нитрования, бромирования, сульфирования;
- реакций диазотирования и азосочетания;
- реакций окисления (синтез ацетона, 1,4-бензохинона, бензойной кислоты) и восстановления.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
Лекции	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	--
Лабораторные работы (ЛР)	3,56	128	96
Самостоятельная работа	1,44	52	39
Контактная самостоятельная работа	1,44	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		51,8	38,85
Вид итогового контроля:	Зачёт		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»

1 Цель дисциплины - существенно расширить, систематизировать и использовать на практике знаний основ гидравлических, тепловых и массообменных процессов химической технологии, позволяющих выпускникам осуществлять научно- исследовательскую и практическую работу на предприятиях.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *УК-1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.3, 6.2.*

Знать:

- методы расчета тепло- и массообменных аппаратов;
- основные принципы организации процессов химической технологии;
- типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета;
- методы составления технологических схем с нанесением всех аппаратов.

Уметь:

- составлять материальные и тепловые балансы для систем газ-жидкость;
- рассчитывать параметры тепло- и массообменного оборудования и насосов;
- подбирать стандартное оборудование, используемое в химической промышленности.

Владеть

- методологией расчета основных параметров гидромеханических, тепловых и массообменных процессов;
- основами правильного подбора тепло и массообменного оборудования;
- методами составления технологических схем и графического изображения основного оборудования.

3 Краткое содержание дисциплины.

Введение. Физико-химические основы и особенности условий проведения процесса разделения жидких гомогенных смесей ректификацией. Описание принципиальной схемы ректификационной установки непрерывного действия. Сравнение и области применения насадочных и тарельчатых колонн. Построение равновесной линии на основе полученных индивидуальных заданий.

Раздел 1. Расчёт ректификационной колонны.

1.1. Расчёт насадочной ректификационной колонны непрерывного действия (для трех размеров насадки).

Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Построение рабочих линий. Расчёт скорости паров и диаметра колонны. Определение высоты насадки по модифицированному уравнению массообмена. Определение общего числа и высоты единиц переноса. Расчёт гидравлического сопротивления насадки.

1.2. Расчёт тарельчатой ректификационной колонны непрерывного действия.

Предварительный выбор тарелок. Материальный баланс колонны. Расчёт минимального и рабочего флегмового числа. Расчет скорости паров и диаметра колонны. Построение рабочих линий. Определение высоты светлого слоя жидкости на тарелке и паросодержания барботажного слоя. Расчёт коэффициентов массообмена, общего числа единиц переноса, эффективности по Мэрфри. Расчёт высоты колонны на основе КПД по Мэрфри с построением кинетической линии. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.

1.3. Сравнение данных расчета насадочной и тарельчатой колонн. Сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчётов. Выбор колонны.

Раздел 2. Расчёт и выбор теплообменников.

Расчёт и выбор теплообменников по общей схеме: -расчет тепловой нагрузки; - определение теплового режима и средней движущей силы; - приближенная оценка коэффициентов теплоотдачи, коэффициента теплопередачи, поверхности $F_{\text{гр}}$; - выбор типа и нормализованного варианта конструкции; -определение параметров конструкции (например, для кожухотрубного теплообменника: числа труб и числа ходов, диаметра труб, диаметра кожуха, поверхности теплообменника $F_{\text{норм}}$ и др.); - сопоставление ориентировочной $F_{\text{гр}}$ и $F_{\text{норм}}$; - сопоставление данных, полученных по программам компьютерных и ручных расчетов; -гидравлический расчет; - выбор оптимального варианта теплообменника.

2.1. Расчёт кожухотрубчатого испарителя.

2.2. Расчёт конденсатора (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.3. Расчёт подогревателя (кожухотрубчатого или пластинчатого).

2.4. Расчёт холодильников дистиллята и кубового остатка (кожухотрубчатых или пластинчатых).

Раздел 3. Гидродинамические расчёты.

3.1 Расчёт гидравлического сопротивления трубопроводов

3.2. Расчёт оптимальных диаметров трубопроводов

3.3. Расчёт и подбор насосов

Раздел 4. Графическое оформление.

Технологическая схема. Ректификационная колонна определенного типа с изображением деталей контактных элементов, рассчитанных в разделе 1.

4 Объем учебной дисциплины.

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр.ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,88	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,88	32	24
Самостоятельная работа	1,22	40	30
Контактная самостоятельная работа	1,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		39,8	29,85

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Инструментальные методы анализа в биотехнологии»**

1 Цель дисциплины – приобретение обучающимися знаний и компетенций по основным группам инструментальных (физико-химических и физических) методов химического анализа (ИМХА), наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.3, ПК-5.1, ПК-5.3.

Знать:

- теоретические основы методов ИМХА;
- процессы формирования аналитического сигнала в различных ИМХА;
- рассмотрение принципов измерений в стандартных приборах;
 - основы метрологии ИМХА в соответствии с рекомендациями ИЮПАК;

Уметь:

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных аналитических задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;
- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа

Владеть:

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе каллиметрических оценок;
- методологией инструментальных и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Спектральные методы анализа

Общая характеристика ФХМА. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Оценка предела обнаружения с использованием формулы Кайзера и стандартного отклонения минимального детектируемого сигнала по ИЮПАК. Линейный диапазон определяемых концентраций. Стандартные образцы состава. Основные аналитометрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, коэффициент чувствительности, границы диапазонов определяемых содержаний, селективность, прецизионность, правильность, экспрессность. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ.

Методология ФХМА. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Аналитические и метрологические характеристики различных инструментальных методов. Понятие об аттестованной методике. Проблемы выбора метода анализа. Обобщенные сведения о ГОСТ Р ИСО 5725 (2002).

Общая характеристика спектральных методов анализа. Классификация спектральных методов анализа. Получение химико-аналитической информации при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия. Абсорбционные и эмиссионные методы анализа.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Источники возбуждения спектров. Качественная характеристика аналитического сигнала. Интенсивность спектральных линий как мера содержания элемента в пробе. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Спектральные приборы и способы регистрации спектра. расшифровка эмиссионных спектров и идентификация элементов по их

спектрам. Атомно-эмиссионный анализ с индуктивно связанной плазмой. Количественный анализ. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени. Газовые пламена как виды низкотемпературной плазмы. Блок-схема пламенного фотометра. Возможности метода и его ограничения. Анионный и катионный эффекты. Области применения.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения свободными атомами. Блок-схема прибора. Источники монохроматического излучения. Способы атомизации пробы. Сравнение аналитических характеристик методов атомной абсорбции и атомной эмиссии.

Аналитическая молекулярная спектроскопия. Методы оптической молекулярной спектроскопии. Характеристика аналитического сигнала. Поглощение электромагнитного излучения молекулами. Электронные переходы и спектры поглощения молекул. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Спектрофотометрический и фотометрический анализ. Оптимизация условий аналитических определений. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура для спектро- и фотометрических измерений. Точность результатов фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия. Методы спектрофотометрического титрования.

Флуориметрический анализ. Природа аналитического сигнала флуоресценции и фосфоресценции. Квантовый и энергетический выходы. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции. Температурное и концентрационное тушение флуоресценции. Зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания (правило Левшина). Закон Вавилова. Схема флуориметрических измерений. Выбор первичного и вторичного светофильтров. Градуировочная зависимость и количественный анализ.

Турбидиметрический и нефелометрический методы анализа. Рассеяние света дисперсными системами. Связь оптической плотности дисперсной системы с концентрацией определяемого вещества. Коэффициент мутности системы. Теоретические основы турбидиметрии и нефелометрии. Уравнение Рэлея. Сравнительная характеристика аналитических сигналов в турбидиметрии и нефелометрии. Требования, предъявляемые к используемым аналитическим реакциям.

Раздел 2. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов анализа и их классификация. Классификация электродов в электрохимических методах анализа. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Используемые химические и электрохимические реакции, требования, предъявляемые к этим реакциям. Возможности ЭХМА.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Общая характеристика метода. Аналитический сигнал в кондуктометрии. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Подвижность ионов. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на вид кривых титрования. Принципиальная схема установки для кондуктометрических измерений, используемые электроды. Возможности метода. Примеры определений. Высоочастотное титрование. Возможности метода.

Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциал электрода как аналитический сигнал. Ионметрия. Доннановский и диффузионный потенциалы. Классификация ионоселективных электродов. Уравнение Никольского-Эйзенмана. Методы количественных определений и условия их применения. Прямая потенциометрия (рН-метрия, ионметрия). Возможности метода. Методы титрования. Обработка кривых потенциометрического титрования.

Вольтамперометрические методы анализа. Классическая полярография. Поляро-граммы. Интерпретация полярограмм. Остаточный и конденсаторный токи. Уравнение полярографической волны Гейровского-Ильковича. Потенциал полуволны как качественная характеристика аналитического сигнала. Выбор и назначение полярографического фона. Предельный диффузионный ток как количественная характеристика аналитического сигнала. Амперометрическое титрование. Общая характеристика метода и аналитического сигнала. Выбор условий амперометрических измерений. Принципиальная схема амперометрического титрования. Кривые титрования. Примеры практического использования метода.

Кулонометрический метод анализа

Классификация методов кулонометрии. Количество электричества как аналитический сигнал. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества электричества,

затраченного на электрохимическую реакцию. Кулонометрическое титрование. Выбор тока электролиза. Принципиальная схема установки для кулонометрического титрования. Практическое применение метода. Электрогравиметрический анализ. Общая характеристика метода и аналитического сигнала.

Раздел 3. Хроматографические методы

Общая характеристика хроматографических методов. Теоретические основы хроматографических методов. Хроматограмма. Параметры удерживания. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала в колоночной хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения и способу оформления процесса. Степень разделения и критерий селективности. Критерий разделения. Оптимизация процессов разделения смесей веществ. Коэффициент распределения. Основное уравнение хроматографии. Связь формы выходной кривой с изотермой распределения в колоночной хроматографии. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера.

Газожидкостная хроматография. Общая характеристика метода. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение узлов хроматографа. Требования, предъявляемые к неподвижной и подвижной фазам. Детекторы. Методы идентификации веществ в газовой хроматографии. Идентификация компонентов разделяемых смесей с помощью логарифмических индексов удерживания. Способы количественного анализа. Примеры практического использования газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Классификация методов жидкостной хроматографии. Особенности ВЭЖХ. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Типы детекторов в ВЭЖХ. Жидкостноадсорбционная ВЭЖХ. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты: сорбенты, элюенты, разделяемые вещества. Уравнение Нокса. Методы идентификации веществ и количественного анализа в ВЭЖХ. Примеры практического использования ВЭЖХ. Распределительная бумажная хроматография. Качественная и количественная характеристики аналитического сигнала. Область применения. Гель-хроматография. Подвижная и неподвижная фазы. Общее уравнение, описывающее процесс гель-хроматографии. Возможности гель-хроматографии. Примеры практического использования. Ионообменная и ионная хроматография. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Особенности ионообменной хроматографии. Константа ионного обмена. Изотермы ионного обмена. Катиониты и аниониты. Коэффициент селективности. Ионная хроматография. Блок-схема ионного хроматографа. Разделяющие и компенсационные колонки. Аналитические возможности метода.

Автоматический и автоматизированный анализ. Другие методы анализа. Дискретные автоматические анализаторы. Принцип действия. Непрерывный проточный анализ и проточно-инжекционный анализ. Понятие об аналитической масс-спектрометрии. Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,79	64	48
Лекции	0,88	32	24
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	0,88	32	24
Самостоятельная работа	2,21	80	60
Контактная самостоятельная работа	2,21	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,6	59,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы биохимии и молекулярной биологии»

1 Цель дисциплины - дать обучающемуся всестороннее представление о химическом составе и строении живой клетки на молекулярном и надмолекулярном уровнях, о биохимических превращениях, в ходе которых образуются вещества, составляющие структурную основу клетки, кодирующие биоинформацию, выполняющие регуляторную или каталитические функции, о биохимических процессах, в ходе которых клетки разнообразных организмов получают энергию и преобразовывают ее из одного вида в другие, а также о механизмах регуляции метаболизма, поддержания гомеостаза и защиты клетки и организма в целом от агрессивного воздействия физических, химических и биологических агентов окружающей среды.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3*

Знать:

биосинтез биополимеров и их мономерных структурных единиц; основные биохимические пути синтеза веществ в клетках, организацию биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот; понятие о ферментах, теорию ферментативного катализа, способы регуляции активности ферментов, классы ферментов, механизмы ферментативного катализа, кинетику ферментативных реакций, свойства ферментов; обмен веществ и энергии в клетке; основные принципы биоэнергетики, пути и механизмы преобразования энергии в живых системах; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; молекулярные механизмы передачи, реализации, хранения и восстановления генетической информации; молекулярный инструментарий геномной инженерии; генетические основы эволюции.

Уметь:

определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке; осуществлять отдельные ферментативные реакции, анализировать продукты метаболизма и ферментативных реакций, изучать кинетику протекающего превращения; анализировать отдельные пути метаболизма и их взаимосвязь, регуляцию; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ.

Владеть:

методами выделения и очистки различных биополимеров, ферментов; методами определения активности разнообразных ферментов, проведения биохимических превращений, биосинтеза биологически активных веществ; методами планирования, проведения и обработки экспериментов; правилами безопасной работы в биохимической лаборатории.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Энзимология.

1.1. Основы ферментативного катализа. Природа ферментов и их свойства как белков, и как биокатализаторов. Кинетика ферментативных реакций, регуляция ферментативной активности, ингибирование, активация. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Активный центр, центр связывания субстрата, регуляторный центр молекулы фермента.

Влияние физико-химических условий на скорость ферментативных реакций, прикладная энзимология.

1.2. Основы энзимологии. Систематика ферментов. Простые и сложные ферменты (холоферменты), мультиферментные комплексы. Класс оксидоредуктаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс трансфераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс гидролаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лиаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс изомераз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Класс лигаз, примеры ферментов этого класса и катализируемых ими реакций. Основные механизмы ферментативного катализа.

Раздел 2. Метаболизм.

2.1. Понятия анаболизма, катаболизма и амфиболизма. Общие принципы обмена веществ и энергии у живых систем.

2.2. Получение энергии клеткой. Метаболизм углеводов. Катаболизм углеводов.

Расщепление углеводов в пищеварительном тракте.

Амилолитические ферменты, их характеристика.

Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл. Субстратное фосфорилирование ADP. Энергетический баланс процессов. Суммарные уравнения гликолиза, пентозофосфатного цикла. Регуляция гликолиза на уровне гексокиназы, фосфофруктокиназы, пируваткиназы. Регенерация NAD^+ , роль лактатдегидрогеназы в этом процессе. Спиртовое брожение.

Аэробный метаболизм пирувата. Митохондрии: структура и энергетические функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса.

Цикл лимонной кислоты. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.

Окисление $NADH$ и $FADH_2$ в дыхательной цепи. Сопряжение синтеза АТФ с переносом электронов и протонов от $NADH$ и $FADH_2$ к молекулярному кислороду. Хемииосмотическая теория Митчелла. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы b, c_1 , c, a, a_3 . Топография дыхательных переносчиков в редокс-цепи. Энергетический баланс процесса. Образование активных форм кислорода и способы защиты от них.

Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат растений и его локализация в хлоропластах. Темновая и световая стадии фотосинтеза. Фотосистемы I и II. Образование АТФ. Расщепление воды, генерация молекулярного кислорода. Синтез глюкозы. C_3 и C_4 растения. Особенности фотосинтеза у C_4 растений.

Биосинтез углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез полисахаридов. Образование крахмала, гликогена.

2.3. Метаболизм аминокислот. Катаболизм аминокислот. Дезаминирование, судьба углеродных скелетов аминокислот. Синтез некоторых аминокислот семейства глутаминовой и аспарагиновой кислот, серина.

2.4. Метаболизм нуклеотидов. Синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Распад нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Нарушения метаболизма нуклеотидов.

2.5. Метаболизм жирных кислот и липидов.

Катаболизм липидов. Липолитические ферменты: липаза, фосфолипазы, сфингомиелиназы. Эмульгирование жиров при их переваривании в пищеварительном тракте, роль желчных кислот. Катаболизм жирных кислот. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоАсинтетазы. Механизм β -окисления насыщенных жирных кислот с четным числом углеродных атомов. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Суммарное уравнение β -окисления жирных кислот, энергетический выход процесса.

Биосинтез жирных кислот и триацилглицеролов. Биосинтез жирных кислот. Строение комплекса синтазы жирных кислот. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты. Циклический характер биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение биосинтеза пальмитиновой кислоты. Энергетические затраты на синтез жирных кислот. Биосинтез триацилглицеролов.

2.6. Взаимосвязь процессов анаболизма и катаболизма, регуляция биохимических путей. Регуляция метаболизма путем изменения активности и количества ферментов. Согласованность клеточного метаболизма с физиологическими потребностями организма. Внеклеточная регуляция гормонами. Аденилатциклаза и образование вторичного посредника – cAMP. cAMP – аллостерический регулятор протеинкиназ, участвующих в фосфорилировании различных внутриклеточных белков.

Раздел 3. Биоинформационные процессы в клетке: биохимические основы хранения, передачи и реализации наследственной информации.

3.1. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК: особенности строения и пространственной структуры. РНК: особенности строения и пространственной структуры различных типов РНК.

3.2. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты,

особенности процесса у про- и эукариот. Репликация ДНК *in vitro* и ее практическое применение – полимеразная цепная реакция.

3.3. Репарация ДНК. Механизм, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот.

3.4. Рекомбинация ДНК. Основные виды и механизм процесса, ферменты, участвующие в процессе.

3.5. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов в про- и эукариотических клетках. Сплайсинг.

3.6. Трансляция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Генетический код. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Ингибиторы трансляции. Посттрансляционное сворачивание белковой молекулы. Шапероны. Посттрансляционная модификация белков.

3.7. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Ген как последовательность нуклеотидов ДНК. Основная догма молекулярной биологии и ее нарушения. Обратная транскриптаза. Регуляция биосинтеза белка в клетках про- и эукариот. Регуляция транскрипции, трансляции. Теория оперона. Структура *lac*-оперона у *E. coli*.

3.8. Понятие о генетической инженерии. Методы секвенирования ДНК. Методы клонирования ДНК и получения рекомбинантных штаммов-продуцентов практически ценных биологически активных веществ.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	4,44	160	120
Лекции	0,88	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
Самостоятельная работа	0,56	20	15
Контактная самостоятельная работа	0,56	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,6	14,7
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая микробиология»

1 Цель дисциплины - дать обучающемуся целостное представление об основных закономерностях развития живой природы, биологического разнообразия живого, строении клетки, как элементарной единицы живого, об обмене веществ и превращении энергии в клетке, об особенностях микроорганизмов, которые являются одними из основных объектов биотехнологии, о разнообразии процессов метаболизма и биосинтетических процессов, закономерностях роста и способах культивирования микроорганизмов, об основах генетики микроорганизмов, о методах селекции, о роли микроорганизмов в природе, об участии в круговороте веществ.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2*

Знать:

особенности строения клеток про- и эукариотических организмов; закономерности роста и

способы культивирования микроорганизмов; особенности метаболизма микроорганизмов и типы биологического окисления; основы генетики, изменчивость и основы селекции микроорганизмов; роль микроорганизмов в природе.

Уметь:

подготовить необходимую посуду и приборы для культивирования микроорганизмов и микробиологического контроля; определять обсеменённость объектов окружающей среды и техногенных потоков; разработать режим культивирования, осуществить процесс культивирования микроорганизмов в периодических условиях и определить активность роста; определить микробные компоненты биоценоза при микроскопировании; выделить из объектов окружающей среды микроорганизмы с заданными физиологическими свойствами.

Владеть:

основами микробиологической техники;

3 Краткое содержание дисциплины

Биология протистов.

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Роль в природе и практической деятельности человека. Биология протистов (микроводоросли, грибы, простейшие, бактерии, вирусы): особенности строения клеток прокариот и эукариот, органеллы и их функции. Принципы классификации, особенности питания и отношения к условиям окружающей среды. Экология.

Рост и культивирование микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов, поступление питательных веществ в клетку. Влияние факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов. Рост микроорганизмов, способы измерения роста. Методы культивирования: периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток. Кривая роста. Понятие о диауксии роста.

Метаболизм микроорганизмов. Обмен веществ, как совокупность реакций катаболизма и анаболизма. Особенности электрон-транспортных систем различных групп микроорганизмов. Типы биологического окисления (аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение). Аэробное окисление органических веществ и неорганических соединений. Разнообразие окисляемых органических субстратов (белки, целлюлозосодержащие, углеводороды, C-1 соединения и др.). Неполное окисление, трансформация. Практическое значение этих процессов. Анаэробное разложение органических веществ. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы микроорганизмов.

Экология микроорганизмов. Распространение микроорганизмов в биосфере. Формы взаимоотношений микроорганизмов. Микроорганизмы и биота. Виды изменчивости микроорганизмов. Типы естественного отбора. Понятие о селекции микроорганизмов и генно-инженерных штаммах.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48	36
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия биологически активных веществ»

1 Цель дисциплины - дать студенту представление обо всем многообразии химических соединений, встречающихся в живой природе, химическом составе разнообразных организмов и функции конкретных соединений в клетке и организме в целом, а также о химической и пространственной структурах основных биологически активных веществ, их химических, физических, физико-химических свойствах, методах выделения из природных объектов и химического синтеза для последующего применения в медицине, пищевом производстве, сельском хозяйстве, ветеринарии, экологической защите окружающей среды.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.3; ПК-5.4*

Знать:

химическую и пространственную структуры, химические, физические и физико-химические свойства аминокислот и их производных, биологическую роль аминокислот и их производных, методы выделения и получения в чистом виде; структуру, свойства и биологическую функцию наиболее важных пептидов; структуру и пространственную организацию белков, методы их выделения и очистки; основные процессы превращения белков, пептидов и аминокислот в живых организмах; строение и классификацию ферментов, их основные свойства, роль коферментов, простетических групп, кофакторов в ферментативном катализе; химическую структуру и пространственное строение нуклеотидов, нуклеотидфосфатов и различных типов нуклеиновых кислот, их основные свойства и биологические функции, методы выделения, очистки и анализа нуклеиновых кислот различных типов; классификацию, химическую структуру и строение углеводов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций; классификацию, химическую структуру и строение липидов, производных липидов, их химические, физические и физико-химические свойства, а также методы получения, выделения и очистки, разнообразие выполняемых биологических функций, основные принципы организации и строения биологических мембран, их биологические функции;

Уметь:

осознанно и аргументировано выбирать биологический объект для выделения биологически активных веществ; проводить дезинтеграцию клеток и фракционирование клеточных компонентов; выделять биологически активные вещества из культуральной жидкости и растительных, животных, грибных и бактериальных клеток методами экстракции, осаждения, ионного обмена, хроматографии и ультраконцентрирования; осуществлять качественный и количественный контроль содержания биологически активных веществ в исходных биообъектах, полупродуктах, получаемых на различных стадиях очистки, в конечном продукте, используя разнообразные аналитические методики и методы физико-химического анализа; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

Владеть:

методами выделения и очистки различных биологически активных веществ; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств различных биологически активных веществ; методами качественного и количественного анализа различных биологически активных веществ в биологических объектах и сырье (продукции) биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1

Введение. История изучения биомолекул. Определения объектов и методов изучения. Понятие о биологически активных веществах. Связь «Химии биологически активных веществ» с другими дисциплинами. Биомолекулы, их особенности и значение для жизнедеятельности организмов. Иерархия молекулярной организации клеток.

Раздел 1. Аминокислоты и их производные, пептиды, белки.

Раздел 2

1.1. Аминокислоты. Химическое строение, оптическая изомерия, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы получения и выделения из природных объектов, производные аминокислот, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение.

Раздел 3

1.2. Пептиды. Химическое строение и пространственная организация, характеристики пептидной связи, биологическая роль в организме как регуляторов биохимических процессов, пептидные антибиотики, методы получения и выделения разнообразных пептидов из природных объектов.

Раздел 4

1.3. Белки. Химическое строение и пространственная организация, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков, химические и физико-химические свойства белков и их растворов, многообразие биологических функций, методы выделения из природных объектов, очистки и качественного и количественного анализа, методы исследования строения и структуры, методы определения концевых аминокислот и методы секвенирования.

Раздел 2. Ферменты. Нуклеиновые кислоты.

Раздел 5

2.1. Ферменты. Природа ферментов, их строение, состав. Классификация ферментов по типу катализируемых ими реакций, основные свойства ферментов как белков и биокатализаторов. Сравнение ферментов с химическими катализаторами. Субстратная специфичность ферментов, ее виды. Коферменты, простетические группы, кофакторы, витамины, их биологическая роль. Мультиферментные системы. Определение активности ферментов и способы ее регуляции в живой клетке.

Раздел 6

2.2. Понятие о метаболизме. Понятие об основных процессах превращения белков, пептидов, аминокислот и их производных в живых организмах.

Раздел 7

2.3. Нуклеотиды, их производные и нуклеиновые кислоты. История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеотиды и нуклеозиды, фосфорилированные нуклеотиды, их химические и физико-химические свойства, получение. Биологические функции нуклеотидов и их производных в организме. ДНК и РНК, их химическая и пространственная структуры, химические и физико-химические свойства, получение. Виды ДНК и РНК в клетках прокариот и эукариот, их биологические функции. Понятие об основных процессах, происходящих с участием нуклеиновых кислот и нуклеотидов в живых организмах.

Раздел 3. Углеводы, липиды и их производные.

Раздел 8

3.1. Углеводы и их производные. Классификация, химическое и пространственное строение основных углеводов. Моно-, ди- и трисахара, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение. Гликозиды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Олигосахариды и полисахариды, их биологическая функция, химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, химические и физико-химические свойства, биологическая роль в организме, методы выделения из природных объектов. Понятие об основных процессах, происходящих с участием углеводов в живых организмах.

Раздел 9

3.2. Липиды и их производные. Разнообразие липидных веществ. Особенности строения и классификация липидов. Простые (жиры, жирные спирты и воска) и сложные (нейтральные, полярные и оксипептиды) липиды. Биологические функции, выполняемые различными типами липидов. Структурные фрагменты липидов: жирные кислоты и их производные, жирные спирты. Их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Биологические мембраны, их строение и функции. Липиды биологических мембран: глицеролипиды, сфинголипиды, фосфолипиды, гликолипиды (гликоглицеро- и гликосфинголипиды), холестерин. Взаимосвязь строения липидов с их функциями в составе мембран. Производные липидов и их биологические

функции (жирорастворимые витамины, простагландины, желчные кислоты, половые гормоны и кортикостероиды), их химические и физико-химические свойства, получение и анализ. Понятие об основных процессах, происходящих с участием липидов и их производных в живых организмах.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48	36
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Общая биотехнология»

1 Цель дисциплины - дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, основанном на использовании биотехнологических объектов (клеток микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновых кислот, белков-ферментов, углеводов, липидов в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) для использования в промышленном производстве, здравоохранении, экологической защите.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3*

Знать:

основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов; методы культивирования; основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа; важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии; роли современной биотехнологии в развитии современной энергетики, технологии выделения металлов из руд, легкой промышленности.

Уметь:

осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов

прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии. Предмет биотехнологии. Характеристика различных видов биотехнологической продукции (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении) и ее основные потребители.

Раздел 1. Методы биотехнологии. Основные биообъекты биотехнологии: микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы. Методы конструирования продуцентов биологически активных веществ: селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология. Сырьевая база биотехнологии. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека, получение внеклеточных и внутриклеточных продуктов биосинтеза и биотрансформации в лаборатории и производстве. Особенности иммобилизации биообъектов и их применение в биотехнологии. Типовые технологические приемы и аппаратное оформление стадий культивирования (биосинтеза), поддержания асептических условий, температуры, pH среды и др. параметров процесса на требуемом уровне, тепло- и массообмена; стадий выделения и очистки продуктов биосинтеза.

Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам, надежности процесса, охраны окружающей среды, контроля и безопасных условий эксплуатации.

Вспомогательные стадии технологического процесса и их роль в биотехнологическом производстве.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих технологий и малоотходных производств.

Раздел 2. Промышленная биотехнология. Производство белка одноклеточных организмов. Проблемы и перспективы. Промышленные штаммы-продуценты. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения.

Типовая схема получения ферментных препаратов различного назначения.

Типовая схема получения первичных метаболитов: аминокислот, органических кислот, витаминов. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот.

Типовая схема получения первичных метаболитов на примере антибиотиков медицинского назначения.

