

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководители ОПОП

\_\_\_\_\_ С.К. Касимова

\_\_\_\_\_ Е. В. Щепетова

«21» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой химии

\_\_\_\_\_ Л.А. Джигола

«21» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

Составитель	<b>Чабакова А.К., доцент, к.х.н., доцент</b>
Направление подготовки	<b>44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Химия и Биология</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>
Год приема (курс)	<b>2020</b>
Курс	<b>5</b>
Семестр	<b>9</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины «Химическая технология»** является формирование теоретических основ химико-технологических процессов, знакомство со структурой химико-технологических систем, типовыми химико-технологическими процессами производства, иметь представление о взаимодействии химического производства и окружающей среды.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** ознакомление с химико-технологическими процессами, основными научными принципами химических производств, физико-химическими основами производства наиболее важных продуктов химической промышленности, технологическими схемами их производства, а также с видами и источниками энергии и применением воды в химическом производстве, о методах ее подготовки.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина «Химическая технология»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 9 семестре.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:**

- неорганическая химия;
- аналитическая химия;
- органическая химия
- физическая химия;
- физические методы анализа.

**Знания:** место дисциплины в ряду других естественных дисциплин, ее значение в жизни современного общества, кратковременные и долговременные воздействия отравляющих веществ на окружающую среду при систематических и аварийных выбросах.

**Умения:** классифицировать и описывать наиболее существенные воздействующие факторы, методы контроля за ними и средств, ограничивающих их воздействие.

**Навыки:** техники безопасности при выполнении работ в лаборатории аналитической химии, регистрации и обработки результатов химических экспериментов, принципами современной методологии количественной оценки различных опасностей, анализа и управления риском.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):**

- высокомолекулярные соединения;
- химические основы биологических процессов;
- аналитическая химия объектов окружающей среды.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

**а) профессиональных (ПК-1):**

Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности

**Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК –1 Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ИПК-1.1.1. Знать содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач	ИПК-1.2.1. Уметь анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов	ИПК-1.3.1 Владеть навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, в том числе 40 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 20 часов – лекции, 20 часов – практические, семинарские занятия), и 32 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2** - Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Введение. Теоретические основы химико-технологических процессов	9	2	2			2	Собеседование
Тема 2. Сырье, вода, энергия	9	2	2			2	Собеседование
Тема 3. Производство серной кислоты	9	2	2			4	Рейтинговая контрольная работа 1
Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты	9	2	2			4	Рейтинговая контрольная работа 2
Тема 5. Производство минеральных удобрений	9	2	2			2	Рейтинговая контрольная работа 3
Тема 6. Силикаты	9	2	2			2	Рейтинговая контрольная работа 4

Тема 7. Металлургия	9	2	2		4	Рейтинговая контрольная работа 5
Тема 8. Нефть и ее переработка	9	2	2		4	Рейтинговая контрольная работа 6
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	9	1	1		2	Собеседование
Тема 10. Твердое и газообразное топливо	9	1	1		2	Собеседование
Тема 11. Основной органический синтез	9	1	1		2	Собеседование
Тема 12. Решение расчетных задач	9	1	1		2	Практическая работа
<b>ИТОГО</b>		<b>20</b>	<b>20</b>		<b>32</b>	Зачет

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам.

**Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенци	$\Sigma$ общее количество компетенций
		и ПК-1	
Тема 1. Введение. Научные принципы химико-технологических процессов	6	+	1
Тема 2. Сырье, вода, энергия	6	+	1
Тема 3. Производство серной кислоты	8	+	1
Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты	8	+	1
Тема 5. Производство минеральных удобрений	6	+	1
Тема 6. Силикаты	6	+	1
Тема 7. Металлургия	8	+	1
Тема 8. Нефть и ее переработка	8	+	1
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	4	+	1
Тема 10. Твердое и газообразное топливо	4	+	1

Тема 11. Основной органический синтез	4	+	1
Тема 12. Решение расчетных задач	4	+	1
Итого	72		

### Краткое содержание учебной дисциплины

#### **Тема 1. Введение. Теоретические основы химико-технологических процессов.**

Научные принципы химико – технологических процессов. Основные научные принципы химических производств. Теоретические основы химической технологии. Классификация химико-технологических процессов по фазовому состоянию компонентов реакции, по характеру химических реакций, по параметрам технологических режимов и другим признакам. Гомогенные процессы, влияние различных факторов на их скорость и выход целевого продукта.

Равновесие в химико-технологическом процессе и оценка возможности его смещения. Применение принципа Ле-Шателье и правила фаз для определения оптимальных, условий его осуществления в промышленности. Гетерогенные процессы. Закономерности массообмена в процессах типа: газ- жидкость, жидкость - твердая фаза, газ - твердая фаза. Области протекания процессов (кинетическая, диффузионная, переходная). Методы интенсификации гетерогенных некаталитических процессов. Высокотемпературные гетерогенные процессы. Стадии. Область протекания. Факторы, определяющие скорость процесса и выход целевого продукта. