

**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 ПРЕДПРИЯТИЙ НЕОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология неорганических веществ
<b>Квалификация выпускника</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент С.Н. Салтыкова

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Проектирование предприятий неорганического синтеза» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «18.04.01 Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ».

Составитель: \_\_\_\_\_ доцент каф. ХТПЭ Салтыкова С.Н.

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

Заведующая 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 предприятий неорганического синтеза» является приобретение студентами теоретических знаний и навыков расчетов в области проектирования предприятий неорганического синтеза и аппаратурного оформления производств неорганических веществ, необходимых при выполнении выпускной квалификационной работы и самостоятельной профессиональной деятельности в области химической технологии.

Задачами дисциплины являются:

– изучение основных принципов проектирования химических производств, назначения, принципа действия и устройства оборудования предприятий неорганического синтеза;

– овладение навыками проектирования производств неорганических веществ, работы с нормативно-техническими документами, разработки и оптимизации технологической схемы, конструктивного и технологического расчета реакторных устройств и аппаратов, применяемых в производствах неорганических веществ;

– формирование представлений о взаимосвязи между научными исследованиями, проектированием и строительством химических предприятий, роли проектирования в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил, специфике проектирования предприятий основного неорганического синтеза; умений анализировать технологические параметры и выбирать оптимальные значения; способностей для разработки новых технических решений и анализа различных вариантов технологических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Проектирование предприятий неорганического синтеза» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» и изучается во 1-м, 2-м семестрах.

Дисциплина «Проектирование предприятий неорганического синтеза» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физическая химия неорганических систем», «Научные основы технологии и переработки минерального сырья».

Особенностью дисциплины является овладение принципом проектирования аппаратов, используемых для проведения процессов химической технологии неорганических веществ.

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

Процесс изучения дисциплины «Проектирование предприятий неорганического синтеза» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1. <b>Знать:</b> этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами УК-2.2. <b>Уметь:</b> разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>УК-2.3. <b>Владеть:</b> методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>
Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3	<p>УК-3.1. <b>Знать:</b> методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства</p> <p>УК-3.2. <b>Уметь:</b> разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.3. <b>Владеть:</b> умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом</p>
Способен разрабатывать нормы выработки на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3	<p>ОПК-3.1. <b>Знает:</b> методы и нормативные документы для разработки технической документации; основные методики технологических расчетов; принцип действия и устройство основных машин и аппаратов химической технологии</p> <p>ОПК-3.2. <b>Умеет:</b> разрабатывать схему мероприятий по комплексному использованию природного сырья; изыскать способы утилизации отходов производства; обосновывать принятие конкретного аппаратурного и технического решения при разработке технологических процессов; рассчитать и оценить основные технико-экономические показатели технологического процесса; применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ</p>