Раздел 3. Основные направления современной биотехнологии

1.1. Экологическая биотехнология. Характеристика проблем охраны и восстановления окружающей среды с точки зрения использования биологических методов. Аэробные процессы очистки воздуха и воды. Анаэробные процессы переработки органических отходов, характеристика и применение биогаза.

1.2. Сельскохозяйственная биотехнология. Типовая схема получения препаратов кормового назначения: концентратов витаминов, антибиотиков кормового назначения. Производство премиксов. Производство микробных препаратов для растениеводства: для защиты растений от вредных насекомых; антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы; бактериальных удобрений; стимуляторов роста растений гормональной природы. Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады) и трансгенных растений. Проблемы и перспективы.

1.3. Пищевая биотехнология. Концепция рационального и сбалансированного питания. Продукция микробиологического синтеза для пищевой промышленности: продукты белковой,

липидной и углеводной природы, препараты биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов; пищевкусовые добавки; концентраты и изоляты белковых веществ; производство подсластителей-заменителей сахара; производство консервантов (низина).

14 Медицинская биотехнология. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Основные задачи, которые решает медицинская биотехнология. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов.

Понятие об иммунологии. Система иммунного гомеостаза. Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет. Понятие о реакциях γ -глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).

Введение в современную иммунобиотехнологию. Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител. Использование моноклональных антител для очистки биологических жидкостей. Иммуносенсоры.

Современные прививочные препараты. Современная классификация вакцинных препаратов. Микробные живые вакцины. Технология получения живых вакцин. Убитые вакцины. Технология получения убитых вакцин. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты.

Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Технология получения препаратов нормофлоров, пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков. Требования к штаммам,

используемым для приготовления препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

15 Бионанотехнология. Предмет и инструментарий нанобиотехнологии, общая характеристика, история развития, основные научные направления. Место нанобиотехнологии среди наук естественного профиля. Устройства микро- и нанобиомеханики, в том числе молекулярные моторы, нанороботы, биочипы, наносенсоры. Адресная доставка лекарств. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры. Наноструктурированные биосовместимые материалы, имплантаты. Молекулярные машины, самосборка нано- и нанобиоструктур, молекулярное моделирование и дизайн функциональных наноструктур и их комплексов с биополимерами. Иммунохроматографические тесты, дот-анализы. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов. Основные факторы, обуславливающие потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.

16 Биогеотехнология и биоэнергетика. Понятие о биогеотехнологии. Краткая характеристика основных процессов биогеотехнологии: бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов и неметаллов. Методы борьбы с метаном в шахтах. Утилизация углекислоты с помощью микроорганизмов. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Перспективы производства водорода. Производство тепла аэробным окислением органических веществ (отходов).

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Лабораторные работы (ЛР)	1,34	48	36
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0,44	16	12
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27

Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Прикладная молекулярная биология»

1 Цель дисциплины – приобретение студентами базовых знаний в области молекулярной биологии и генетики для возможности усвоения в будущем различных прикладных направлений в молекулярной биотехнологии и генетической инженерии. Полученные знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им специализаций.

2. В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1*

Знать:

генетику и химическую организацию клеток эукариот и прокариот; молекулярные механизмы передачи генетической информации; строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов; рекомбинацию генов; молекулярный инструментарий геномной инженерии.

Уметь:

определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса; анализировать роль внутриклеточных компонентов, биополимеров и выявлять взаимосвязь биохимических процессов в клетке.

Владеть:

методами исследования физико-химических свойств биологически активных веществ; приемами определения структуры биологически активных соединений на основе их физико-химических характеристик; правилами безопасной работы в химической и микробиологической лаборатории.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Предмет, задачи и методы молекулярной биологии и генетики. Значение "классической" генетики и генетики микроорганизмов в становлении молекулярной биологии и генетической инженерии. Понятие гена в "классической" и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии геномной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генетической инженерии для биотехнологии.

Раздел 1. Молекулярные основы наследственности.

1.1. Природа генетического материала и его функции в клетке. Понятие о клетке, ее макромолекулярный состав. Структура нуклеиновых кислот. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

1.2. Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории одного гена – одного фермента. Классификация мутаций. Точковые мутации и хромосомные перестройки, механизм их образования. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Взаимосвязь мутагенеза и репарации. Идентификация и селекция мутантов. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.

1.3. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F'. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Лизогения и трансдукция. Общая и специфическая трансдукция. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. ДНК-транспозоны в геномах прокариот и эукариот.

Раздел 2. Исследование структуры и функции гена.

2.1. Элементы генетического анализа. Цис-транс комплементационный тест.

Генетическое

картирование с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Построение генетических карт. Тонкое генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Гетеродуплексный анализ. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Полимеразная цепная реакция. Выявление функции гена.

2.2.

Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона.

Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Катаболит-контролируемые опероны: модель лактозного оперона. Аттенуатор-контролируемые опероны: модель триптофанового оперона. Мультивалентная регуляция экспрессии генов. Посттранскрипционный контроль.

Раздел 3. Основы генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки. Прикладные аспекты генетической инженерии.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Самостоятельная работа	0,33	12	9
Контактная самостоятельная работа	0,33	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		11,8	8,85
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Биофизическая химия»

1 Цель дисциплины – формирование комплексного представления об организации живой и неживой природы в соответствии с современными достижениями науки и техники. Осознание взаимосвязей в процессах, протекающих в клетках микро- и макроорганизмов, их взаимосвязях, месте биологических объектов в процессах превращения вещества и энергии в природе. По окончании изучения курса и успешной сдачи зачета студенты должны иметь полное представление о физико-химических основах наиболее значимых процессов, протекающих в микробной клетке и ее отдельных структурах.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-6.1; ПК-6.2*

Знать:

основные положения термодинамики открытых систем (вблизи и вдали от термодинамического равновесия); отличительные особенности биологических объектов – открытых систем; современные методы биофизической химии, используемой для изучения живых систем; типы работ, совершаемых живыми организмами; способы аккумуляирования и превращения энергии биологическими объектами; физико-химические основы биохимических процессов клетки; основы математического моделирования биологических процессов.

Уметь:

работать с материалами специализированной периодической литературы; рассчитывать термодинамические характеристики биологических процессов, давать их термодинамическое

обоснование; рассчитывать основные стехиометрические и энергетические показатели биологических процессов;

Владеть:

методами расчета термодинамических параметров биохимических процессов; методами прямой и непрямой калориметрии; методами анализа строения мембран биологических систем; методами исследования мембранных процессов, протекающих в клетках биологических объектов; методами составления материальных и энергетических балансов роста численности микробных популяций; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Предмет и задачи биофизической химии, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биофизической химии для биотехнологии. Принципиальные особенности применения законов физики и физической химии к биологическим системам.

Раздел 1. Термодинамика биотехнологических и микробиологических процессов.

Изолированные, закрытые и открытые системы в биологических системах. Равновесные и неравновесные процессы в природе. Состояние равновесия, стационарное состояние, их применимость в биотехнологии. Первое и Второе начала термодинамики, применимость к открытым системам.

Понятие о некомпенсированной теплоте. Основной постулат термодинамики открытых систем. Первая теорема Пригожина. Скорость возникновения энтропии в открытых системах. Формализм понятия «негэнтропия». Критика теорий Больцмана-Шредингера. Термодинамическое обоснование возможности осуществления сопряженных процессов.

Гипотеза Томпсона. Понятие о плотности потока (обобщенной координате) и обобщенной термодинамической силе. Неравенство де Донде. Термодинамическая сила и плотность потока в химической реакции.

Основные положения линейной термодинамики неравновесных процессов Онзагера, применимость к биотехнологическим системам. Вторая теорема Пригожина. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.

Термодинамика открытых систем вдали от состояния термодинамического равновесия.

Расчет энергии Гиббса для реакций, протекающих в реальных растворах. Введение поправок на частичную диссоциацию кислот, на реакцию аниона.

Раздел 2. Основы биоэнергетики.

Схема энергообмена в природе (различные типы работ, производимых в открытых системах). Строение структурных элементов микробных клеток и их функции в процессах трансформации энергии.

Строение и функции клеточных мембран. Состав и свойства биополимеров, входящих в их состав. Различие в составе биополимеров клеточных мембран микроорганизмов в зависимости от условий окружающей среды. Физико-химические характеристики транспорта веществ через клеточную мембрану (пассивный, активный транспорт). Классификация типов транспорта с позиции переноса ионов через мембрану.

Трансмембранная разность электрохимических потенциалов. Na^+, K^+ -насос (превращение химической энергии в электрическую). Ca^{2+} -помпа (преобразование химической энергии в механическую). Электрохимический трансмембранный потенциал протонов. Характеристика и свойства мембран митохондрий. Синтез макроэргических связей в процессе дыхания. Разобщение процессов дыхания и фосфорилирования. Гипотеза Митчелла.

Оксигенный, аноксигенный фотосинтез (трансформация энергии солнца в восстановительный потенциал). Основные элементы цепи переноса электронов в процессе фотосинтеза. Фотосинтетические генераторы электрохимического потенциала.

Механизмы регуляции экз- и эндэргонических процессов клетки. Регуляция клеточного метаболизма на уровне синтеза ферментов (индукция, репрессия) и их активности.

Раздел 3. Стехиометрические расчеты биотехнологических процессов.

Моделирование физико-химических процессов в биологии (биологические, физические, математические подходы). Особенности стехиометрических расчетов биохимических процессов. Расчет тепловых эффектов и затрат свободной энергии в процессе микробного синтеза.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	60
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
Самостоятельная работа	0,78	28	21
Контактная самостоятельная работа	0,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,6	22,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств»

1 Цель дисциплины - ознакомление студентов с основами проектирования предприятий микробиологического синтеза и отдельных стадий технологического процесса, обучение студентов навыкам расчета специальной аппаратуры для биотехнологических производств и формирует у будущих бакалавров комплексный подход к рассмотрению конкретных биотехнологических или экобиотехнологических вопросов, встающих перед биотехнологом.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *УК-2.5; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-6.2*

Знать:

подходы к проектированию биотехнологических производств; основное оборудование и методы его расчета, критерии выбора и оценки эффективности работы оборудования, теоретические основы процессов; основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; способы подготовки оборудования и компонентов сырья для ведения технологического процесса; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; биохимические, химические и физико-химические процессы протекающие в биореакторах; модели различных типов биореакторов, их гидродинамические, массообменные характеристики; методы и режимы культивирования; аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем;

Уметь:

разрабатывать технологическую схему биотехнологического процесса; проводить расчет материальных и энергетических балансов; выбрать и компоновать оборудование для конкретного производства; провести оценку эффективности используемого оборудования; составлять технико-экономическое обоснование проекта в соответствии со стандартами; регулировать биотехнологический процесс до достижения оптимального состояния по критериям эффективности; рассчитывать основные процессы разделения многокомпонентных систем; пользоваться средствами контрольно-измерительной аппаратуры, современными программными средствами передачи данных, дистанционного доступа и контроля; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

методами расчета основных стадий технологической схемы, биотехнологического процесса; методами очистки и стерилизации воздуха, и питательных сред; методами расчета основных массообменных характеристик биотехнологического оборудования; методами расчета основных процессов разделения многокомпонентных систем; методами оценки эффективности

биотехнологического процесса; основными базами данных и программными оболочками для организации производственного процесса; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Задачи и содержание дисциплины. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами.

Раздел 1. Основы проектирования предприятий биотехнологического профиля. Составление технико-экономического обоснования проекта. Технический проект. Методы разработки технологической схемы. Сравнение альтернативных решений по каждой стадии. Стадии хранения и размножения посевного материала, подготовки сырья, приготовления питательных сред, стерилизации потоков и оборудования. Рабочие чертежи. Расчет технологических схем. Основные сведения о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91).

Раздел 2. Теоретические основы: материальный и энергетический балансы процесса биосинтеза, тепло-массообменные процессы стадии ферментации. Стехиометрия микробиологического синтеза. Методы расчета стехиометрических коэффициентов. Порядок составления материального баланса биосинтеза. Теплота жизнедеятельности.

Влияние условий культивирования на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода от воздуха к биомассе. Концентрационные ямы по кислороду. Массопередача углекислого газа. Массообменные характеристики ферментера. Расчет объемного коэффициента массопередачи.

Раздел 3. Практика проведения биотехнологических процессов: стерилизация технологических потоков, аэрирование и перемешивание ферментационной среды, пенообразование и пеногашение в процессе культивирования. Способы стерилизации жидкостей. Термическая стерилизация. Кинетика гибели микроорганизмов. Влияние температуры. Критерии стерилизации. Периодическая и непрерывная стерилизация. Разработка технологических схем стерилизации жидкостей. Стерилизация воздуха. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические схемы сжатия и очистки воздуха. Стерилизация оборудования, деконтаминация воздуха в производственных помещениях.

Методы аэрирования в ферментерах. Оценка уровня аэрирования. Перемешивание при ферментации. Виды перемешивания: механическое, пневматическое и комбинированное. Пенообразование и пеногашение. Пенообразующая способность. Сравнение методов пеногашения: химические, механические, комбинированные и технологические.

Раздел 4. Классификация, выбор и расчет основного ферментационного оборудования. Ферментационное оборудование, его классификация, выбор конструкционных материалов. Сравнение ферментеров. Критерии выбора ферментера для конкретного производства. Методы определения величины коэффициента массопередачи. Моделирование ферментеров. **Раздел 5. Типовые технологические схемы, вопросы реализации.**

5.1. Анализ типовых технологических схем, моделирование, масштабирование биотехнологических процессов. Синтез технологических схем; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов.

5.2. Расчет и аппаратурное оформление дополнительных стадий, процессов разделения многокомпонентных систем. Расчет и аппаратурное оформление процессов разделения многокомпонентных систем: растворения, кристаллизации, адсорбции, абсорбции, ионного обмена, экстракции, флотации, флокуляции, осаждения, фильтрации, мембранного разделения, сепарации и центрифугирования, вакуум-выпарки, сушки; аппаратурное оформление стадий приема, хранения, дозирования и транспортировки сырья.

5.3. Критерии оптимизации биотехнологических процессов. Структуры математических моделей производства; экономические критерии оптимизации производства. Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса.

5.4. Методы и приборы для анализа и контроля биотехнологических процессов, современные программные средства организации производственного процесса. Контроль и

автоматизация ферментационных процессов и процессов разделения. Измеряемые и автоматически регулируемые параметры. Типы и основные особенности измерительных устройств, средств контроля по месту. Современные программные средства передачи данных, дистанционного доступа и контроля.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,78	64	48
Самостоятельная работа	1,33	48	36
Контактная самостоятельная работа	1,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		47,6	35,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Теоретические основы биотехнологии»

1 Цель дисциплины – формирование у студентов базовых знаний, лежащих в основе современных методов направленного биосинтеза и управления ферментационными процессами, используемыми для получения продуктов биотехнологии, развитие в студентах способностей к анализу и обобщению экспериментальных и литературных данных в области управляемого культивирования микроорганизмов и других биологических продуцентов.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-5.1; ПК-5.3; ПК-6.2*

Знать:

особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов; методы культивирования,

Уметь:

выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных

технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле.

Владеть:

методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Введение, цели и задачи курса. Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях, экспоненциальная модель роста микроорганизмов, понятие удельной скорости роста, экономического коэффициента и других параметров, характеризующих процессы культивирования. Параметры процесса ферментации, позволяющие управлять процессом культивирования (температура, pH, концентрации компонентов питательной среды, включая

кислород). Классификация методов управляемого культивирования – простое периодическое культивирование, периодическое культивирование, периодическое культивирование с подпитками, периодическое культивирование с отводом продуктов метаболизма, их комбинации.

Раздел 1. Кинетика роста микроорганизмов.

Кинетические модели роста микроорганизмов, влияние концентрации субстрата, продуктов. Обработка экспериментальных данных по культивированию микроорганизмов в периодических условиях (три задачи). Влияние концентрации субстрата на рост клеток, понятие лимитирующей концентрации субстрата, уравнение Моно. Ингибирующее действие субстрата, продуктов, модификации уравнения Моно, уравнение Моно-Иерусалимского, нахождение констант. Оптимизация производительности периодического реактора. Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно.

Способы непрерывного культивирования. Хемостатное культивирование, основные понятия, уравнения хемостатного культивирования. Энергия поддержания. Обработка экспериментальных данных хемостатного культивирования. Нахождение констант в уравнении Моно. Хемостатное культивирование с переменной лимитирующего фактора. Хемостатное культивирование двух микроорганизмов. Процессы автоселекции в хемостате. Оптимизация производительности одного хемостата. Расчет производительности хемостата. Хемостатное культивирование с рециклом по биомассе, с рециклом по культуральной жидкости. Каскад хемостатов. Тубулярная культура. Турбидостатное культивирование. Особенности культивирования генно-инженерных штаммов. Иммобилизация клеток микроорганизмов, методы иммобилизации, изменение концентрации клеток в иммобилизованном состоянии во времени.

Раздел 2. Основные метаболические процессы в клетках.

Анаболические и катаболические процессы, их взаимосвязь в клетках. Регулирование ферментативных процессов в клетках микроорганизмов на уровне ферментов, на уровне генома. Аллостерические ферменты, модель Жакобо-Моно. Роль энергетических эквивалентов (АТФ/цАМФ и др.) в регулировании процессов, протекающих в клетках.

Транспортные процессы в клетках, пассивный и активный транспорт, транслокация групп. Экспериментальное определение типа транспорта.

Рост микроорганизмов на сахарах. Доступность сахаров, гидролиз полисахаридов, транспорт сахаров в клетки, включение сахаров в анаболические и катаболические процессы, взаимное регулирование процессов метаболизма субстрата внутри клеток.

Гликолиз как этап трансформации углеводных субстратов и его энергетическая сущность, пентозофосфатный цикл, взаимосвязь гликолиза и ПФЦ. КГДФ путь. Взаимосвязь основных метаболических процессов и регулирование метаболизма субстрата в зависимости от условий. Образование ацетил-СоА, регуляторные ферменты и их взаимосвязь с общим метаболизмом

субстрата. Цикл трикарбоновых кислот, образование восстановленных эквивалентов, взаимосвязь ферментативной активности цикла с другими метаболическими процессами, протекающими в клетках. Дыхательная цепь – образование АТФ. Аноплетротические реакции (образование оксалоацетата).

Общая взаимосвязанность процессов анаболизма и катаболизма сахаров, роль фосфофруктокиназы и других ферментов в регулировании метаболизма сахаров по тому или иному метаболическому пути. Сравнение энергетической эффективности различных путей ассимиляции сахаров.

Рост микроорганизмов на этиловом спирте и ацетате. Рост микроорганизмов на н-алканах. Процессы транспорта. Первичное окисление – окисление с образованием ацетил-СоА. Функционирование глиоксилатного шунта.

Рост на ароматических углеводородах. Рост микроорганизмов на C₁-соединениях, процессы транспорта в клетку, катаболические процессы, включение формальдегида в анаболические процессы, сериновый путь, C₅-путь. Взаимосвязь анаболических и катаболических процессов.

Раздел 3. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов.

Классификация продуктов микробиологического синтеза, первичные и вторичные метаболиты. Направленный синтез продуктов первичного микробиологического происхождения. Общие концепции создания процессов. Спиртовое брожение, способы управления процессом (эффект Пастера, способы брожения по Нейбергу, эффект Олли). Молочнокислое брожение, другие

виды брожения. Выбор оптимальных способов культивирования для достижения поставленной задачи. Неполное окисление, направленный биосинтез уксусной кислоты, трансформация сорбита в сорбозу, направленный синтез кислот и кетонов. Общие подходы направленного биосинтеза трикарбоновых кислот (лимонной кислоты), способы управления и реализации процесса.

Направленный синтез полисахаридов. Глюконеогенез, взаимосвязь с процессами ассимиляции сахаров, роль фосфатазы.

Направленный синтез липидов через малонил-СоА и липоподобных соединений через изопентилпирофосфат. Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата и глутамина, ассимиляция аммиака, аминокислоты аспарагинового ряда, биосинтез лизина на углеводном и уксуснокислом субстратах, общий метаболизм в клетках.

Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана. Применение генно-инженерных штаммов микроорганизмов для направленного синтеза аминокислот.

Способ синтеза аминокислот с использованием предшественника и иммобилизованных клеток (синтез аспарагиновой кислоты из фумаровой), влияние условий культивирования на направленный синтез – направленный синтез яблочной кислоты или аспарагиновой в зависимости от солевого состава.

Общие положения направленного синтеза первичных метаболитов, выбор условий культивирования для достижения оптимальных параметров процесса. Биосинтез продуктов вторичного метаболизма: биосинтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток, антибиотики как факторы дифференциации клеток, их влияние на общую ферментативную активность. Направленный биосинтез пенициллинов, полусинтетические антибиотики на основе 6-АПК. Полипептидные антибиотики, отличие синтеза от синтеза белков. Направленный синтез витамина В₁₂.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,56	128	96
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Лекции	0,44	16	12
Практические занятия (ПЗ)	1,34	48	36
Лабораторные работы (ЛР)	1,78	64	48
в том числе в форме практической подготовки	0,22	8	6
Самостоятельная работа	0,44	16	12
Контактная самостоятельная работа	0,44	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		15,6	11,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы биокинетики»

1 Цель дисциплины – ознакомление с современными подходами к математическому описанию биохимических и микробиологических процессов. Освоение основных подходов анализа и составления кинетических моделей, протекающих в реальных системах, биохимических реакций и микробиологических процессов. По окончании изучения курса и успешной сдачи зачета студенты должны иметь полное представление об основных законах и методах ферментативной кинетики и биокинетики.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-3.1; ПК-6.1; ПК-

Знать:

современные представления о строении ферментов, механизмах взаимодействия фермента с субстратом, молекулярных механизмах ферментативного катализа; положения теории Михаэлиса-Ментен; механизмы воздействия эффекторов (ингибиторов/активаторов) на ферменты, математическое описание различных кинетических моделей воздействия эффекторов; влияние условий окружающей среды на кинетику ферментативных реакций; особенности методов стационарной и нестационарной кинетики ферментативных процессов; основные способы иммобилизации ферментов; особенности кинетического описания реакций при использовании иммобилизованных ферментов; кинетические особенности роста микробных популяций; различные типы кинетических моделей роста микробных популяций; влияние условий окружающей среды на кинетику роста микробных популяций; варианты ингибирования и активации роста микроорганизмов и их кинетическое описание; кинетическое описание ассоциаций микроорганизмов, совокупностей популяций, взаимодействующих по принципу хищник-жертва.

Уметь:

определять кинетические параметры ферментативных реакций, используя различные типы графического анализа ферментативных процессов; определять тип ингибирования ферментативных реакций по результатам экспериментальных исследований; находить кинетические константы в случае различных вариантов ингибирования ферментов, обратимой изомеризации ферментов в неактивную форму, ингибирования субстратом/продуктом, необратимой инактивации фермента; рассчитывать кинетические параметры роста численности микробных популяций; составлять кинетические модели роста численности микробных популяций и накопления продуктов биосинтеза; определять лимитирование/ингибирование роста микробных популяций из вида кинетических кривых роста.

Владеть:

методами планирования экспериментов по исследованию кинетических характеристик ферментативных процессов; методами графического анализа экспериментальных данных ферментативных реакций, протекающих в реальных растворах; методами исследования по определению кинетических параметров роста численности микробных популяций и накоплению продуктов биосинтеза; методами определения основных кинетических параметров роста численности популяции в случаях лимитирования/ингибирования роста.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Предмет и задачи биологической кинетики, ее связь с родственными дисциплинами. Значение биологической кинетики для биотехнологии. История развития ферментативной кинетики и биокинетики.

Раздел 1. Ферментативная кинетика и катализ.

Строение и классификация ферментов. Коферменты, кофакторы. Сравнение ферментов с катализаторами. Молекулярные механизмы ферментативного катализа.

Основные положения теории фермент-субстратного комплекса. Вывод дифференциальной формы уравнения Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бригса-Холдейна. Типы координат, используемые для анализа кинетических констант биохимических реакций в биотехнологии. Понятие об ингибиторах/активаторах. Однокомпонентное (полностью конкурентное, полностью неконкурентное) ингибирование. Графическая интерпретация ингибирования в координатах Лайнуивера-Берка, Диксона. Двухкомпонентное полностью конкурентное (взаимозависимое, взаимонезависимое) ингибирование, полностью неконкурентное взаимозависимое ингибирование.

Вывод уравнения и особенности нахождения каталитических констант в случаях обратимой изомеризации фермента в неактивную форму, ингибирования субстратом, активации фермента.

Интегральная форма уравнения Михаэлиса-Ментен. Особенности ее графической интерпретации в случае ингибирования продуктом. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Применение интегральной формы уравнения Михаэлиса-Ментен в случае необратимой инактивации фермента. Влияние pH на скорость ферментативных реакций.

Раздел 2. Методы ферментативной кинетики.

Стационарная и нестационарная кинетика (особенности и аппаратное оформление методов, их достоинства и недостатки).

Иммобилизованные ферменты – достоинства и недостатки. Роль носителя при использовании

иммобилизованных ферментов. Диффузионные ограничения в катализе иммобилизованными ферментами (иммобилизация в порах, профиль концентраций). Модуль Тиле. Способы устранения диффузионных ограничений.

Раздел 3. Кинетика роста популяций.

Кинетические особенности роста микробных популяций. Клеточный цикл. Типичная кривая роста микробных культур. Определение основных параметров роста микробных популяций. Типы кинетических моделей роста микробных популяций. Представление о метаболических моделях роста. Влияние на кинетические модели особенностей размножения микробных культур. Особенности кинетических моделей роста одно- и многоклеточных культур.

Влияние условий окружающей среды (рН, температура, аэрация и др.) на кинетику роста и накопление метаболитов микробных культур. Лимитирование роста микроорганизмов. Многосубстратные процессы.

Ингибирование и активация роста микроорганизмов. Ингибирование роста избытком субстрата. Ингибирование роста микробных популяций продуктами метаболизма. Определение механизма ингибирования из вида кинетической кривой роста культуры микроорганизмов.

Особенности кинетического описания роста ассоциаций микроорганизмов.

Популяции, взаимодействующие по принципу хищник-жертва.

Периодические колебания численности хищника и жертвы в рамках модели Лотки-Вольтера.

4 Объём изучаемой дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,22	80	60
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	1,33	48	36
Самостоятельная работа	0,78	28	21
Контактная самостоятельная работа	0,78	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		27,6	20,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

5.3 Дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Методы энзимологии»

1 Цель дисциплины: освоение студентами основных принципов и теоретических положений инженерной энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-5.2; ПК-5.3.*

Знать:

- основные принципы механизмов ферментативного катализа;
- методы иммобилизации ферментов и клеток;
- выбор оптимального носителя и метода его активации;
- методы оценки свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
- ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное

значение;

- исследования свойств полученных иммобилизованных ферментов;
- важнейшие производства с использованием иммобилизованных ферментов для нужд промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической областей производства;

Уметь:

- определять ферментативные активности нативных и иммобилизованных препаратов;
- осуществлять контроль содержания активных групп после модификации матрицы;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации исходного сырья и получаемой продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации;
- выбрать рациональную схему получения иммобилизованных или стабилизированных форм ферментов.

Владеть:

- методами определения ферментативной активности нативных и иммобилизованных препаратов
- методами активации носителей;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств используемых носителей;
- методами исследования полученных иммобилизованных форм ферментов;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Современное состояние и перспективы развития инженерной энзимологии. Предмет инженерной энзимологии.

Раздел 1. Ферменты. Ферментативный катализ. Современная международная номенклатура ЕС – enzyme code. Белковые и небелковые ферменты (рибозимы). Простые и сложные ферменты. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами. роль подвижности доменов в катализе, структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия, регуляторные домены, домены, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа, комплементарность между ферментом и субстратом. Методы идентификации активного центра ферментов. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

Раздел 2. Носители. Методы активации носителей. Идеальные материалы, используемые для иммобилизации ферментов. Требования к носителям. Органические и неорганические материалы. Природные и синтетические органические полимерные носители. Природных полимеры - белковые, полисахаридные и липидные носители, а среди синтетических - полиметиленовые, полиамидные и полиэфирные. Преимущества природных носителей и их недостатки. Целлюлоза, декстран, хитин и их производные. Кератин, фиброин, коллаген и продукт переработки коллагена - желатина. Синтетические полимерные носители. Преимущества синтетических носителей и их недостатки. Полимеры на основе стирола, акриловой кислоты, поливинилового спирта; полиамидные и полиуретановые полимеры. Носители неорганической природы. Стекла, глины, керамики, графитовая сажа, силикагеля, силохромы и оксиды металлов. Основные преимущества неорганических носителей и их недостатки. Методы активации носителей

Раздел 3. Методы иммобилизации ферментов. Химические и физические методы иммобилизации ферментов. Основные преимущества используемых методов и их недостатки. Необходимость подбора оптимальных вариантов, как носителя, так и условий, и способов иммобилизации для каждого индивидуального фермента, используемого в конкретном технологическом процессе. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих гидроксо-группами. Иммобилизация ферментов на носителях, обладающих аминогруппами. Иммобилизация на носителях, обладающих активированными производными карбоксильной группы. Иммобилизация на носителях, обладающих сульфгидрильными группами. Иммобилизованные клетки микроорганизмов.

