

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

Проректор по образовательной
деятельности доцент
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Уровень высшего образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль): Химическая технология неорганических веществ

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения: очная

Составитель: Доцент Георгиева Э.Ю.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки РФ № 922 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана подготовки бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганическая технология».

Составитель: _____ доцент каф. ХТПЭ Георгиева Э.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» является ознакомление будущих специалистов в области химической технологии неорганических веществ с основами проектирования химико-технологических процессов, с современными методами проектирования, с методами расчета аппаратурного оформления производств неорганического синтеза, необходимых при выполнении выпускной квалификационной работы и самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- изучение назначения, принципа действия и устройства оборудования неорганических производств;
- овладение основами проектирования неорганических производств; навыками расчета машин и аппаратов, применяемых в производстве;
- формирование представлений о взаимосвязи между научными исследованиями, проектированием и строительством химических предприятий, роли проектирования в процессе создания научно-технического потенциала и производственных сил; способностей для разработки новых технических решений и анализа различных вариантов производства природных энергоносителей и углеродных материалов; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области химической технологии неорганических веществ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствие с учебным планом, дисциплина «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ» и изучается в 7 и 8 семестре.

При этом процесс изучения дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» направлен на формирование у студентов четвертого курса основ их предстоящей профессиональной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен использовать нормативные документы в практической деятельности	ПКС-2.	ПКС-2.1. Знает основные технологические схемы производства, свойства основных и вспомогательных веществ и материалов ПКС-2.2. Умеет проводить лабораторный анализ основных и вспомогательных материалов, подбирать методики проведения лабораторных исследований; ПКС-2.3. Владеет навыками отбора проб и подготовки их к анализу, составлением протоколов испытаний

Способен использовать знания физико-химических свойств материала для решения профессиональных задач	ПКС-3.	ПКС-3.1. Знает физико-химические основы и методы получения конечных продуктов ПКС-3.2. Умеет проводить эксперимент по заданной методике, подбирать технологические параметры процесса производства конечных продуктов; ПКС-3.3. Владеет навыками определения характеристик и оптимальных технологических параметров процесса производства
---	--------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
Аудиторные занятия, в том числе:	92	78	24
Лекции	29	17	12
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	63	51	12
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	52	40	12
Выполнение курсовой работы	20	20	
Проработка конспекта лекций	6	-	6
Подготовка к лабораторным занятиям	14	8	6
Реферат	-	-	-
Подготовка к контрольной работе	8	8	-
Подготовка к экзамену		-	
Подготовка к диф. зачету	4	4	-
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет (ДЗ), экзамен (Э)	ДЗ, Э	ДЗ	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	180	108	72
зач. ед.	5	3	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Этапы и стадии проектирования	12	4	-	2	6
Раздел 2. Принципы конструирования и расчета химических аппаратов	20	4	-	8	6
Раздел 3. Оборудование для хранения и транспортировки твердых, жидких и газообразных	24	4	-	10	8

продуктов					
Раздел 4. Оборудование для обработки твердых материалов	24	4	-	10	8
Раздел 6. Реакторы для гетерогенных процессов	24	4	-	10	8
Раздел 7. Каталитические реакторы и массообменные аппараты	24	4	-	10	8
Раздел 8. Теплотехническое оборудование	28	5	-	13	8
Итого:	144	29	-	63	52

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Этапы и стадии проектирования	Цели и задачи проектирования предприятий неорганических веществ. Подготовка к проектированию и предпроектные документы. Техничко-экономическое обоснование. Выбор района размещения предприятия и площадки для строительства. Исходные данные для проектирования. Задание на проектирование и его содержание. Стадии проектирования: технический проект и рабочий проект. Разработка технического проекта. Структура и составные части технического проекта. Разработка рабочего проекта. Состав рабочей документации. Сметная документация. Послепроектный этап. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор. Пуско-наладочные работы. Освоение проектных мощностей. Основные пути совершенствования проектных работ.	4
2	Раздел 2. Принципы конструирования и расчета химических аппаратов	Классификация химического оборудования. Требования, предъявляемые к оборудованию. Порядок проектирования и расчета химических реакторов. Основные элементы конструирования химических аппаратов. Нормативно-техническая документация для проектирования, расчетов и эксплуатации машин и аппаратов. Гидравлические испытания сосудов, работающих под давлением. Оценка результатов испытаний сосудов на прочность и герметичность. Методы проверки качества сварных швов. Виды конструкционных материалов. Маркировка металлов и сплавов. Неорганические и органические коррозионно-устойчивые материалы. Основные положения расчета аппаратов на механическую прочность. Выбор материала и допускаемого напряжения. Расчетные параметры. Расчет тонкостенных	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		цилиндрических обечаек. Конструкции и расчет днищ и крышек. Фланцевые соединения. Подбор стандартных элементов химических аппаратов. Особенности аппаратов, работающих под давлением. Проектирование и расчет на прочность аппаратов высокого давления.	
3	Раздел 3. Оборудование для хранения и транспортировки твердых, жидких и газообразных продуктов	Емкости, сосуды и резервуары для хранения жидкостей. Газгольдеры и ресиверы. Трубопроводный транспорт жидких и газообразных продуктов. Хранение твердых материалов. Классификация и оборудование складов.. Бункерные устройства, их назначение и конструкции. Перемещение жидкостей. Классификация насосов. Основные параметры насосов. Машины для перемещения и сжатия газов. Классификация машин для транспортировки твердых материалов. Типы и конструкции конвейеров. Ковшовые элеваторы.	4
4	Раздел 4. Оборудование для обработки твердых материалов	Основные требования к размольным машинам.. Устройство и принцип работы дробилок. Принцип действия и устройство мельниц. Способы грохочения. Принципы и методы гранулирования материалов. Классификация процессов гранулирования. Методы гранулирования. Аппаратурное оформление процессов гранулирования. Аппараты для гранулирования окатыванием и агломерацией. Грануляторы барабанного типа. Тарельчатые и ленточные грануляторы. Виброгрануляторы. Гранулирование кристаллизацией капель расплава. Грануляторы экструзионного типа.	4
5	Раздел 5. Оборудование для разделения неоднородных систем	Аппаратура для разделения систем жидкость–твердое. Разделение суспензий под действием силы тяжести. Устройство отстойников, их технологический расчет. Фильтрация суспензий. Классификация, конструкции фильтров, области их применения и выбор. Разделение суспензий в поле центробежных сил. Устройство и классификация центрифуг. Аппараты для очистки газов от механических примесей. Очистка газов под действием силы тяжести. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители. Фильтрация газовых неоднородных систем. Рукавные фильтры. Электрофильтры. Циклоны для очистки газов от пыли, методика их расчета. Батарейные циклоны. Мокрая очистка газов. Скрубберы. Пенные аппараты.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
6	Раздел 6. Реакторы для гетерогенных процессов	Реакторы для газожидкостных гетерофазных процессов. Аммонизация кислот в системе газ–жидкость. Конструкции реакторов для получения аммонийных солей (использователь тепла нейтрализации, скоростной аммонизатор испаритель). Процессы растворения в системах твердое тело–жидкость. Растворение полностью растворимых веществ. Экстракция из твердых тел. Аппараты с неподвижным слоем твердого материала. Непрерывно действующие аппараты с механическим перемешиванием и со взвешенным слоем твердого материала. Аппараты для проведения процессов в системах жидкость–твердое. Реакторы с перемешивающими устройствами. Реакторы со шнеками. Суперфосфатная камера. Экстракторы.	4
7	Раздел 7. Каталитические реакторы и массообменные аппараты	Классификация контактных аппаратов. Контактные аппараты с фильтрующим слоем катализатора. Шахтные, полочные, радиальные и трубчатые контактные аппараты. Контактные аппараты с псевдооживленным слоем катализатора. Абсорбционное оборудование. Общие принципы и последовательность расчета абсорбционных аппаратов. Устройство и принцип действия ректификационных колонн.	4
8	Раздел 8. Теплотехническое оборудование	Конструкции теплообменных аппаратов. Сравнительная характеристика и выбор теплообменных аппаратов. Общие принципы и последовательность расчета теплообменников. Определение тепловой нагрузки и расхода теплоносителей, средней разности температур и средних температур теплоносителей, коэффициента теплопередачи и поверхности теплообмена. Печи их назначение и классификация. Конструкции печей. Трубчатые печи. Коксовые печи.	5
Итого:			29

