

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Основы проектирования и оборудование химических производств», включающая оценочные и методические материалы

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-3. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-3	ПК-3.1	Понимает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса и осуществляет его, в том числе с использованием технических средств

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – создание для обучающихся условий приобретения необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня знаний, умений, навыков в инженерных основах и методах проектирования предприятий по производству неорганических веществ, принципиальных подходах к компоновке оборудования, расчету аппаратов для получения продуктов неорганической технологии с использованием справочной технической литературы.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

знать:

- основные тенденции развития химической технологии;
- основные стадии проектирования предприятий химической промышленности;
- исходные данные для проектирования промышленного химического производства;
- последовательность выполнения проектных расчетов, особенности выполнения материальных и тепловых расчетов типовых процессов неорганической химии;
- требования, предъявляемые к технологическому оборудованию;
- классификацию и особенности конструкции оборудования для проведения химико-технологических процессов;

уметь:

- давать технико-экономическое обоснование проекта;
- выбирать стандартные элементы технологических аппаратов и проводить инженерные расчеты по данным источников технической литературы;
- выполнять материальные, технологические, тепловые расчеты при проектировании;
- анализировать результаты расчетов;
- анализировать взаимосвязь технологических, конструктивных и механических особенностей аппарата;
- составлять спецификацию технологического оборудования;
- использовать пакеты прикладных программ для оформления графической части КП и ДП химико-технологических аппаратов и технологических схем;

владеть:

- навыками поиска, пользования и анализа технической документации;
- навыками разработки принципиальной и технологической схемы производства и ее комплектования необходимым оборудованием;
- навыками разработки и графического изображения аппаратурно-технологических схем, типового оборудования и его отдельных узлов с помощью программных средств для построения технологических аппаратов и схем.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)**2.1. Объем дисциплины (модуля)**

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формы обучения</i>
	<i>Очная</i>
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	6/216
Контактная работа:	80
Занятия лекционного типа	32
Занятия семинарского типа	48
Консультации	0
Промежуточная аттестация	экзамен, курсовой проект
Самостоятельная работа (СР)	120
в том числе на выполнение курсового проекта	92

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности**Очная форма обучения**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Основы проектирования химического оборудования	16	0	16	0	0	0	22
2.	Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.	16	0	16	0	0	0	22
3.	Курсовой проект	0	0	16	0	0	0	92

Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ**Содержание лекционного курса**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Основы проектирования химического оборудования	1.1. Введение в проектирование. Общие сведения и основные понятия о химическом предприятии и его структуре. Основные этапы и организация проектирования химических производств. Особенности проектирования отдельных производств. 1.2. Критерии выбора конструкционных материалов. Классификация технологического оборудования. 1.3. Классификация сил и напряжений, причины возникновения и их последствия. Классификация деформаций, риски. Критерии выбора конструкционных материалов. Классификация технологического оборудования. 1.4. Технико-экономическое обоснование проекта. Исходные

		данные для проектирования промышленного химического производства.
2.	Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.	<p>2.1. Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения. Основы механического расчета отдельных элементов технологических аппаратов с использованием данных справочной технической литературы.</p> <p>2.2. Классификация и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в оболочке аппарата.</p> <p>2.3. Фланцы, назначение, классификация, расчет и основные параметры для выбора стандартных элементов по справочной технической литературе.</p> <p>2.4. Классификация, конструкция и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции и с компенсацией температурных напряжений; колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования.</p>
3.	Курсовой проект	<p>3.1. Принципиальная технологическая схема и ее комплектование основным и вспомогательным оборудованием.</p> <p>3.2. Балансовые и механические расчеты типового технологического оборудования.</p> <p>3.3. Чертежи технологической схемы и основного технологического аппарата с применением пакета прикладных программ</p>

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Основы проектирования химического оборудования	ПЗ	<p>Химическое предприятие, структура.</p> <p>Основные этапы и организация проектирования химических производств.</p> <p>Технико-экономическое обоснование проекта.</p> <p>Исходные данные для проектирования промышленного химического производства.</p> <p>Силы и напряжения, классификации, причины возникновения и их последствия.</p> <p>Классификация деформаций. Критическое напряжение, деформация.</p> <p>Характеристики конструкционных материалов, критерии их выбора в соответствии с назначением технологического оборудования и условиями его эксплуатации.</p> <p>Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.</p> <p>Мембранная теория в механических расчетах и основные допущения. Основы механического расчета отдельных элементов технологических аппаратов с использованием данных справочной технической литературы.</p> <p>Классификация, конструкция и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции и с компенсацией температурных напряжений; колонных аппаратов, аппаратов высокого давления, реакционного оборудования.</p> <p>Фланцы, назначение, классификация, расчет и основные параметры для выбора стандартных элементов по справочной технической литературе.</p> <p>Классификация и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в оболочке аппарата.</p>
2.	Расчет основных узлов и деталей химико-технологического	ПЗ	<p>Классификация технологического оборудования.</p> <p>Общие требования к оборудованию,</p>