Раздел 4. Свойства иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные ферменты – определение и области использования. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Проблема стабильности иммобилизованных ферментов и пути ее преодоления. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов и клеток. Влияние физико-химических факторов на активность иммобилизованных ферментов.

Раздел 5. Методы исследования иммобилизованных ферментов. Спектральные методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.

Раздел 6. Получение и использование иммобилизованных и нативных ферментов для медицинских целей. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизин и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии. Использование иммобилизованных гидролаз для лечения гнойно-некротических ран. Промышленно выпускаемые отечественные препараты немодифицированных и иммобилизованных ферментов.

Раздел 7. Получение и использование иммобилизованных ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью ферментов. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой промышленности. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, галактозидаз. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа. Использование модифицированных ферментов для защиты от фитопатогенов с/х растений.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2,0	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Основы энзимологии»

1 Цель дисциплины: освоение студентами основных принципов и теоретических положений энзимологии; формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; освоение методов анализа и исследования свойств ферментов.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-3.1; ПК-4.1; ПК-5.2; ПК-5.3.*

Знать:

– фундаментальную роль ферментов в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах;

– строение ферментов;

– простые и сложные ферменты;

– механизм ферментативной реакции;

– кинетика ферментативных реакций;

– методы выделения и очистки ферментов;

– основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток;

– регуляция ферментативной активности;

– применение ферментов.

Уметь:

– применять приемы номенклатуры ферментов;

– давать характеристику важнейшим из них;

– проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ;

– использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации ферментсодержащего сырья и продукции;

– определять параметры ферментсодержащего сырья и продукции при их сертификации;

Владеть:

– приемами и навыками работы с ферментами;

– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств ферментов;

– методами анализа ферментативной активности;

– методами анализа белков;

– методами планирования, проведения и обработки энзимологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Основные понятия энзимологии: фермент, кофермент, субстрат, ингибитор, активатор, активный центр, простетические группы и кофакторы. Отличие ферментов от небиологических катализаторов. Номенклатура и классификация ферментов. Шесть классов ферментов.

Раздел 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов. Структура ферментов. Первичная структура белков и методы ее определения. Вторичная, третичная и четвертичная структуры и их роль в функционировании ферментов. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Активные центры ферментов. Механизмы действия ферментов. Идентификации аминокислотных остатков в активных центрах: химическая модификация и кинетические методы.

Раздел 2. Основные принципы выделения и очистки ферментов.

Критерии чистоты ферментов. Хранение очищенных ферментов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Различные способы выражения активности ферментов. Удельная и молекулярная активность, число оборотов. Измерение скорости ферментативных реакций как меры активности ферментов. Спектрофотометрические и флуоресцентные методы. Электродные и

поляриметрические методы. Манометрические методы. Использование колориметрических и хроматографических методов.

Раздел 3. Исследование каталитических свойств ферментов. Общие правила работы с ферментами. Методы определения ферментативной активности. Отбор проб и непрерывные методы. Спектроскопические методы исследования белков. Общие положения. Абсорбционная спектроскопия (интегральная и дифференциальная). Эмпирические правила. ИК- и КР-спектроскопия. Эмпирические правила. Флуоресцентная спектроскопия. Поляризация флуоресценции. Эмпирические правила. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Эмпирические правила.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Биотехнология биополимеров»

1 Цель дисциплины «Биотехнология биополимеров» – ознакомить студентов со строением, свойствами, основных природных биополимеров, а также изучение классических и современных технологий получения биополимеров растительного и животного происхождения, основными областями применения и др.; развитие способностей к анализу полученной информации.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3.

Знать:

основные принципы организации биотехнологического производства биополимеров, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы биотехнологии биополимеров, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в био-реакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

Уметь:

осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

Владеть:

методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных

сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Природные биополимеры и их значение.

Раздел 1. Характеристика природных биополимеров

Основные компоненты растительного сырья. Углеводы. Физические и химические свойства моносахаридов. Современное производство.

Гомо- и гетерополисахариды. Классификация. Распространение в природе, свойства и функции. Способы выделения (экстракция, ультрафильтрация, диализ, хроматография).

Раздел 2. Характеристика отдельных групп полисахаридов. Общая характеристика основных компонентов растительного сырья.

2.1. Фитополисахариды. Целлюлоза. Строение и свойства, Технологии получения чистой целлюлозы и ее применение. Гемилцеллюлозы. Резервные полисахариды растений. Крахмал и инулин. Камеди и слизи. Полисахариды водорослей. Агар и агароза. Альгиновые кислоты.

2.2. Зоополисахариды. Хитин и хитозан. Строение, свойства, современные технологии получения. Гликоген. Мукополисахариды.

Лигнины. Гидролизный лигнин. Структура, свойства, применение. Экологические аспекты утилизации вторичного полимерного сырья.

Раздел 3. Углеводсодержащие смешанные биополимеры.

3.1. Полисахариды микроорганизмов. Гликопротеины. Белковые компоненты углеводов соединительной ткани (хондроитинсульфаты, гепарин и др.) Групповые вещества крови. Гликолипиды и гликолипопротеиды. Тейхоевые кислоты.

3.2. Полисахариды микроорганизмов.

3.3. Биополимеры медико-биологического назначения.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Биогеотехнология»

1 Цель дисциплины - ознакомить студентов с новыми эффективными методами добычи и переработки минерального сырья, созданием безотходных и малоотходных технологий, обеспечивающих комплексное использование минеральных ресурсов. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3.

Знать:

основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов; основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов; методы культивирования,

Уметь:

выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования; осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

Владеть:

методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Основные вопросы, решаемые биогеотехнологией. Современное состояние и перспективы развития биогеотехнологии.

Раздел 1. Микроорганизмы и их роль в биогеотехнологии металлов.

Микроорганизмы и микробиологические процессы, важные для гидрометаллургии: окисление сульфидных минералов, элементной серы и закисного железа; образование органотрофными микроорганизмами органических соединений, перекисей и т.д., способных деструктировать минералы и окислять или восстанавливать химические элементы с переменной валентностью; аккумуляция микроорганизмами химических элементов или их осаждение.

Раздел 2. Способы бактериального выщелачивания цветных металлов.

Определение пригодности руд для выщелачивания. Определение химического состава руд, концентратов и продуктов выщелачивания. Интенсификация процессов бактериального выщелачивания.

2.1. Технология кучного и подземного выщелачивания. Общие положения кучного и подземного выщелачивания. Выщелачивание цветных металлов в отвалах. Кучное выщелачивание дробленой рудной породы, отходов горнодобывающей промышленности, побочных бедных руд. Бактериальное выщелачивание выработанных рудных залежей на месте залегания. Выщелачивание урана на месте залегания. Технологическая схема кучного и подземного бактериально-химического выщелачивания меди, никеля и кобальта из медно-никелевых руд. Обогащение руд цветных металлов с использованием сульфатредуцирующих бактерий.

2.2. Технология чанового выщелачивания. Общие положения чанового выщелачивания. Технология чанового бактериального выщелачивания сульфидных концентратов в различных режимах культивирования бактерий.

Технологические аспекты переработки сульфидных концентратов. Извлечение урана, золота, серебра, меди и других металлов из окисных руд или упорных сульфидных концентратов. Переработка оловосодержащих концентратов. Технологическая схема очистки оловянного концентрата от мышьяка и комплексная переработка оловянно-медно-мышьяковых концентратов. Выщелачивание марганца. Микробиологическое выщелачивание алюминия.

Раздел 3. Технологические аспекты переработки коллективных руд, концентратов и

минерального сырья.

3.1. Переработка концентратов и коллективных руд. Переработка коллективных медно-цинковых руд и концентратов. Переработка медно-никелевых, свинцово-цинковых, медно-висмутовых, сурьмяно-ртутных и других концентратов.

Переработка золотосодержащих концентратов. Извлечение золота из сульфидных руд: окисление сульфидных минералов. Переработка золотомышьяковых руд и концентратов: бактериальная безобжиговая технология. Извлечение золота из углистых золотомышьяковых концентратов. Выщелачивание самородного золота.

3.2. Микробиологическая переработка минерального сырья. Обогащение руд. Микробиологический способ обезжелезивания минерального сырья. Биогеотехнология обессеривания углей. Биогеотехнология и борьба с метаном в угольных шахтах. Биогеотехнология и повышение отдачи нефтеотдачи пластов. Обогащение руд и концентратов. Применение сульфатредуцирующих бактерий в процессах флотации окисленных минералов.

3.3. Биосорбция металлов из растворов. Микробиологическое извлечение металлов из растворов и сточных вод. Новые направления в биогидрометаллургии: биосорбция (извлечение из разбавленных растворов свинца, ртути, меди, никеля, хрома, урана, золота, серебра, платины, селена), осаждение металлов в виде сульфидов или цианидов (извлечение меди), восстановление Cr^{6+} в бытовых сточных водах. Типы взаимодействий между металлами и микробной клеткой.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,8	5,85
Вид итогового контроля:	Зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Пищевая биотехнология»

1 Цель дисциплины. Пищевая биотехнология - перспективное направление науки. Сейчас пищевая промышленность превратилась в мощную отрасль народного хозяйства. Использование классических и внедрение новых технологий производства пищи, внедрение в строй современных производств по выработке новых продуктов питания, вкусовых добавок диктует необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов в этой области.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения: *ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3.*

Знать:

основные принципы организации биотехнологического производства пищевых продуктов, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальную схему биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства; основы пищевой биотехнологии, основные её объекты и методы работы с ними; биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта пищевого назначения; закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; методы культивирования на различных питательных средах, содержащих компоненты растительного или животного происхождения;

Уметь:

осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях; проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства,

Владеть:

методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред; методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Современное состояние пищевой биотехнологии.

Раздел 1. Биотехнологическое производство веществ и соединений, используемых в пищевой промышленности. Пищевые кислоты (лимонная, молочная, уксусная). Аминокислоты. Липиды. Витамины. Ферментные препараты. Биомасса микроорганизмов как источник белка. Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности. Хлебопекарные дрожжи и их экспертиза. Пищевые добавки, получаемые биотехнологическим путем (подкислители, усилители вкуса, ароматизаторы, красители, загустители и др.).

Раздел 2. Пищевая биотехнология продуктов из сырья животного и растительного происхождения. Молочные продукты и их классификация в зависимости от используемых заквасок. Процессы, протекающие при ферментации молока. Микроорганизмы, входящие в состав заквасок. Функциональная роль бактерий. Биопродукты. Биотехнологические процессы в производстве мясных и рыбных продуктов. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Бродильные производства. Пивоварение. Особенности производства различных спиртосодержащих продуктов. Хлебопечение. Производство фруктовых соков. Микромицеты в производстве продуктов растительного происхождения.

Раздел 3. Новые формы белковой пищи. Белок как сырье для производства новых форм пищи. Основные критерии качества пищевого белка. Функциональные свойства белка (растворимость и гелеобразующие свойства). Получение пищевого белка. Антипитательные компоненты белкового сырья. Выбор рациональной технологии выделения белка. Белки бобов сои, белковые изоляты из шрота семян подсолнечника. Грибы как источник белка. Основные процессы переработки белка в новые формы пищи. Ресурсосберегающие технологии комплексной переработки листостебельной биомассы сеяных трав и других видов растительного сырья. Принципы конструирования пищевых продуктов с заданными качественными характеристиками. Комбинированные пищевые продукты. Международные стандарты и современные направления развития управления качеством. Вопросы биологической безопасности, контроля качества, стандартизации и сертификации продовольственного сырья.

4 Объём учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объём дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Медицинская биотехнология»

1 Цель дисциплины - дать студенту целостные представления о современном состоянии и перспективах развития медицинской биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека для использования в здравоохранении и на биофармацевтических производствах. При этом предполагается, что студенты имеют фундаментальную подготовку по теоретическим разделам химии, биохимии, общей биологии и микробиологии, основным процессам и аппаратам химической и биохимической технологии, основам биотехнологии.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

Знать:

- определение и основные задачи медицинской биотехнологии;
- отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий.
- особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах;
- требования к биологическим лекарственным средствам и технологии получения;

Уметь:

- использовать природные механизмы изменчивости для направленной селекции и искусственного отбора биообъектов;
- использовать иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний;
- использовать биосенсоры и биотесты.

Владеть:

- теоретическими основами методов клеточной и генной инженерии;
- современными знаниями в области фармацевтической биотехнологии;
- основами процессов биосинтеза, выделения и получения готовых форм биологических лекарственных средств.

3 Краткое содержание дисциплины

Введение. Введение в медицинскую биотехнологию. Определение медицинской биотехнологии. Отличие медицинских биотехнологий от медицинских технологий. Перспективы биотехнологии в медицине.

Модуль 1. Общие принципы работы биообъектов в медицинских биотехнологиях.

1.1. Основные задачи медицинской биотехнологии. Сбор и получение информации: диагностикумы, биосенсоры, использование биотехнологических решений и приемов для получения информации; профилактика заболеваний; получение собственно лекарственных средств (технологии получения инсулина, витамина С, витамина В₂, резерпина, биожееньшена). Понятие о биообъекте. Классификация биообъектов. Биообъекты в фармации, гигиене и санитарии.

1.2. Особенности функционирования биообъектов в биотехнологических системах. Биотехнологические процессы, с начала и до конца обеспечиваемые биообъектом (на примере технологий получения витамина В₁₂, рибофлавина). Требования к продукции и технологические схемы получения антибиотиков. Использование биотехнологического процесса на одном из этапов получения лекарственного средства (биотрансформация - на примере технологии получения витамина С).