4.2.3. Практические занятия

Не предусмотрены учебным планом

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 3.	Расчет реакторов	8
		Расчет ректификационных колонн	10
		Расчет абсорбционных колонн	10

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
		Расчет теплообменных аппаратов	8
		Расчет оборудования для очистки стоков	8
		Проектирование объектов заводского хозяйства	8
		Генеральный план завода	8
		Ситуационный план	3
Итого:			63

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне промежуточной аттестации) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Этапы и стадии проектирования

1. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе района размещения химического предприятия?
2. Какова последовательность проектирования химических производств?
3. Покажите роль экономических факторов при выборе технологии производства и места строительства предприятия.
4. Какие разделы включают исходные данные для проектирования промышленного химического производства?
5. Назовите основные стадии проектирования.
6. Охарактеризуйте преимущества и перспективы развития САПР.
7. Укажите пути совершенствования процесса проектирования.
8. Перечислите основные задачи технического проекта.

9. Из каких основных частей состоит проект?
10. Что входит в состав общей пояснительной записки проекта?
11. Какова последовательность разработки технологической схемы?
12. Какие основные блоки включает технологическая схема химического производства?
13. Какие факторы определяют целесообразность размещения оборудования на открытых площадках?
14. В чем заключается энергетический анализ технологической схемы?
15. Сформулируйте технологические принципы создания безотходных неорганических производств.

Раздел 2. Принципы конструирования и расчета химических аппаратов

1. Дайте классификацию оборудования химических предприятий.
2. Какие предъявляют требования к химическому оборудованию?
3. Какова концепция эффективного использования оборудования?
4. Какие признаки лежат в основе классификации химических реакторов?
5. Чем обусловлен предел единичной мощности промышленных химических реакторов?
6. Какие применяют виды конструкционных материалов в химическом машиностроении?
7. Какие металлы обладают повышенной устойчивостью в коррозионных средах?
8. Перечислите природные неметаллические химически стойкие материалы.
9. Какие металлы обладают повышенной устойчивостью в коррозионных средах?
10. Какие материалы устойчивы в слабой и концентрированной серной кислоте?
11. Перечислите способы борьбы с коррозией химической аппаратуры.
12. Каков порядок расчета аппаратов на прочность?
13. От каких факторов зависит величина допускаемого напряжения?
14. Какие существуют методы проверки оборудования на прочность и плотность?
15. В чем заключаются гидравлические испытания сосудов?

Раздел 3. Оборудование для хранения и транспортировки твердых, жидких и газообразных продуктов

1. Укажите назначение бункерных устройств.
2. Какие устройства применяют для обеспечения истечения сыпучих грузов из бункеров?
3. Назовите конструкции бункерных затворов.
4. Как классифицируют питатели по устройству и принципу действия?
5. Назовите конструкции питателей с вращающимся рабочим органом.
6. Дайте характеристику тарельчатого питателя.
7. Укажите достоинства и недостатки винтового питателя.
8. Какие основные параметры характеризуют работу насосов?
9. Какие насосы используют для перемещения высоковязких жидкостей?
10. Сопоставьте достоинства и недостатки компрессоров различных типов.
11. Чем обусловлена необходимость многоступенчатого сжатия?
12. Как классифицируют транспортные устройства для твердых материалов по направлению перемещения?
13. Укажите достоинства и недостатки ленточных конвейеров.
14. Дайте сравнительную характеристику ленточного и пластинчатого конвейера.
15. Что служит рабочим органом скребковых конвейеров?