	оборудования.		предусмотренные основными нормативными документами. Правила конструирования технологического оборудования и технология его изготовления. Задачи технологического и механического расчетов. Особенности конструкции и расчет тонкостенных оболочек на прочность, жесткость и устойчивость конструкции. Эпюры сил и изгибающих моментов, возникающих в тонкой оболочке аппарата. Особенности конструкции фланцев, их механический расчет и выбор по справочной технической литературе. Особенности конструкции и механический расчет теплообменных аппаратов жесткой конструкции. Особенности конструкции и механический расчет теплообменных аппаратов с компенсацией температурных напряжений. Особенности конструкции колонных аппаратов, механический расчет. Особенности конструкции и механический расчет аппаратов высокого давления. Особенности конструкции и механический расчет реакционного оборудования.
3.	Курсовой проект	ПЗ	Обоснование и выбор технологической схемы. Выбор материала, конструкции технологического аппарата и способа его изготовления. Балансовые расчеты типового технологического оборудования. Механические расчеты типового технологического оборудования Комплектование технологической схемы. Чертеж технологической схемы. Чертеж основного аппарата.

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Основы проектирования химического оборудования	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
2.	Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
3.	Курсовой проект	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами. Подготовка курсового проекта

3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости (в том числе рубежный);
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
-------	-------------------------------	----------------------------------

1.	Основы проектирования химического оборудования	Контрольный работа
2.	Расчет основных узлов и деталей химико-технологического оборудования.	Контрольный работа
3.	Курсовой проект	Контрольный работа

3.1.1. Типовые контрольные задания

Контрольный работа

Контрольная работа № 1

1. Проект промышленного предприятия
2. Основные этапы и организация проектирования химических производств.
3. Выбор района размещения предприятия и площадки строительства
4. Регламент цеха, структура, содержание
5. Оборудование, подведомственное Ростехнадзору, требования, предъявляемые к нему.
6. Классификация деформаций.
7. Классификация конструкционных материалов.
8. Коэффициент стандартизации, факторы, влияющие на его величину.
9. Классификация сил и напряжений
10. Классификация сил и напряжений
11. Классификация деформаций.
12. Основные виды нагрузок, действующие на технологический аппарат.

Контрольная работа № 2

1. Мембранная теория в механических расчетах, основные допущения.
2. Аппараты, к которым не применима мембранная теория.
3. Коэффициент стандартизации, факторы, влияющие на его величину.
4. Фланцы, конструкция, классификация.
5. В чем заключается расчет на прочность, привести на конкретном примере.
3. Разновидности крышек и днищ, область применения.
6. Классификация технологических аппаратов по фазовым группам.
7. В чем заключается механический расчет горизонтального футерованного резервуара.
8. Отбортовка, назначение.
9. Классификации емкостного оборудования.
10. Ребра жесткости, назначение, варианты установки.
11. Классификация цилиндрических обечаек.

Контрольная работа № 3

1. Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.
2. Шпилька, назначение, конструкция. Ответ проиллюстрировать.
3. Регулирование температуры в реакционных аппаратах с неподвижным слоем катализатора. Пояснить на конкретном примере.
4. Графический метод определения коэффициента конических днищ, его применение в механических расчетах.
5. Условия применимости расчетной формулы для определения толщины стенки тонкой короткой обечайки.
6. В чем заключается проверка фланцевого соединения на прочность.
7. Эпюра изгибающих моментов в горизонтальном резервуаре, способы нивелирования напряжений.
8. Теплообменные аппараты жесткой конструкции, условие их применения, причины возникновения температурных напряжений, способы их нивелирования.
9. На чем основано действие компенсатора температурных напряжений, пояснить на примере расчетных формул.

10. Привести и пояснить схему температурных деформаций трубок и корпуса теплообменного аппарата жесткой конструкции.
11. Алгоритм расчета болтовой нагрузки.
12. Аппараты высокого давления, назначение, способы их изготовления.
13. Герметичность аппаратов высокого давления, материалы, используемые для этих целей.
14. Классификация напряжений, возникающих в аппаратах высокого давления.
15. Обтюраторы, определение, назначение, разновидности.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

1. Что подразумевается под ТЭО проекта?
2. Меридиональные напряжения, условия их возникновения, обозначение, способы нивелирования.
3. Закона Гука и его применение для расчета т/о аппаратов.
4. Полочный контактный аппарат: назначение, конструкция, принцип работы. Эскиз
5. Герметичность аппарата.
6. Обоснование выбора конструкционного материала.
7. Технология изготовления аппарата.
8. Прочность аппарата в условиях эксплуатации и в условиях монтажа.

3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура

	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> - выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные и (или) печатные учебные издания

1. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 216 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09099-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515341>.
2. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09101-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515481>.
3. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 3 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09102-1. — Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515482>.

4. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 4 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09103-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515900>.
5. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 5 : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент ; под редакцией Ю. А. Комиссарова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09104-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515901>.
6. Нажарова, Л. Н. Оборудование и материалы для производств неорганических веществ : учебно-методическое пособие / Л. Н. Нажарова. - Казань : КНИТУ, 2020. - 88 с. - ISBN 978-5-7882-2815-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1899808>. – Режим доступа: по подписке.

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/>.

4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС

ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

* Номер конкретной аудитории указан в расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.