1.3. Применение методов генетической и клеточной инженерии в медицинской биотехнологии. Подходы к совершенствованию биообъектов. Методы генной и клеточной инженерии. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных белков (эритропоэтины, филграстимы, инсулин, интерфероны). Генотерапевтические лекарственные препараты.

1.4. Иммобилизованные биообъекты в медицинских биотехнологиях. Способы иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях (адсорбция, ковалентное связывание, метод поперечных сшивок, инкапсулирование, иммобилизация путем включения в полимерную

структуру). Липосомы, наносферы, микросферы, таласферы. Аффинная хроматография. Использование иммобилизованных биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике различных заболеваний.

Модуль 2. Понятие об иммунологии.

2.1. Система иммунного гомеостаза. Понятие об антигенах и антителах. Структура антител. Классификация антител. Естественный и искусственный иммунитет. Понятие о реакциях γ -глобулина. Технология получения противокорревого препарата серологической специфичности (реакции агглютинации и преципитации).

2.2. Введение в современную иммунобиотехнологию. Клеточная инженерия. Гибридная технология получения моноклональных антител. Иммуносенсоры. ДНК- или РНК-пробы. Требования к продукции и технологические схемы получения рекомбинантных моноклональных антител

2.3. Современные препараты для иммунизации. Современная классификация вакцин. Общие требования к вакцинам. Микробные живые вакцины (вакцина Кальмета и Герена (BCG), вакцина против туляремии, противочумная вакцина). Вирусные живые вакцины: вакцина против оспы (Дженера), вакцина против вируса полиомиелита, вакцина против желтой лихорадки (Тейлора). Технологии получения живых вакцин. Инактивированные вакцины: брюшнотифозная вакцина (вакцина Венсена и вакцина Кале), вакцины против коклюша, холеры, дизентерии. Инактивированные противовирусные вакцины. Технология получения инактивированных вакцин. Вакцины на основе белков (рекомбинантные) и полисахаридов (вакцина против гепатита В, вакцина против папилломавируса). Технология получения рекомбинантных вакцин. НК и векторные вакцины. Анатоксины. Технология получения анатоксинов. Сывороточные препараты.

Модуль 3. Препараты на основе живых культур микроорганизмов. Понятие о микробных сообществах человека, виды экологических отношений между микроорганизмами и организмом человека. Роль микробного сообщества кишечника человека в функционировании организма. Требования к продукции и технологические схемы получения пробиотиков. Требования к штаммам, используемым для производства препаратов на основе живых культур микроорганизмов.

Модуль 4. Санитарная и профилактическая биотехнология. Использование биосенсоров и диагностических систем для контроля за воздухом и санитарным состоянием водных стоков. Основные санитарные показатели для оценки уровня загрязнения окружающей среды. Использование биотестов (морские светящиеся бактерии, простейшие тетрахимены, дафнии) для оценки влияния отходов на сапрофитную микрофлору и чистоты водных стоков. Роль биотехнологии в санитарии и профилактике различных заболеваний.

4 Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,78	64	48
Лекции	0,89	32	24
Практические занятия (ПЗ)	0,89	32	24
Самостоятельная работа	0,22	8,0	6
Контактная самостоятельная работа	0,22	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		7,6	5,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

5.4 Практика

Аннотация рабочей программы Учебной практики: ознакомительной практики

1 Цель учебной практики: ознакомительной практики состоит в закреплении и

углублении теоретической подготовки; приобретении обучающимся практических навыков и компетенций; приобретении обучающимся опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

2 В результате прохождения учебной практики: ознакомительной практики обучающийся по программе бакалавриата должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-3.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.13; ОПК-4.14; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-5.7; ОПК-5.8; ОПК-5.9; ОПК-5.10; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3; ОПК-6.4; ОПК-6.5; ОПК-6.6; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3; ОПК-7.4; ОПК-7.5; ОПК-7.6; ОПК-7.7; ОПК-7.8

Знать:

приемы работы со специальной литературой и другой научно-технической информацией, важнейшие достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;

Уметь:

осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); проведение научных исследований и выполнения технических разработок.

Владеть:

навыками проведения стендовых и промышленных испытаний опытных образцов биотехнологической продукции; навыками составления отчета по теме, разделу, заданию, этапу.

3 Краткое содержание учебной практики: ознакомительной практики

Раздел 1. Методы работы научно-технической литературой с целью сбора информации по теме исследования. Работа с современными поисковыми Интернет-ресурсами по теме исследования. Патентный поиск.

Раздел 2. Методы исследования и проведения экспериментальных работ в соответствии с выполняемыми задачами исследования. Методы анализа и обработки экспериментальных данных. Основы моделирования изучаемых процессов и явлений. Информационные технологии в научных исследованиях.

Раздел 3. Порядок оформления научно-технической документации. Подготовка отчета о прохождении учебной практики. Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

4 Объём учебной практики: ознакомительной практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	3	108	81
Самостоятельная работа	3,0	108	81
в том числе в форме практической подготовки:	3,0	108	81
Контактная самостоятельная работа	3,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		107,6	80,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы Производственной практики: технологической практики

1 Цель практики – получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики, углубление теоретической подготовки; приобретение практических навыков и компетенций.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-2.3; УК-2.4; УК-2.6; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.6; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

Знать:

- методы идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации, получения новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;
- методы создания композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;
- этапы проведения валидации технологических процессов и аналитических методик;

Уметь:

- разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;
- проводить экспериментальные исследования биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;

Владеть:

- теоретическими знаниями по биохимии, теоретическими основами биотехнологии, знаниями конструктивных особенностей и методами расчета основного оборудования химической и биотехнологической промышленности.

3 Краткое содержание практики

Раздел 1. Посещение предприятий по производству биотехнологической продукции.

Сбор и анализ информации, самостоятельная работа, разработка предложений по оптимизации «узких мест» технологических процессов. Технологические схемы, рабочие чертежи, ТЭО в соответствии с основными сведениями о правилах организации производства (GMP и отечественный стандарт РД 64-125-91). Основные базы данных и программные оболочки для организации производственного процесса, контроль и автоматизация ферментационных процессов. Контроль производства согласно требованиям, предъявляемым к качеству готовой продукции (соответствие производства требованиям НТД: ГОСТ, ОСТ, GMP)

Раздел 2. Выполнение на предприятии индивидуального задания.

Биофармацевтические предприятия (производство рекомбинантных продуктов, вакцин, антибиотиков, пробиотических лекарственных средств и т.п.). Предприятия, осуществляющие производство изделий медицинского назначения (диагностикумов). Предприятия пищевой промышленности (производство кисломолочной продукции, хлебопекарских дрожжей, пива, вина, спирта и т.п.). Предприятия, производящие продукты микробного синтеза (органические кислоты, витамины и т.п.). Предприятия, осуществляющие глубокую переработку растительного или животного сырья (производство растительных белковых изолятов и концентратов, БАВ, ферментов животного происхождения, биотоплива и т.п.). Предприятия, производящие кормовые добавки и корма на основе микробного белка. Станции водоочистки (стадии аэробной и анаэробной очистки сточных вод).

Раздел 3. Подготовка и сдача отчета по практике.

Сведения по истории предприятия. Характеристика и назначение получаемой продукции. Характеристика сырья и материалов. Аппаратурная и технологическая схема. Описание технологического процесса. Нормы технологического режима. Методы контроля производства. Контроль качества конечного продукта. Техничко-экономические показатели производства. Перспективы развития производства.

4 Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	3	108	81
Самостоятельная работа	3,0	108	81
в том числе в форме практической подготовки:	3,0	108	81
Контактная самостоятельная работа	3,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		107,6	80,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы Производственной практики: научно-исследовательской работы

1 Цель практики – формирование необходимых компетенций для осуществления научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** в области биотехнологии, биохимии, микробиологии, геной инженерии посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-6.1; ПК-6.2

Знать:

- содержание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

Уметь:

- планировать и проводить экспериментальные исследования по биотехнологии;
- систематизировать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлять отчет по выполненному заданию;

Владеть:

- навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования эффективных технологических процессов и установок по производству биологически активных веществ, получению генно-инженерных штаммов, культивированию микроорганизмов.

Подготовить и представить к защите научно-исследовательскую работу (НИР), выполненную на современном уровне развития науки и техники и соответствующую выбранному направлению подготовки и программе обучения. В представленной к защите НИР должны получить развитие знания и навыки, полученные обучающимся при освоении программы бакалавриата, в том числе при изучении специальных дисциплин. Представленная к защите НИР должна содержать основные теоретические положения, экспериментальные результаты, практические достижения и выводы из работы.

3 Краткое содержание практики

Раздел 1. Выполнение и представление результатов научных исследований

1.1. Выполнение научных исследований.

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета.

1.2. Подготовка литературного обзора по теме. Составление аналитического обзора по теме исследования. Поиск и анализ научно-технической литературы и патентной. документации.

Раздел 2. Представление научных исследований

2.1. Подготовка научного доклада и презентации. Методология подготовки научной работы к публичной защите

4 Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	2,67	96	72

в том числе в форме практической подготовки:	2,67	96	72
Практические занятия:	2,67	96	72
в том числе в форме практической подготовки:	2,67	96	72
Самостоятельная работа	4,33	156	117
в том числе в форме практической подготовки:	4,33	156	117
Контактная самостоятельная работа	4,33	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		155,6	116,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

Аннотация рабочей программы Производственной практики: преддипломной практики

1 Цель практики – выполнение выпускной квалификационной работы.

2 В результате прохождения практики обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-6.1; ПК-6.2.

Знать:

- биохимию и физиологию микроорганизмов и других биологических объектов;
- прикладную молекулярную биологию, генетическую и клеточную инженерию;
- основы конструирования новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ;
- научные основы новейших биотехнологий, основанных на применении популяций микробных, животных и растительных клеток, полученных селекционными и генетическими методами;
- строение и функции основных классов биологически активных соединений; технологии важнейших белков;
- основы синтеза основных классов биологически активных веществ и их физико-химические характеристики;
- закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;
- теоретические основы решения экологических проблем с позиций современной биотехнологии;
- принципы конструирования биологически активных веществ с заданными свойствами;
- теоретические основы создания производственных процессов получения биологически активных веществ;

Уметь:

- определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток;
- проводить синтез, физико-химическое исследование и анализ биологически активных веществ;
- осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса;
- планировать и проводить научные исследования;

Владеть:

- методами селекции, модификации и конструирования живых систем и их компонентов как объектов деятельности биотехнологии;
- методами биосинтеза, выделения и идентификации и анализа продуктов биосинтеза и биотрансформации;
- приемами и методами безопасной работы с соединениями, обладающими физиологической активностью и культурами биологических агентов.

3 Краткое содержание практики

Раздел 1. Научно-исследовательский этап.

Выбор темы научно-исследовательской работы. Анализ имеющихся данных по результатам теоретического и экспериментального исследования в рамках поставленных для отдельных этапов обучения задач по теме выпускной квалификационной работы.

Выполнение экспериментальной части выпускной квалификационной работы. Участие в научно-исследовательской работе кафедры (работа научно-методических семинаров кафедры, научно-практические конференции университета, межрегиональные и международные конференции). Сбор и систематизация фактического и литературного материала.

Раздел 2. Обработка и анализ полученной информации. Обработка и систематизация результатов исследований. Посещение консультаций научного руководителя по теме научного исследования. Подготовка и представление отчета о практике.

4 Объем практики

Вид учебной работы	Объем практики		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость практики	9	324	243
в том числе в форме практической подготовки:	9,0	324	243
Самостоятельная работа	9,0	324	243
в том числе в форме практической подготовки:	9,0	324	243
Контактная самостоятельная работа	9,0	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов практики		323,6	242,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

5.5 Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

1 Цель государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы – выявление уровня теоретической и практической подготовленности выпускника вуза к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**.

2 В результате прохождения государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы у студента проверяется сформированность следующих компетенций, а также следующих знаний, умений и навыков, позволяющих оценить степень готовности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями:

УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-2.6; УК-2.7; УК-2.8; УК-2.9; УК-2.10; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.7; УК-4.8; УК-4.9; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-5.4; УК-5.5; УК-5.6; УК-5.7; УК-5.8; УК-5.9; УК-5.10; УК-5.11; УК-5.12; УК-5.13; УК-5.14; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5; УК-6.6; УК-7.1; УК-7.2; УК-7.3; УК-7.4; УК-8.1; УК-8.2; УК-8.3; УК-8.4; УК-8.5; УК-8.6; УК-8.7; УК-8.8; УК-8.9; УК-9.1; УК-9.2; УК-9.3; УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6; ОПК-2.7; ОПК-3.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-4.7; ОПК-4.8; ОПК-4.9; ОПК-4.10; ОПК-4.11; ОПК-4.12; ОПК-4.13; ОПК-4.14; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-5.4; ОПК-5.5; ОПК-5.6; ОПК-5.7; ОПК-5.8; ОПК-5.9; ОПК-5.10; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3; ОПК-6.4; ОПК-6.5; ОПК-6.6; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3; ОПК-7.4; ОПК-7.5; ОПК-7.6; ОПК-7.7; ОПК-7.8; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-6.1; ПК-6.2

Знать:

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области биотехнологии;

- статистические методы обработки экспериментальных результатов;
- современные методы биотехнологических исследований;

Уметь:

- применять знания, полученные при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин для решения фундаментальных и прикладных задач в области биотехнологии, - формулировать цели и задачи научного исследования;

- проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;

- представлять полученные результаты научного исследования в виде научного доклада и презентаций;

Владеть:

- навыками планирования и проведения научных исследований в области биотехнологии;

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами.

3 Краткое содержание государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проходит в 8-м семестре на базе знаний, умений и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин направления **19.03.01 Биотехнология** и прохождения практик.

Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проводится государственной экзаменационной комиссией.

Контроль уровня сформированности компетенций обучающихся, приобретенных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) и присвоения квалификации «бакалавр».

4 Объем государственной итоговой аттестации: подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы

Программа относится к обязательной части учебного плана, к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» и рассчитана на сосредоточенное прохождение в 8 семестре (4 курс) обучения в объеме 216 ч (6 ЗЕТ). Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области биохимии, микробиологии и общей биотехнологии.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость ГИА по учебному плану	6,0	216
Контактная работа (КР):	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	216
Контактная работа – итоговая аттестация	6,0	0,67
Выполнение, написание и оформление ВКР		215,33
Вид контроля:	защита ВКР	

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость ГИА по учебному плану	6,0	162
Контактная работа (КР):	-	-
Самостоятельная работа (СР):	6,0	162
Контактная работа – итоговая аттестация	6,0	0,5
Выполнение, написание и оформление ВКР		161,5
Вид контроля:	защита ВКР	

5.6 Факультативы

Аннотация рабочей программы дисциплины «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях»

1 Цель дисциплины -- подготовить студента к осмысленным практическим действиям по обеспечению своей безопасности и защиты в условиях возникновения чрезвычайной ситуации природного, техногенного и военного характера.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-8.2, УК-8.5, УК-8.7.