Раздел 4. Оборудование для обработки твердых материалов

1. Сформулируйте требования к размольным машинам.
2. Опишите устройство щековых дробилок.
3. В чем заключается технологический расчет щековых дробилок?

4. Назовите дробилки ударно-центробежного действия.
5. В чем отличие дезинтегратора от дисмембратора?
6. Что понимают под критическим числом оборотов барабанной мельницы?
7. Укажите достоинства и недостатки вибрационных мельниц.
8. Назовите конструкции грохотов.
9. Опишите устройство и принцип действия качающихся грохотов.
10. Расскажите об устройстве гидроциклонов.
11. Раскройте сущность процесса гранулирования.
12. Дайте классификацию методов гранулирования.
13. Как классифицируют аппараты для гранулирования?
14. Какие аппараты применяют при гранулировании окатыванием?
15. Какие машины применяют для гранулирования методом формования?

Раздел 5. Оборудование для разделения неоднородных систем

1. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе оборудования для разделения неоднородных систем?
2. Расскажите об устройстве отстойников.
3. Из каких стадий складывается разделение суспензий в фильтрах?
4. Опишите устройство и принцип работы барабанного вакуум-фильтра?
5. Какие фильтры применяются в производстве экстракционной фосфорной кислоты?
6. Назовите недостатки карусельного фильтра.
7. Дайте сравнительную характеристику разделения суспензий в центрифуге и на фильтре.
8. Назовите промышленные способы обеспыливания газов.
9. В каких случаях целесообразно применять пылеосадительные камеры?
10. Какую степень очистки могут обеспечить циклоны?
11. Как влияют размеры циклона и скорость газового потока на степень очистки газа?
12. В каких случаях применяют батарейные циклоны?
13. Дайте сравнительные характеристики электрофильтров.
14. Какие аппараты для очистки обжигового газа применяются в технологии серной кислоты?
15. Укажите пути интенсификации процессов разделения жидких и газовых неоднородных систем.

Раздел 6. Реакторы для гетерогенных процессов

1. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе реакторов для гетерогенных процессов.
2. Назовите способы создания развитой поверхности контакта между фазами.
3. Какие признаки лежат в основе классификации газожидкостных реакторов?
4. Какие существуют способы организации взаимодействия газа и жидкости при осуществлении газожидкостных процессов?
5. Назовите типовые конструкции реакторов для газожидкостных гетерогенных процессов.
6. В чем заключаются недостатки и преимущества насадочных колонных реакторов перед барботажными реакторами?
7. Укажите способы диспергирования жидкой фазы в реакторах разбрызгивающего типа.
8. Какие выполняются мероприятия с целью повышения эффективности жидкостных реакторов?
9. Опишите устройство и принцип действия аппарата ИТН в производстве аммиачной селитры.
10. Какие конструкции реакторов применяют для нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты аммиаком?

11. Опишите устройство и принцип действия скоростного аммонизатора испарителя.
12. Назовите конструкции реакторов для проведения для некаталитических процессов в системе газ–твердое.
13. Приведите примеры промышленных процессов, в которых применяются реакторы для гетерогенных систем жидкость–твердое.
14. Опишите устройство и принцип действия реакторов с фильтрующим и взвешенным слоем твердого реагента.
15. Назовите конструкции реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе жидкость–твердое.