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов</p> <p>ОПК-3.3. <b>Владеет:</b> навыками разработки и составления отдельных научно-технических, проектных и служебных документов; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; методами для разработки технической документации по разработанным проектам и программам</p>
Способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования, к организации проведения испытаний, контролю и разработке нормативных документов	ПКС-1	<p>ПКС-1.1. <b>Знает:</b> стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, проведению испытаний, оформлению технической документации</p>
		<p>ПКС-1.2. <b>Умеет:</b> осуществлять контроль технической документации, разрабатывать новые и пересматривать существующие стандарты предприятия</p>
		<p>ПКС-1.3. <b>Владеет:</b> навыками контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам предприятия</p>
Способен к организации работы коллектива исполнителей, к организации порядка выполнения работ, к разработке методических нормативных документов	ПКС-4	<p>ПКС-4.1. <b>Знает:</b> физико-химические характеристики композиционных материалов, методы проведения испытаний композиционных материалов, технологические процессы производства</p>
		<p>ПКС-4.2. <b>Умеет:</b> разрабатывать методики и инструкции по лабораторному контролю производства композиционных материалов</p>
		<p>ПКС-4.3. <b>Владеет:</b> навыками согласования протоколов испытаний, определения методики испытаний, организации проверки выборочных испытаний для анализа соответствия композиционных материалов техническим требованиям</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины «Проектирование предприятий неорганического синтеза» составляет 12 зачётных единиц, 432 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		1	2
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>182</b>	<b>112</b>	<b>70</b>
Лекции	16	16	-
Практические занятия (ПЗ)	134	64	70
Лабораторные занятия (ЛЗ)	32	32	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>178</b>	<b>104</b>	<b>74</b>
Проработка конспекта лекций	8	8	-
Подготовка к практическим занятиям	67	32	35
Подготовка к лабораторным занятиям	16	16	-
Подготовка и защита реферата	24	12	12
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	27	18	9
Подготовка к экзамену	36	18	18
Вид промежуточной аттестации (экзамен -Э, дифф. зачет - ДЗ)	<b>Э(72)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>432</b>	<b>252</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>12</b>	<b>7</b>
		<b>180</b>	<b>5</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и 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, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Этапы и стадии проектирования»	70	2	20	-	30
Раздел 2 «Аппаратурное оформление технологической схемы»	96	4	30	16	38
Раздел 3 «Принципы проектирования и технологическое оформление реакторных подсистем»	76	4	30	-	38
Раздел 4 «Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования»	76	4	30		38
Раздел 5 «Расчет и аппаратурное оформление процессов технологии неорганических веществ»	78	2	24	16	34
<b>Итого:</b>	<b>360</b>	<b>16</b>	<b>134</b>	<b>32</b>	<b>178</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Этапы и стадии проектирования	Цели и задачи проектирования предприятий неорганического синтеза. Основные принципы размещения предприятий химической промышленности. Подготовка к проектированию и предпроектные документы. Технико-экономическое	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>обоснование проектируемого объекта. Выбор района размещения и площадки для строительства. Анализ исходных данных для проектирования. Задание на проектирование и его содержание. Последовательность выполнения проекта. Стадии проектирования: технический проект и рабочий проект. Послепроектный этап. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор. Организации, принимающие участие в разработке проектной документации. Пути совершенствования проектных работ. Системы автоматизированного проектирования объектов органической технологии (САПР). Основные задачи технологического проектирования.</p>	
2	<p>Аппаратурное оформление технологической схемы</p>	<p>Основные задачи технологического проектирования. Сравнительный анализ состояния технологии и оборудования проектируемого процесса. Выбор технологической схемы и конструкции основного аппарата. Принципиальная технологическая схема. Аппаратурное оформление технологических схем. Общие принципы построения химико-технологических систем. Элементы и связи химико-технологической системы. Системный подход к анализу и синтезу технологической схемы производства. Основные блоки технологической схемы и их назначение. Расчет химико-технологической схемы. Составление материальных и тепловых балансов. Проектирование производств основного неорганического синтеза</p>	4
3	<p>Принципы проектирования и технологическое оформление реакторных подсистем</p>	<p>Структурные элементы химических реакторов. Порядок проектирования и расчета химических реакторов. Основные элементы конструирования химических аппаратов. Виды конструкционных материалов. Коррозионная устойчивость различных материалов. Основы механического расчета химической аппаратуры. Проектирование и расчет на прочность элементов химических аппаратов. Типовые конструкции промышленных химических реакторов в технологии неорганических. Расчет промышленных химических реакторов.</p>	4
4	<p>Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования</p>	<p>Нормативно-техническая документация для расчетов и эксплуатации машин и аппаратов. Основные расчетные параметры. Оборудование для транспорта и хранения газов, жидкостей. Аппаратурное оформление стадий приема, хранения, дозировки и транспортировки сырья. Оборудование для измельчения, классификации и гранулирования твердых материалов. Аппаратура для разделения гетерогенных систем Оборудование процессов</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		теплообмена. Проектный расчет теплообменников. Основные конструктивные типы выпарных аппаратов неорганических производств. Печи в технологии неорганических веществ, их классификация и назначение.	
5	Расчет и аппаратное оформление процессов технологии неорганических веществ	Реакторы для газожидкостных гетерофазных процессов. Конструкции реакторов для получения аммонийных солей. Абсорбционное оборудование. Устройство и основные конструкции абсорбционных аппаратов в технологии неорганических веществ. Аппараты для проведения процессов в системах жидкость–твердое. Устройство и принцип действия кристаллизаторов. Экстракционные аппараты с неподвижным слоем твердого материала. Реакторы с перемешивающими устройствами, со шнеками. Суперфосфатная камера. Конструкции контактных аппаратов. Контактные аппараты с фильтрующим слоем катализатора. Шахтные, полочные, радиальные и трубчатые контактные аппараты. Контактные аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора.	2
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Разработка исходных данных для проектирования производств неорганического синтеза	10
2.	Раздел 1	Определение показателей химико-технологических процессов неорганического синтеза	10
3.	Раздел 2	Разработка технологической схемы на примере производств неорганического синтеза	15
4.	Раздел 2	Расчет материального и теплового балансов производств неорганических веществ	15
5.	Раздел 3	Механический расчет химических аппаратов	15
6.	Раздел 3	Проектирование и технологическое оформление реакторных подсистем	15
7.	Раздел 4	Технологический расчет основной и вспомогательной аппаратуры	15
8.	Раздел 4	Проектирование оборудования процессов теплообмена.	15
9.	Раздел 5	Расчет массообменных аппаратов в технологии неорганических веществ	12
10.	Раздел 5	Расчет контактных аппаратов неорганического синтеза	12
<b>Итого:</b>			<b>134</b>