Знать:

- характеристики природных бедствий, техногенных аварий и катастроф на радиационно, химически и биологически опасных объектах, поражающие факторы других опасностей;
- основы воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций на человека и природную среду, допустимые предельные критерии негативного воздействия;
- меры безопасного поведения при пребывании в районах (зонах) пожаров, радиоактивного, химического и биологического загрязнения;
- способы и средства защиты человека от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера.

Уметь:

- использовать средства защиты органов дыхания и кожи, медицинские для самозащиты и оказания помощи другим людям;
- применять первичные средства пожаротушения для локализации и тушения пожара, возникшего в аудитории (лаборатории);
- оказывать себе и другим пострадавшим медицинскую помощь с использованием табельных и подручных медицинских средств.

Владеть:

- приёмами проведения частичной санитарной обработки при выходе из района (зоны) радиоактивного, химического и биологического загрязнения (заражения);
- способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях.

3 Краткое содержание дисциплины.

Раздел 1. Опасности природного характера

Стихийные бедствия, явления природы разрушительной силы - землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержение вулканов, обвалы, засухи, ураганы, бури, пожары.

Раздел 2. Опасности техногенного характера

Аварии и катастрофы на радиационно опасном объекте, химически опасном объекте, биологически опасном объекте; на транспорте (железнодорожном, автомобильном, речном, авиационном); на гидросооружениях; на коммунальных системах жизнеобеспечения.

Раздел 3. Опасности военного характера

Применение оружия массового поражения (ядерного, химического, биологического), обычных средств с зажигательным наполнением, новых видов оружия. Зоны заражения от средств поражения и их воздействие на население и окружающую природную среду.

Раздел 4. Пожарная безопасность

Пожарная опасность. Пожарная охрана. Классификация пожаров в зданиях и помещениях. Стадии развития пожаров. Локализация и тушение пожаров. Первичные средства пожаротушения (огнетушители ОП -8, ОУ-2, ОВП-5, внутренний пожарный водопровод) и правила пользования ими. Автоматические системы пожаротушения – спринклерные и дренчерные. Огнетушащие вещества – вода, пены, негорючие газы и разбавители, порошковые составы, галогензамещенные углеводороды.

Раздел 5. Комплекс мероприятий гражданской защиты населения

Оповещение и информирование населения об опасности. Принятие населением сигналов оповещения («Внимание всем!», «Воздушная тревога», «Радиационная опасность», «Химическая

тревога», «Отбой опасности») и порядок действия по ним. Эвакуация населения из зоны опасности. Способы эвакуации. Экстренная эвакуация студентов из аудитории при возникновении пожара.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (ГП-7, ГП-9, Р-2, У-2К, РПА-1, РПГ-67М, РУ-60М, «Феникс», ГДЗК, ДПГ, ДПГ-3, ПЗУ-К, ИП-4М, ИП-5, ИП-6, КИП-8), кожи (Л-1, ОЗК) человека. Медицинские средства защиты.

Средства коллективной защиты населения. Назначение, защитные свойства убежищ. Противорадиационные укрытия (ПРУ, подземные пешеходные переходы, заглубленные станции метрополитена), простейшие укрытия (траншеи, окопы, перекрытые щели). Правила занятия убежища.

Раздел 6. Оказание первой помощи

Оказание первой помощи при ожогах, ранениях, заражениях. Проведение частичной санитарной обработки кожных покровов человека при выходе из зон радиоактивного, химического и биологического заражения (загрязнения), из зон пожаров.

Раздел 7. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации

Аварийно-спасательные работы. Экстренная эвакуация из аудитории (лаборатории) в условиях пожара, радиационного, химического, биологического загрязнения территории с использованием простейших средств защиты («Феникс», ГДЗК, противогаза ГП-7 с ДПГ-3).

4 Объем учебной дисциплины:

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч	Астр. ч
Общая трудоемкость дисциплины	1	36	27
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,44	16	12
Лекции	0,44	16	12
Самостоятельная работа	0,56	20	15
Контактная самостоятельная работа	0,56	0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8	14,85
Вид итогового контроля:	зачет		

Аннотация рабочей программы дисциплины «Перевод научно-технической литературы»

1 Цель дисциплины — приобретение обучающимися общей, коммуникативной и профессиональной компетенций, уровень которых на отдельных этапах языковой подготовки позволяет выполнять различные виды профессионально ориентированного перевода в производственной и научной деятельности.

2 В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Обладать следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-4.9

Знать:

- основные способы достижения эквивалентности в переводе;
- основные приемы перевода;
- языковую норму и основные функции языка как системы;
- достаточное для выполнения перевода количество лексических единиц, фразеологизмов, в том числе социальных терминов и лингвострановедческих реалий;

Уметь:

- применять основные приемы перевода;
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;

- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста;

Владеть:

- методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основами системы сокращенной переводческой записи при выполнении перевода;
- основной иноязычной терминологией специальности;
- основами реферирования и аннотирования литературы по специальности.

3 Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Основные лексические и стилистические закономерности перевода научно-технической литературы

1.1 Лексические закономерности научно-технического перевода. Смысловый анализ научно-технического текста и его сегментация. Стилистические особенности научно-технических текстов. Преодоление трудностей, связанных с расхождением синтаксических структур иностранного и русского технических текстов.

1.2 Сравнение порядка слов в английском и русском предложениях. Перевод слов, установление значения слова. Перевод свободных и фразеологических словосочетаний. Перевод заголовков текстов и статей

1.3 Сокращения. Особенности их перевода. Развитие навыков перевода на примере текстов по теме «Химическая лаборатория» «Измерения в химии».

1.4. Лексические трансформации при переводе текстов по тематике химии и химической технологии.

Раздел 2. Основные грамматические особенности перевода.

2.1. Особенности перевода предложений во времена Indefinite, Continuous., Perfect, Perfect Continuous на примере перевода текстов по тематике химической технологии Перевод придаточных предложений.

2.2. Методы и приемы перевода страдательного залога на примере перевода текстов по теме "Технологии будущего".

2.3. Типы условных предложений, правила и особенности их перевода. Практика перевода условных предложений на примерах текстов по различным разделам химии и химической технологии.

2.4. Модальные глаголы и особенности их перевода на примере перевода текстов «Технология», «Промышленное оборудование»

Раздел 3. Особенности перевода предложений с неличными формами глагола

3.1 Инфинитив (неопределенная форма глагола). Роль инфинитива в предложении и варианты перевода на русский язык. Причастия и герундий. Варианты перевода на русский язык.

3.2 Инфинитивные обороты. Оборот дополнение с инфинитивом. Оборот подлежащее с инфинитивом. Различные варианты перевода.

3.3 Перевод причастных оборотов. Абсолютный причастный оборот и варианты перевода. Развитие навыков перевода в сфере химии и химической технологии.

Раздел 4. Особенности реферативного перевода

4.1. Алгоритм предпереводческой работы с научно-техническим текстом по химико-технологической тематике.

4.2. Алгоритм составления реферата по химико-технологической тематике (аннотации)

4.3. Алгоритм работы по реферативному переводу по химико-технологической тематике.

4. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.

Общая трудоемкость дисциплины	4,0	144,0	2,0	72,0	2,0	72,0
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64,4	0,9	32,0	0,9	32,0
Практические занятия (ПЗ)	1,8	64,0	0,9	32,0	0,9	32,0
Самостоятельная работа	2,2	80,0	1,1	40,0	1,1	40,0
Контактная самостоятельная работа		0,4		0,2		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,2	79,6	1,1	39,8	1,1	39,8
Виды контроля:						
			Зачет		Зачет	

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			5 семестр		6 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	108	2	54,0	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	48,3	0,9	24	0,9	24
Практические занятия (ПЗ)	1,8	48	0,9	24	0,9	24
Самостоятельная работа	2,2	60,0	1,1	30,0	1,1	30,0
Контактная самостоятельная работа		0,3		0,15		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,2	59,7	1,1	29,85	1,1	29,85
Виды контроля:						
			Зачет		Зачет	

6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

6.1 Общесистемные требования к реализации ООП бакалавриата

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации ООП бакалавриата.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения ООП бакалавриата;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и

(или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

6.2 Требования к материально-техническому обеспечению

Материально-техническая база университета соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные учебные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет), помещения для проведения семинарских и практических занятий (оборудованные учебной мебелью), библиотеку (имеющую рабочие компьютерные места для обучающихся по программе бакалавриата, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет), лаборатории, оснащенные современным оборудованием для выполнения научно-исследовательской работы, компьютерные классы. При использовании электронных изданий университет обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с трудоемкостью изучаемых дисциплин.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Материально-техническое обеспечение ООП бакалавриата включает:

6.2.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя приборы и оборудование для проведения лабораторного практикума, научно-исследовательской работы и выполнения экспериментальной части выпускной квалификационной работы, а также технические средства обучения в специально оборудованных аудиториях и кабинетах, в том числе: весы технические и аналитические, роторные испарители, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, сушильные шкафы, ультразвуковые бани, вакуумные насосы, дистилляторы; оборудование для проведения биоорганического синтеза, проведения хроматографии, электрофореза, микробиологическое оборудование для работы с микроорганизмами (термостатируемые шейкеры, автоклавы, ламинарные шкафы, центрифуги, термостатируемые шкафы, микроскоп), спектрофотометры, компьютеры, сканеры, масс-спектрометры, поляриметры, спектрофлуориметры, секвенаторы.

6.2.2 Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лекционным курсам и раздаточный материал, презентации по разделам курса.

6.2.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; локальная сеть с выходом в Интернет.

6.2.4 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции биотехнологии; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин;

электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, *в том числе отечественного производства* (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) *и подлежит обновлению при необходимости*).

При использовании в образовательном процессе печатных изданий, в университете сформирован библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), *в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий*, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для реализации основной образовательной программы подготовки бакалавров используются фонды учебной, учебно-методической, научной, периодической научно-технической литературы Информационно-библиотечного центра (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева и кафедр, участвующих в реализации программы.

Информационно-библиотечный центр РХТУ им. Д. И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку реализации программы, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для реализации и качественного освоения обучающимися по программе бакалавриата образовательного процесса по всем дисциплинам, практикам и ГИА основной образовательной программы подготовки бакалавров.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ составляет 1 719 785 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу обучающихся в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2020 № 33.03-Р-3.1-2173/2020 Сумма договора – 747 661-28 С 26.09.2020 по 25.09.2021 Договор от 26.09.2021 №33.03-Р-3.1-3824/2021 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика»-Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания в соответствии с Договором.
		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3824/2021 Сумма договора – 498445-10 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ», «Информатика» - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Экономика и менеджмент» - изд-ва Дашков и К., а также отдельные издания из коллекций других издательств в соответствии с Договором.

		Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «Издательство «Лань» Договор от 26.09.2021 № 33.03-Р-3.1-3825/2021 Сумма договора – 283744-98 С 26.09.2021 по 25.09.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	«Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Инженерно-технические науки» - изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» - изд-ва «ЛАНЬ», «Физика» - изд-ва «ЛАНЬ», а также отдельные издания из других коллекций издательства «ЛАНЬ» в соответствии с Договором.
2	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделее ва (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационн о-справочная система «ТЕХЭКСПЕР Т» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ-Центр» Контракт от 24.12.2021 216-277ЭА/2021 Сумма договора – 887 604-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 10 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД РГБ)	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ФГБУ РГБ Договор от 23.04.2021 № 33.03-Р-2.0-23269/2021 Сумма договора – 398 840-00 С 23.04.2021 по 22.04.2022	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: «Экономические науки», «Юридические науки», «Педагогические науки» и «Психологические науки»; с 2004 года - по всем

		Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора- ВИНТИ РАН Договор от 20.04.2022 № 33.03-Р-3.1-4426/2022 Сумма договора - 100 000-00 С 20.04.2022 по 19.04.2023 Ссылка на сайт – http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД – более 28 млн. документов
6	Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО Научная электронная библиотека, Договор от 24.12.2021 № SU-364/2021/33.03-Р-3.1-4085/2021 Сумма договора – 1 309 275-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте НЭБ.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов.

7	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность – сторонняя Контракт от 27.12.2021 № 215-274ЭА/2021 Сумма контракта 680 580-00 С 01.01.2022 по 31.12.2022 Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по IP-адресам неограничен	Гарант – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»	Принадлежность – сторонняя «Электронное издательство ЮРАЙТ» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Л-3.1-4377/2022 Сумма договора – 478 304.00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – https://biblio-online.ru/ Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	Принадлежность – сторонняя ООО «Политехресурс» Договор от 16.03.2022 № 33.03-Р-3.1-4375/2022 Сумма договора – 258 488 - 00 С 16.03.2022 по 15.03.2023 Ссылка на сайт – http://www.studentlibrary.ru Количество ключей – доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера. Удаленный доступ после персональной регистрации на сайте ЭБС.	Комплект изданий, входящих в базу данных «Электронная библиотека технического ВУЗа».

10	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	Принадлежность – сторонняя ООО «ЗНАНИУМ», Договор от 06.04.2022 № 48 эбс/33.03-Р-3.1-4378/2022 Сумма договора – 31 500-00 С 06.04.2022 по 05.04.2023 Ссылка на сайт – https://znanium.com/ Количество ключей - доступ для зарегистрированных пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция изданий учебников и учебных пособий по различным отраслям знаний для всех уровней профессионального образования.
11	Информационно-аналитическая система Science Index	Принадлежность – сторонняя ООО «Научная электронная библиотека» Договор от 11.04.2022 № 33.03-Л-3.1-4376/2022 Сумма договора – 108 000-00 С 11.04.2022 по 10.04.2023 Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – локальный доступ для сотрудников ИБЦ.	Систематизация, корректировка профилей ученых РХТУ и университета в целом. Анализ публикационной активности сотрудников университета.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>

Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.

2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>

В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.

3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>

База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.

4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>

Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.

5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>

Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.

6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>

Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.

7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>

ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).

8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>

PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. По настоящее время.