Раздел 7. Каталитические реакторы и массообменные аппараты

1. Дайте классификацию реакторов гетерогенного катализа.
2. Назовите способы создания развитой поверхности контакта между фазами.
3. Приведите примеры промышленных процессов, в которых применяются каталитические реакторы для гетерогенных систем газ–твердое.
4. Укажите достоинства и недостатки различных конструкций реакторов для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором.
5. Опишите устройство трубчатого и шахтного реакторов конверсии метана.
6. Изобразите схему каталитического трубчатого реактора.
7. Опишите работу реактора со взвешенным слоем катализатора.
8. Дайте классификацию абсорбционных аппаратов?
9. Перечислите основные требования к абсорберам.
10. В чем заключается расчет абсорберов?
11. Какие конструкции абсорберов применяются в технологии серной и азотной кислот?
12. Дайте классификацию и сравнительную характеристику конвективных сушилок.
13. Опишите устройство барабанных сушилок.
14. В чем основное преимущество сушилок с псевдоожиженным слоем?
15. Какие основные типы сушилок применяются в производстве минеральных удобрений?

Раздел 8. Теплотехническое оборудование

1. Дайте классификацию теплообменного оборудования.
2. Опишите устройство кожухотрубчатых теплообменников.
3. С какой целью используют многоходовые кожухотрубчатые теплообменники?
4. Охарактеризуйте температурные компенсаторы в кожухотрубчатых теплообменниках.
5. Раскройте конструктивные особенности выпарных аппаратов, их основные отличия от теплообменников.
6. Какие выпарные аппараты применяются в технологии минеральных удобрений?
7. Дайте классификацию промышленных печей по принципу их устройства и работы.
8. Какие печи применяют для обжига известняка?
9. Перечислите конструкции и опишите устройство трубчатых печей.
10. Назовите типы печей для обжига серного колчедана.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена, дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену, дифференцированному зачету (по дисциплине):

1. Стадии проектирования: технический проект и рабочий проект.
2. Структура и составные части технического проекта.
3. Подготовка к проектированию и предпроектные документы.
4. Разработка рабочего проекта и состав рабочей документации.

5. Экономические проблемы при проектировании химических предприятий.
6. Особенности проектирования предприятий неорганических веществ.
7. Задание на проектирование и его содержание.
8. Выбор района размещения и площадки для строительства.
9. Общие принципы проектирования технологической схемы.
10. Технологические принципы проектирования безотходных производств.
11. Основные блоки технологической схемы и их назначение.
12. Методы проектирования. Системы автоматизированного проектирования.
13. Требования к конструированию химической аппаратуры.
14. Принципы проектирования химических аппаратов.
15. Современные задачи по совершенствованию химической технологии.
16. Нормативно-техническая документация для проектирования аппаратов.
17. Обоснование способа производства химической продукции.
18. Разработка задания на проектирование.
19. Классификация оборудования химических предприятий.
20. Требования, предъявляемые к оборудованию.
21. Фильтры непрерывного действия, их конструкции и принцип действия.
22. Вакуум-фильтры, применяемые в производстве экстракционной фосфорной кислоты
23. Транспортные устройства для перемещения твердых материалов.
24. Специфическое оборудование неорганических производств.
25. Типовые химические реакторы в технологии неорганических веществ.
26. Склады для хранения твердых материалов.
27. Печи в технологии неорганических веществ.
28. Оборудование в процессах гранулирования минеральных удобрений.
29. Оборудование для очистки газов от пыли
30. Оборудование для сушки минеральных удобрений.
31. Выпарные аппараты в технологии минеральных удобрений.
32. Оборудование для транспортировки и хранения газов.
33. Оборудования процессов теплообмена.
34. Аппаратурное оформление стадий хранения и дозировки сырья.
35. Оборудование для транспортировки и хранения жидкостей.
36. Реакторы для систем жидкость - твердое.
37. Конструкции реакторов для систем газ – жидкость.
38. Печи для получения оксида серы в технологии серной кислоты.
39. Контактные аппараты в производствах неорганических веществ.
40. Абсорбционное оборудование в технологии неорганических веществ.
41. Машины для измельчения твердых материалов
42. Аппаратура для разделения систем жидкость – твердое.
43. Оборудование для классификации твердых сыпучих материалов.
44. Классификация методов гранулирования.
45. Выпарные аппараты, применяемые в технологии минеральных удобрений.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену, дифференцированному зачету
Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Основанием для разработки рабочей конструкторской документации на изготовление опытного образца является...	1. техническое предложение 2. технический проект 3. макет 4. эскизный проект
2.	Документы, на которых показаны составные части изделия и связи между ними называются...	1. сборочными чертежами 2. чертежами общего вида 3. схемами 4. габаритными чертежами
3.	Содержание углерода в стали 08X17T не превышает ... %	1. 0,04; 2. 0,08; 3. 0,12; 4. 0,17.
4.	Способность химической аппаратуры выдерживать рабочие нагрузки называется ...	1. устойчивостью; 2. долговечностью; 3. механической прочностью; 4. надежностью.
5.	Эскизный и технический проект – это элемент...	1. технического задания 2. проектной конструкторской документации 3. рабочей конструкторской документации 4. технико-экономического обоснования
6.	Исходными данными для разработки технологической схемы является...	1. технико-экономическое обоснование 2. патентный поиск 3. задание на проектирование 4. чертеж общего вида
7.	На предпроектном этапе осуществляется...	1. сбор научной и технической документации. 2. разработка технико-экономического обоснования. 3. формирование проектной организации. 4. подготовка специалистов-проектантов
8.	Чертеж, который определяет геометрическую форму изделия и координаты расположения составных частей называется...	1. теоретическим 2. монтажным 3. сборочным 4. габаритным
9.	Основным экономическим показателем при проектировании является...	1. расходные коэффициенты 2. мощность производства 3. себестоимость продукции 4. качество продукции
10.	Операционная технологическая схема это ...	1. схема материальных потоков 2. монтажный чертеж 3. сборочный чертеж 4. макет
11.	При составлении операционных схем задача утилизации побочных продуктов решается на стадии...	1. удаления отходов производства 2. химического превращения 3. подготовки сырья 4. выделения целевого продукта