#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 2	Получение стекла	8
2		Получение воздушной извести	8
3	Раздел 5	Получение хлорида калия из сильвинита	8
4		Окисление оксида серы в кипящем слое катализатора	8
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.5. Курсовая работа (проект)

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.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета и экзамена) 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. В чем заключается процесс проектирования?
2. Какова последовательность проектирования химических производств?
3. Каковы особенности производств основного неорганического синтеза?
4. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе района размещения химического предприятия?
5. Покажите роль экономических факторов при выборе технологии производства и места строительства предприятия.
6. Укажите пути улучшения технико-экономических показателей в химических производствах.
7. Какие разделы включают исходные данные для проектирования промышленного химического производства?

8. Назовите основные стадии проектирования.
9. Какие методы проектирования имеются?
10. Охарактеризуйте преимущества и перспективы развития САПР.
11. Перечислите основные задачи технического проекта.
12. Из каких основных частей состоит проект?
13. Что входит в состав общей пояснительной записки проекта?
14. В чем заключается ведущая роль технологической части проекта?
15. Укажите пути совершенствования процесса проектирования.

## **Раздел 2. Аппаратурное оформление технологической схемы**

1. Сформулируйте общие принципы построения химико-технологической схемы.
2. Какова последовательность разработки технологической схемы?
3. Какие основные блоки включает технологическая схема химического производства?
4. Какие типы технологических связей существуют между элементами химико-технологической схемы?
5. В каких случаях целесообразно в химических производствах использовать схемы с рециклом?
6. Укажите современные задачи по совершенствованию химической технологии неорганических веществ.
7. Назовите критерии оптимальности технологических схем неорганического синтеза.
8. Охарактеризуйте экономические критерии оптимизации технологической схемы.
9. Какие факторы определяют целесообразность размещения оборудования на открытых площадках?
10. Раскройте особенности анализа и синтеза химико-технологических систем в технологии основного неорганического синтеза.
11. Сформулируйте технологические принципы создания безотходных производств неорганического синтеза.
12. С какой целью проводится комплексная переработка сырья?
13. В чем заключается эксергетический анализ технологической схемы?
14. Охарактеризуйте сущность энерготехнологии процессов неорганического синтеза.
15. Приведите примеры энерготехнологических систем в органическом синтезе.

## **Раздел 3. Принципы проектирования и технологическое оформление реакторных подсистем**

1. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе реакторных устройств неорганического синтеза.
2. Какие признаки лежат в основе классификации газожидкостных реакторов?
3. Назовите способы создания развитой поверхности контакта между фазами.
4. Какие существуют способы организации взаимодействия газа и жидкости при осуществлении газожидкостных процессов?
5. Назовите типовые конструкции реакторов для газожидкостных 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. Назовите структурные элементы химических реакторов.
9. Какие устройства используют для организации теплообмена в химических реакторах?
10. Охарактеризуйте понятия производительности и интенсивности работы реактора.
11. Укажите пути интенсификации работы реакторных устройств органического синтеза.
12. Назовите типовые конструкции реакторов для гетерогенных процессов.
13. Укажите достоинства и недостатки различных конструкций реакторов для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором.
14. Объясните устройство и принцип действия реакторов с неподвижным и плотно движущимся слоем катализатора.

15. Опишите работу реактора каталитического крекинга с псевдооживленным слоем катализатора.

#### **Раздел 4. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования**

1. Дайте классификацию оборудования химических предприятий.
2. Какие предъявляют требования к химическому оборудованию?
3. Чем обусловлен выбор материалов для изготовления оборудования химических производств?
4. Какие металлы обладают повышенной устойчивостью в коррозионных средах?
5. Перечислите природные неметаллические химически стойкие материалы.
6. Перечислите способы борьбы с коррозией химической аппаратуры.
7. Каков порядок расчета аппаратов на прочность?
8. От каких факторов зависит величина допускаемого напряжения?
9. Какие существуют методы проверки оборудования на прочность и плотность?
10. В чем заключаются гидравлические испытания сосудов?
11. Дайте классификацию теплообменного оборудования.
12. Опишите устройство кожухотрубчатых теплообменников.
13. Дайте классификацию промышленных печей по принципу их устройства и работы.
14. Сформулируйте общие принципы расчета теплообменной аппаратуры.
15. Перечислите конструкции и опишите устройство трубчатых печей.