10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>

Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.

11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС)

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:

- Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
- Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
- Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
- Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

6.3 Требования к кадровым условиям реализации ООП бакалавриата

Реализация ООП бакалавриата обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации ООП бакалавриата на иных условиях.

Квалификация педагогических работников университета соответствует квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках и (или) профессиональных стандартах.

Не менее 70 процентов численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП

бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Не менее 5 процентов численности педагогических работников университета, участвующих в реализации ООП бакалавриата, и лиц, привлекаемых университетом к реализации ООП бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Не менее 60 процентов численности педагогических работников университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное в иностранном государстве и признаваемое в Российской Федерации).

6.4 Требования к финансовым условиям реализации ООП бакалавриата

Финансовое обеспечение реализации ООП бакалавриата осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

6.5 Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся ООП бакалавриата определяется в рамках системы внутренней оценки, а также системы внешней оценки, в которой университет принимает участие на добровольной основе.

В целях совершенствования ООП бакалавриата при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата привлекает работодателей и (или) их объединения, иных юридических и (или) физических лиц, включая педагогических работников университета.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по ООП бакалавриата обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, организации и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе бакалавриата в рамках процедуры государственной аккредитации осуществляется с целью подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе бакалавриата требованиям ФГОС ВО.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по ООП бакалавриата может осуществляться в рамках профессионально-общественной аккредитации, проводимой работодателями, их объединениями, а также уполномоченными ими организациями, в том числе иностранными организациями, либо авторизованными национальными профессионально-общественными организациями, входящими в международные структуры, с целью признания качества и уровня подготовки выпускников отвечающими требованиям профессиональных стандартов (при наличии) и (или) требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

7 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию и ГИА обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и ГИА обучающихся по ООП бакалавриата осуществляется в соответствии с ФГОС ВО 3++ и локальными нормативными актами университета.

Текущий контроль, промежуточная аттестация и аттестационные испытания итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускников ООП бакалавриата

Текущий контроль и промежуточная аттестация по всем видам учебной деятельности обучающихся осуществляется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД.

Текущий контроль успеваемости обучающихся обеспечивает оценку уровня освоения дисциплин, прохождения практик, выполнения ВКР и проводится преподавателем на любом из видов учебных занятий. **Обязательной составляющей текущего контроля успеваемости является учет преподавателями посещаемости учебных занятий обучающимися.** По результатам текущего контроля успеваемости три раза в семестр для всех курсов по всем дисциплинам проводится аттестация обучающихся.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзаменов, зачетов с оценкой и зачетов для всех курсов по дисциплинам и практикам, предусмотренным учебным планом. Результаты сдачи зачетов оцениваются на «зачтено», «не зачтено»; зачетов с оценкой и экзаменов – на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

При освоении настоящей ООП бакалавриата изучение части дисциплин может быть заменено на онлайн-курсы, при условии, что в результате освоения онлайн-курса формируются те же компетенции (части компетенций), что и в рамках указанных дисциплин. Онлайн-курс должен быть выбран и реализован в соответствии с Положением о зачете результатов освоения открытых онлайн-курсов, реализуемых образовательными организациями, в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

ГИА осуществляется в соответствии с требованиями Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А; Положения о выпускной квалификационной работе для обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятого решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенного в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

К ГИА допускаются обучающиеся, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план по ООП бакалавриата в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология**. Для проведения ГИА в университете ежегодно формируются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Темы ВКР отражают актуальные проблемы, связанные с направлением подготовки **19.03.01 Биотехнология**. Университет утверждает перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), и доводит его до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

Тема ВКР персонально для каждого обучающегося утверждается приказом проректора по университету перед началом выполнения выпускной квалификационной работы. Данным приказом

утверждается также руководитель ВКР. Перед началом выполнения ВКР обучающийся совместно с руководителем составляет индивидуальный план подготовки и выполнения ВКР, предусматривающий очередность и сроки выполнения отдельных частей работы. Текст пояснительной записки ВКР проверяется на наличие неправомерных заимствований. Проверка осуществляется в соответствии с Положением о порядке проверки выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных научно-квалификационных работ (диссертаций) на объем заимствования и их размещения в электронно-библиотечной системе РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А.

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием не менее двух третей ее состава. График защиты ВКР составляется по согласованию с обучающимися и доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за 30 дней до начала работы ГЭК. Результаты работы ГЭК определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний комиссий. По окончании работы председатель ГЭК составляет отчет о проделанной работе.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

8 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН, ПРАКТИК И ГИА

Рабочие программы дисциплин, практик и ГИА:

1. «Иностранный язык» (Б1.О.01);
2. «История (история России, всеобщая история)» (Б1.О.02);
3. «Правоведение» (Б1.О.03);
4. «Математика» (Б1.О.04);
5. «Философия» (Б1.О.05);
6. «Основы экономики и управления производством» (Б1.О.06);
7. «Социально-психологические основы развития личности» (Б1.О.07);
8. «Общая и неорганическая химия» (Б1.О.08);
9. «Органическая химия» (Б1.О.09);
10. «Аналитическая химия» (Б1.О.10);
11. «Физическая химия» (Б1.О.11);
12. «Коллоидная химия» (Б1.О.12);
13. «Физика» (Б1.О.13);
14. «Экология» (Б1.О.14);
15. «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.О.15);
16. «Инженерная и компьютерная графика» (Б1.О.16);
17. «Прикладная механика» (Б1.О.17);
18. «Общая химическая технология» (Б1.О.18);
19. «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.О.19);
20. «Системы управления химико-технологическими процессами» (Б1.О.20);
21. «Моделирование химико-технологических процессов в биотехнологии» (Б1.О.21);
22. «Физическая культура и спорт» (Б1.О.22);
23. «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (Б1.О.23);
24. «Основы информационных технологий» (Б1.О.24.01);
25. «Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности» (Б1.О.24.02);
26. «Материаловедение в биотехнологии» (Б1.В.01);
27. «Лабораторный практикум по органической химии» (Б1.В.02);
28. «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.В.03);
29. «Инструментальные методы анализа в биотехнологии» (Б1.В.04);

30. «Основы биохимии и молекулярной биологии» (Б1.В.05);
31. «Общая микробиология» (Б1.В.06);
32. «Химия биологически активных веществ» (Б1.В.07);
33. «Общая биотехнология» (Б1.В.08);
34. «Прикладная молекулярная биология» (Б1.В.09);
35. «Биофизическая химия» (Б1.В.10);
36. «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» (Б1.В.11);
37. «Теоретические основы биотехнологии» (Б1.В.12);
38. «Основы биокинетики» (Б1.В.13);
39. «Методы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.01);
40. «Основы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.02);
41. «Биотехнология биополимеров» (Б1.В.ДВ.02.01);
42. «Биогеотехнология» (Б1.В.ДВ.02.02);
43. «Пищевая биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.01);
44. «Медицинская биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.02);
45. «Учебная практика: ознакомительная практика» (Б2.О.01(У));
46. «Производственная практика: технологическая практика» (Б2.В.01(П));
47. «Производственная практика: научно-исследовательская работа» (Б2.В.02(Н));
48. «Производственная практика: преддипломная практика» (Б2.В.03(Пд));
49. «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» (Б3.01);
50. «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.01);
51. «Перевод научно-технической литературы» (ФТД.02).

входящих в ООП по направлению подготовки **«19.03.01 Биотехнология»**, профиль **«Биотехнология»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

9 ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ГИА ОБУЧАЮЩИХСЯ ООП БАКАЛАВРИАТА

В соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки **19.03.01 Биотехнология** для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям ООП бакалавриата разработаны ФОС по каждой дисциплине, практике, ГИА, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты, ситуационные задания, кейс-задачи, вопросы к зачетам и экзаменам, средства и методы оценки, позволяющие оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций.

ФОС по дисциплинам, практикам, ГИА разрабатываются в соответствии с Порядком разработки и утверждения образовательных программ, утвержденным решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенным в действие приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48ОД.

ФОС по дисциплинам, практикам и ГИА:

1. «Иностранный язык» (Б1.О.01);
2. «История (история России, всеобщая история)» (Б1.О.02);
3. «Правоведение» (Б1.О.03);
4. «Математика» (Б1.О.04);
5. «Философия» (Б1.О.05);
6. «Основы экономики и управления производством» (Б1.О.06);
7. «Социально-психологические основы развития личности» (Б1.О.07);
8. «Общая и неорганическая химия» (Б1.О.08);
9. «Органическая химия» (Б1.О.09);
10. «Аналитическая химия» (Б1.О.10);
11. «Физическая химия» (Б1.О.11);

12. «Коллоидная химия» (Б1.О.12);
13. «Физика» (Б1.О.13);
14. «Экология» (Б1.О.14);
15. «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.О.15);
16. «Инженерная и компьютерная графика» (Б1.О.16);
17. «Прикладная механика» (Б1.О.17);
18. «Общая химическая технология» (Б1.О.18);
19. «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.О.19);
20. «Системы управления химико-технологическими процессами» (Б1.О.20);
21. «Моделирование химико-технологических процессов в биотехнологии» (Б1.О.21);
22. «Физическая культура и спорт» (Б1.О.22);
23. «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (Б1.О.23);
24. «Основы информационных технологий» (Б1.О.24.01);
25. «Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности» (Б1.О.24.02);
26. «Материаловедение в биотехнологии» (Б1.В.01);
27. «Лабораторный практикум по органической химии» (Б1.В.02);
28. «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.В.03);
29. «Инструментальные методы анализа в биотехнологии» (Б1.В.04);
30. «Основы биохимии и молекулярной биологии» (Б1.В.05);
31. «Общая микробиология» (Б1.В.06);
32. «Химия биологически активных веществ» (Б1.В.07);
33. «Общая биотехнология» (Б1.В.08);
34. «Прикладная молекулярная биология» (Б1.В.09);
35. «Биофизическая химия» (Б1.В.10);
36. «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» (Б1.В.11);
37. «Теоретические основы биотехнологии» (Б1.В.12);
38. «Основы биокинетики» (Б1.В.13);
39. «Методы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.01);
40. «Основы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.02);
41. «Биотехнология биополимеров» (Б1.В.ДВ.02.01);
42. «Биогеотехнология» (Б1.В.ДВ.02.02);
43. «Пищевая биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.01);
44. «Медицинская биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.02);
45. «Учебная практика: ознакомительная практика» (Б2.О.01(У));
46. «Производственная практика: технологическая практика» (Б2.В.01(П));
47. «Производственная практика: научно-исследовательская работа» (Б2.В.02(Н));
48. «Производственная практика: преддипломная практика» (Б2.В.03(Пд));
49. «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» (Б3.01);
50. «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.01);
51. «Перевод научно-технической литературы» (ФТД.02).

входящих в ООП по направлению подготовки «**19.03.01 Биотехнология**», профиль «**Биотехнология**», выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ПРАКТИКАМ И ГИА

Методические материалы по дисциплинам, практикам и ГИА:

1. «Иностранный язык» (Б1.О.01);
2. «История (история России, всеобщая история)» (Б1.О.02);
3. «Правоведение» (Б1.О.03);
4. «Математика» (Б1.О.04);

5. «Философия» (Б1.О.05);
6. «Основы экономики и управления производством» (Б1.О.06);
7. «Социально-психологические основы развития личности» (Б1.О.07);
8. «Общая и неорганическая химия» (Б1.О.08);
9. «Органическая химия» (Б1.О.09);
10. «Аналитическая химия» (Б1.О.10);
11. «Физическая химия» (Б1.О.11);
12. «Коллоидная химия» (Б1.О.12);
13. «Физика» (Б1.О.13);
14. «Экология» (Б1.О.14);
15. «Безопасность жизнедеятельности» (Б1.О.15);
16. «Инженерная и компьютерная графика» (Б1.О.16);
17. «Прикладная механика» (Б1.О.17);
18. «Общая химическая технология» (Б1.О.18);
19. «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.О.19);
20. «Системы управления химико-технологическими процессами» (Б1.О.20);
21. «Моделирование химико-технологических процессов в биотехнологии» (Б1.О.21);
22. «Физическая культура и спорт» (Б1.О.22);
23. «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (Б1.О.23);
24. «Основы информационных технологий» (Б1.О.24.01);
25. «Профильное программное обеспечение для решения задач профессиональной деятельности» (Б1.О.24.02);
26. «Материаловедение в биотехнологии» (Б1.В.01);
27. «Лабораторный практикум по органической химии» (Б1.В.02);
28. «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии» (Б1.В.03);
29. «Инструментальные методы анализа в биотехнологии» (Б1.В.04);
30. «Основы биохимии и молекулярной биологии» (Б1.В.05);
31. «Общая микробиология» (Б1.В.06);
32. «Химия биологически активных веществ» (Б1.В.07);
33. «Общая биотехнология» (Б1.В.08);
34. «Прикладная молекулярная биология» (Б1.В.09);
35. «Биофизическая химия» (Б1.В.10);
36. «Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств» (Б1.В.11);
37. «Теоретические основы биотехнологии» (Б1.В.12);
38. «Основы биокинетики» (Б1.В.13);
39. «Методы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.01);
40. «Основы энзимологии» (Б1.В.ДВ.01.02);
41. «Биотехнология биополимеров» (Б1.В.ДВ.02.01);
42. «Биогеотехнология» (Б1.В.ДВ.02.02);
43. «Пищевая биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.01);
44. «Медицинская биотехнология» (Б1.В.ДВ.03.02);
45. «Учебная практика: ознакомительная практика» (Б2.О.01(У));
46. «Производственная практика: технологическая практика» (Б2.В.01(П));
47. «Производственная практика: научно-исследовательская работа» (Б2.В.02(Н));
48. «Производственная практика: преддипломная практика» (Б2.В.03(Пд));
49. «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы» (Б3.01);
50. «Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях» (ФТД.01);
51. «Перевод научно-технической литературы» (ФТД.02).

входящих в ООП по направлению подготовки **«19.03.01 Биотехнология»**, профиль **«Биотехнология»**, выполнены в виде отдельных документов, являющихся неотъемлемой частью данной ООП.

11 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Рабочая программа воспитания, входящая в ООП по направлению подготовки «**19.03.01 Биотехнология**», профиль «**Биотехнология**», выполнена в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.

12. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Календарный план воспитательной работы, входящий в ООП по направлению подготовки «**19.03.01 Биотехнология**», профиль «**Биотехнология**», выполнен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью данной ООП.