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
12.	Максимально допустимое давление, при котором производится расчет на прочность называется ... давлением	1. рабочим; 2. условным; 3. пробным; 4. расчетным.
13.	Фланцы типа «шип-паз» используются на аппаратах, работающих под давлением ... МПа	1. не более 0,6; 2. 0,6 – 1,6; 3. 1,6 – 6,4; 4. более 6,4.
14.	Способность химической аппаратуры выдерживать рабочие нагрузки называется...	1. устойчивостью. 2. долговечностью. 3. механической прочностью. 4. надежностью
15.	Максимально допустимое давление, при котором производится расчет на прочность называется...	1. рабочим. 2. расчетным. 3. пробным. 4. условным
16.	Применение укрупненного оборудования позволяет...	1. повысить надежность работы. 2. облегчить транспортабельность. 3. себестоимость продукции снизить 4. обеспечить непрерывность процесса.
17.	Целью теплового расчета является определение...	1. поверхности теплопередачи. 2. числа аппаратов. 3. объема аппаратов. 4. расхода теплоносителей.
18.	Для очистки от туманов не пригодны ...	1. электрофильтры; 2. скрубберы; 3. пенные аппараты; 4. рукавные фильтры
19.	Оребрение поверхности теплообмена целесообразно при охлаждении ...	1. холодным рассолом; 2. водой; 3. воздухом; 4. жидкими хладагентами
20.	Недостатком пленочных выпарных аппаратов является ...	1. чувствительность к изменению нагрузки по раствору; 2. увеличение температурных потерь; 3. снижение полезной разности температур; 4. непригодность для вязких растворов

Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для технически сложных объектов химической промышленности проектная документация разрабатывается в ...	1. одну стадию; 2. две стадии 3. три стадии; 4. четыре стадии.
2.	Техническим руководителем проекта в период его разработки и реализации является ...	1. заказчик проекта; 2. субподрядная проектная организация; 3. главный инженер проекта; 4. министерство химической