#### **Раздел 5. Расчет и аппаратурное оформление процессов технологии неорганических**

##### **веществ**

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 псевдооживленным слоем?
15. Какие основные типы сушилок применяются в производстве минеральных удобрений?

#### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

##### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Цели и задачи проектирования химических предприятий.
2. Стадии проектирования: технический проект и рабочий проект.
3. Обоснование инвестиций.
4. Структура и составные части технического проекта.
5. Подготовка к проектированию и предпроектные документы.
6. Основные принципы размещения химических предприятий.
7. Разработка рабочего проекта и состав рабочей документации.
8. Экономические проблемы при проектировании химических предприятий.
9. Особенности проектирования предприятий неорганических веществ.
10. Задание на проектирование и его содержание.

11. Выбор района размещения и площадки для строительства.
12. Экологические проблемы при проектировании.
13. Общие принципы проектирования технологической схемы.
14. Технологические принципы проектирования безотходных производств.
15. Основные блоки технологической схемы и их назначение.
16. Методы проектирования. Системы автоматизированного проектирования.
17. Требования к конструированию химической аппаратуры.
18. Типовые элементы корпусов сосудов и аппаратов.
19. Расчет цилиндрических обечаек, работающих под наружным давлением.
20. Проектирование аппаратов высокого давления.
21. Конструкционные материалы для химической аппаратуры и их выбор.
22. Принципы проектирования химических аппаратов.
23. Типовые узлы и детали химических машин и аппаратов.
24. Современные задачи по совершенствованию химической технологии.
25. Технико-экономический анализ проекта.
26. Нормативно-техническая документация для проектирования аппаратов.
27. Обоснование способа производства химической продукции.
28. Разработка задания на проектирование.
29. Классификация оборудования химических предприятий.
30. Требования, предъявляемые к оборудованию.
31. Специфическое оборудование неорганических производств.
32. Типовые химические реакторы в технологии неорганических веществ.
33. Печи в технологии неорганических веществ.
34. Оборудование для транспортировки и хранения газов.
35. Оборудование процессов теплообмена.
36. Оборудование для транспортировки и хранения жидкостей.
37. Расчет машины для измельчения твердых материалов.
38. Аппаратура для разделения систем жидкость – твердое.
39. Оборудование в процессах гранулирования минеральных удобрений.
40. Конструкции реакторов для систем газ – жидкость.
41. Контактные аппараты в производствах неорганических веществ.
42. Абсорбционное оборудование в технологии неорганических веществ.
43. Выпарные аппараты в технологии минеральных удобрений.
44. Проектирование экстракторов при получении фосфорной кислоты.
45. Оборудование для сушки минеральных удобрений.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	На предпроектном этапе осуществляется...	1. сбор научной и технической документации 2. разработка технико-экономического обоснования 3. формирование проектной организации 4. подготовка специалистов-проектантов
2.	Основным экономическим показателем при проектировании является...	1. расходные коэффициенты 2. мощность производства 3. себестоимость продукции 4. качество продукции
3.	Техническим руководителем проекта в	1. заказчик проекта

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	период его разработки и реализации является...	2. субподрядная проектная организация 3. главный инженер проекта 4. научно-исследовательская организация
4.	Технические условия на проектирование составляются...	1. главным инженером проекта 2. заказчиком 3. министерством химической промышленности 4. генеральной проектной организацией
5.	Современным методом проектирования является...	1. графический метод 2. объемный метод 3. система САПР 4. метод плоскостного макетирования
6.	Исходным документом для составления проекта химического предприятия является...	1. перспективный план развития 2. задание на проектирование 3. проектно-сметная документация 4. расчетно-пояснительная записка
7.	Задание на проектирование составляет...	1. проектная организация 2. субподрядная организация 3. научно-исследовательская организация 4. заказчик проекта
8.	Химический процесс состоит из... стадий	1. одной 2. двух 3. трех 4. пяти
9.	Выбор аппарата диктуется соображениями...	1. экологическими 2. дизайнерскими 3. экономическими 4. возможности автоматизации и контроля
10.	Процесс, описываемый уравнением: $A + B \rightarrow R$ , $A + R \rightarrow S$ относится к...	1. простым 2. смешанным 3. последовательным 4. параллельным
11.	Процесс, в котором реакция протекает в одном направлении и заканчивается полным исчерпанием реагентов называется...	1. обратимым 2. необратимым 3. смешанным 4. параллельным
12.	Процессы, протекающие с большим тепловым эффектом называются...	1. эндотермическими 2. смешанными 3. экзотермическими 4. обратимыми
13.	Исходными данными для разработки технологической схемы является...	1. ТЭО 2. патентный поиск. 3. задание на проектирование 4. чертеж общего вида
14.	Операционная технологическая схема это ...	1. схема материальных и тепловых потоков. 2. монтажный чертеж 3. сборочный чертеж 4. макет
15.	Совокупность технологических узлов	1. макетом

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	называется...	2. опытным образцом 3. технологической схемой 4. сборочным чертежом
16.	Под действием силы тяжести происходит классификация в ...	1. осадительных центрифугах 2. гидроциклонах 3. воздушных сепараторах 4. спиральных классификаторах
17.	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
18.	К плоским грохотам не относятся ...	1. вибрационные 2. гирационные 3. барабанные 4. колосниковые
19.	Валковые грануляторы применяют при гранулировании ...	1. прессованием 2. окатыванием 3. агломерацией 4. диспергированием
20.	Барабанный фильтр работает ...	1. периодически 2. под вакуумом 3. под давлением 4. без промывки осадка

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	На первой стадии проектирования разрабатывается...	1. задание на проектирование 2. технический проект 3. технико-экономическое обоснование 4. рабочий проект
2.	Основной задачей разработки технического проекта является...	1. проведение расчета оборудования 2. выполнение чертежей 3. составление технологической схемы 4. определение проектных показателей
3.	В состав документации рабочего проекта включается...	1. технологический регламент 2. схема, спецификация и чертежи оборудования 3. патентный поиск 4. расчетно-пояснительная записка
4.	Сравнить проектируемую технологию с экологически безопасными аналогами позволяет метод...	1. прогнозирования технологического риска 2. материальных балансов 3. технологической альтернативы 4. регистрации экологических последствий
5.	Характеристики систем очистки выбросов и сбросов относятся к экспертным показателям, включенным в группу...	1. техногенные 2. эколого-техногенные 3. эколого-экономические

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. экономические
6.	Для правильного выбора заводской площадки необходимо учитывать требования...	1. токсикологии 2. строительной климатологии 3. таможенные 4. кооперации
7.	Каждая операция производства условно показана на схеме...	1. химической 2. принципиальной 3. технологической 4. энергетической
8.	Технологический процесс разбивается на отдельные стадии для...	1. удобства проведения экологических мероприятий 2. удобства проектирования 3. создания условий протекания процессов 4. удобства автоматизации и контроля производства
9.	Рисунки аппаратов выполняются в масштабе на схемах...	1. технологических 2. принципиальных 3. химических 4. контроля и автоматизации производства
10.	Для технически сложных объектов химической промышленности проектная документация разрабатывается в ...	1. одну стадию 2. две стадии 3. три стадии 4. четыре стадии
11.	Техническим руководителем проекта в период его разработки и реализации является ...	1. заказчик проекта 2. субподрядная проектная организация 3. главный инженер проекта 4. министерство химической промышленности
12.	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
13.	К нестандартизованному оборудованию из приведенного ниже относятся...	1. конструкции сварного типа 2. компрессоры 3. центрифуги 4. фильтры
14.	Задачей технологического расчета является определение...	1. степени конверсии 2. селективности 3. геометрических размеров аппарата 4. выхода продукта
15.	Разделение гетерогенных систем под действием центробежной силы происходит в ...	1. фильтрах 2. центрифугах 3. отстойниках 4. пенных аппаратах
16.	Недостатком барабанного фильтра является ...	1. невозможность работы под вакуумом 2. периодичность работы 3. отсутствие промывки осадка 4. малая поверхность фильтрования
17.	Горячий и холодный теплоносители поступают поочередно в рабочее пространство ... теплообменников	1. регенеративных 2. смесительных 3. рекуперативных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. поверхностных
18.	Оребрение поверхности теплообмена целесообразно при охлаждении ...	1. холодным рассолом 2. водой 3. воздухом 4. жидкими хладоагентами
19.	Выпарные аппараты с вынесенной зоной кипения применяют при выпаривании ... растворов	1. пенящихся 2. химически агрессивных 3. кристаллизующихся 4. высоковязких
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 № 3