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		промышленности.
3.	Сплав состава 60% Cu, 38% Zn, 1% Al, 1% Fe имеет марку ...	1. ЛАЖ38-1-1; 2. БрАЖ38-1-1; 3. ЛАЖ60-1-1; 4. БрАЖ60-1-1.
4.	Современным методом проектирования является...	1. графический метод 2. объемный метод 3. система САПР 4. метод плоскостного макетирования
5.	Исходным документом для составления проекта химического предприятия является...	1. перспективный план развития 2. задание на проектирование 3. проектно-сметная документация 4. расчетно-пояснительная записка
6.	Задание на проектирование составляет...	1. проектная организация 2. субподрядная организация 3. научно-исследовательская организация 4. заказчик проекта
7.	Химический процесс состоит из... стадий	1. одной 2. двух 3. трех 4. пяти
8.	Выбор аппарата диктуется соображениями...	1. экологическими 2. дизайнерскими 3. экономическими 4. возможности автоматизации и контроля
9.	Процесс, описываемый уравнением: $A + B \rightarrow R$, $A + R \rightarrow S$ относится к...	1. простым 2. смешанным 3. последовательным 4. параллельным
10.	Процесс, в котором реакция протекает в одном направлении и заканчивается полным исчерпанием реагентов называется...	1. обратимым 2. необратимым 3. смешанным 4. параллельным
11.	Наиболее распространенным и производительным типом устройств непрерывного транспорта являются ... конвейеры	1.вибрационные; 2. винтовые; 3. ленточные; 4. пластинчатые;
12.	Для вертикального перемещения материалов используют ...	1. пластинчатые конвейеры; 2. ленточные конвейеры; 3. качающиеся конвейеры; 4. ленточные элеваторы
13.	Для выгрузки и равномерной подачи крупнокусковых материалов предназначены ... питатели	1. пластинчатые; 2. ленточные 3. вибрационные; 4. винтовые
14.	Мелющие тела отсутствуют в ... мельницах	1. вибрационных; 2. стержневых; 3. шаровых; 4. струйных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
15.	Под действием силы тяжести происходит классификация в ...	1. осадительных центрифугах; 2. гидроциклонах; 3. воздушных сепараторах; 4. спиральных классификаторах
16.	В спиральном классификаторе зерна меньше определенного размера ...	1. остаются в классификаторе; 2. образуют пески; 3. удаляются в слив; 4. перемещаются спиралью в верхнюю часть корыта
17.	К плоским грохотам не относятся ...	1. вибрационные; 2. гирационные; 3. барабанные; 4. колосниковые
18.	Валковые грануляторы применяют при гранулировании ...	1. прессованием; 2. окатыванием; 3. агломерацией; 4. диспергированием
19.	Барабанный фильтр работает ...	1. периодически; 2. под вакуумом; 3. под давлением; 4. без промывки осадка
20.	Горячий и холодный теплоносители поступают поочередно в рабочее пространство ... теплообменников	1. рекуперативных; 2. поверхностных; 3. регенеративных; 4. смесительных