№ 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.	Эскизный и технический проект – это элемент...	1. технического задания 2. проектной конструкторской документации 3. рабочей конструкторской документации 4. технико-экономического обоснования
3.	Основанием для разработки рабочей конструкторской документации на изготовление опытного образца является...	1. техническое предложение 2. технический проект 3. макет 4. эскизный проект
4.	Документы, на которых показаны составные части изделия и связи между ними называются...	1. сборочными чертежами 2. чертежами общего вида 3. схемами 4. габаритными чертежами
5.	Чертеж, который определяет геометрическую форму изделия и координаты расположения составных частей называется...	1. теоретическим 2. монтажным 3. сборочным 4. габаритным
6.	Исходными данными для разработки технологической схемы является...	1. технико-экономическое обоснование 2. патентный поиск 3. задание на проектирование 4. чертеж общего вида
7.	Операционная технологическая схема это ...	1. схема материальных потоков 2. монтажный чертеж 3. сборочный чертеж 4. макет
8.	При составлении операционных схем задача утилизации побочных продуктов	1. удаления отходов производства 2. химического превращения



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	решается на стадии...	3. подготовки сырья 4. выделения целевого продукта
9.	Максимально допустимое давление, при котором производится расчет на прочность называется ... давлением	1. рабочим 2. условным 3. пробным 4. расчетным
10.	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
11.	Способность химической аппаратуры выдерживать рабочие нагрузки называется...	1. устойчивостью 2. долговечностью 3. механической прочностью 4. надежностью
12.	Максимально допустимое давление, при котором производится расчет на прочность называется...	1. рабочим 2. расчетным 3. пробным 4. условным
13.	Применение укрупненного оборудования позволяет...	1. повысить надежность работы 2. облегчить транспортабельность 3. себестоимость продукции снизить 4. обеспечить непрерывность процесса
14.	Целью теплового расчета является определение...	1. поверхности теплопередачи 2. числа аппаратов 3. объема аппаратов 4. расхода теплоносителей
15.	Для очистки от туманов не пригодны ...	1. электрофильтры 2. скрубберы 3. пенные аппараты 4. рукавные фильтры
16.	Для улавливания относительно крупных твердых частиц применяют ...	1. пенные аппараты 2. циклоны 3. скрубберы Вентури 4. насадочные скрубберы
17.	К вакуум-фильтрам относится ...	1. листовой фильтр 2. рамный фильтр-пресс 3. дисковый фильтр 4. ФПАКМ
18.	Градирни применяют для ...	1. нагревания воздуха 2. нагревания воды 3. охлаждения воздуха 4. регенерации теплоты отходящих газов
19.	Теплообменники, в которых происходит непосредственное соприкосновение теплоносителей являются ... теплообменниками	1. смешительными 2. регенеративными 3. рекуперативными 4. поверхностными
20.	Для выпаривания кристаллизующихся растворов выбирают конструкцию выпарного аппарата с ...	1. тепловым насосом 2. вынесенной зоной кипения 3. пленочным движением

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. вынесенной греющей камерой

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
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 при 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. Неведров, А.В. Основы научных исследований и проектирования : учеб. Пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Неведров, А.В. Папин, Е.В. Жбырь. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. — 108 с. <https://e.lanbook.com/book/6681>
2. 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>
3. Таранова, Л.В. Машины и аппараты химических производств [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. — 200 с. <https://e.lanbook.com/book/28330>

### **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. Альперт, Л. З. Основы проектирования химических установок [Текст] : учеб. пособие / Л. З. Альперт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1982. - 304 с.

3. Тетеревков, А. И. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. И. Тетеревков, В. В. Печковский. - Минск : Выш. шк., 1981. - 334 с.

4. Хуснутдинов, В. А. Оборудование производств неорганических веществ [Текст]: учеб. пособие / В. А. Хуснутдинов, Р. С. Сайфуллин, И. Г. Хабибуллин. - Л. : Химия, 1987. - 247 с.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Цветков, С. К. Основы проектирования и оборудование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. К. Цветков, Е. Е. Смирнова, А. А. Алексеев. - СПб.: Горн. ун-т, 2013. - 118 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D066015<](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D066015<)

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

1. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

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

3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

6. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

7. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

<http://www.rsl.ru/>

9. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

<https://e.lanbook.com/books>

11. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

12. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

## **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.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Проектирование предприятий неорганического синтеза».

#### **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 практических 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., баллон 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)