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Современным методом проектирования является ...	1. метод плоскостного макетирования; 2. система САПР; 3. объемный метод; 4. графический метод.
2.	Максимально допустимое давление, при котором производится расчет на прочность называется ... давлением	1. рабочим; 2. условным; 3. пробным; 4. расчетным.
3.	Фланцы типа «шип-паз» используются на аппаратах, работающих под давлением ... МПа	1. не более 0,6; 2. 0,6 – 1,6; 3. 1,6 – 6,4; 4. более 6,4.
4.	Процессы, протекающие с большим тепловым эффектом называются...	1. эндотермическими 2. смешанными 3. экзотермическими 4. обратимыми
5.	Исходными данными для разработки технологической схемы является...	1. ТЭО 2. патентный поиск. 3. задание на проектирование. 4. чертеж общего вида.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
6.	Операционная технологическая схема это ...	1. схема материальных и тепловых потоков. 2. монтажный чертеж. 3. сборочный чертеж. 4. макет.
7.	Совокупность технологических узлов называется...	1. макетом. 2. опытным образцом. 3. технологической схемой. 4. сборочным чертежом.
8.	Недостатком валковых дробилок является ...	1. малая пригодность для измельчения материалов высокой твердости; 2. низкая производительность; 3. громоздкость; 4. сложность конструкции;
9.	Для тонкого измельчения могут применяться ... дробилки	1. щековые; 2. молотковые; 3. отражательные; 4. валковые
10.	Предпроектный этап завершается ...	1. выбором площадки для строительства; 2. составлением задания на проектирование 3. разработкой исходных данных; 4. утверждением обоснований инвестиций
11.	Технологическую схему проекта химического предприятия разрабатывает ...	1. заказчик проекта; 2. проектная организация; 3. субподрядная организация; 4. отдел главного технолога предприятия
12.	Составление рабочей документации проводится на ...	1. на предпроектном этапе; 2. первой стадии проектирования; 3. второй стадии проектирования; 4. послепроектном этапе
13.	В трубчатых контактных аппаратах двойные теплообменные трубки применяют для ...	1. обеспечения развитой поверхности контакта фаз; 2. поддержания оптимального температурного режима; 3. увеличения поверхности теплообмена; 4. увеличения времени пребывания реагентов
4.	Наиболее дорогостоящими и наименее долговечными конструктивными элементами ленточных конвейеров являются ...	1. разгрузочные устройства; 2. роликовые опоры; 3. конвейерные ленты; 4. тяговые цепи
5.	Винтовые конвейеры относятся к группе транспортных устройств с ...	1. тяговым органом; 2. вращающимся рабочим органом; 3. поступательным движением; 4. колебательным движением
6.	Для получения равномерного гранулометрического состава используют ... диспергаторы	1. вибрационные; 2. леечные; 3. центробежные ;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. статические
7.	К смесителям с вращающимися лопастями относится ...	1. циркуляционный смеситель; 2. барабанный смеситель; 3. смеситель центробежного действия; 4. шнековый смеситель
8.	Выпарные аппараты с вынесенной зоной кипения применяют при выпаривании ... растворов	1. пенящихся; 2. химически агрессивных; 3. кристаллизующихся; 4. высоковязких
9.	Многокорпусное выпаривание применяют для ...	1. снижения тепловых потерь; 2. снижения температуры кипения; 3. экономии греющего пара; 4. получения экстра-пара
10.	Теплообменники с U-образными трубками применяют для...	1. снижения гидравлического сопротивления; 2. улучшения обслуживания; 3. устранения температурных деформаций; 4. увеличения движущей силы теплопередачи

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

6.2.4. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств [Электрон-ный ресурс]: в 2 частях / А.И. Леонтьева. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ГГТУ», 2012. - Ч. 1. - 234 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277812>
2. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств [Электрон-ный ресурс]: в 2 частях / А.И. Леонтьева. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ГГТУ», 2012. - Ч. 2. - 281 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277813>
3. Основы проектирования химических производств и оборудования [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Косинцев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 395 с.
<https://e.lanbook.com/book/45151>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Алексеев, А.И. Основы проектирования и оборудование заводов органических и неорганических веществ [Текст] : учеб. пособие / А. И. Алексеев, Л. П. Рамзаева, А. Н. Серов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2006. - 130 с.

2. Тетеревков А.И. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования: учеб. пособие для вузов / А.И. Тетеревков, В.В. Печковский. – Мн: Высш. шк., 1981. – 334 с.

3. Хуснутдинов В. А. Оборудование производства неорганических веществ учебник для хим.-техн. вузов / В.А. Хуснутдинов, Р.С. Сайфуллин, И.Г. Хабидуллин. – Л.: Химия, 1987. - 247 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IQLib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)

5. PHP 7.1.7 (лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)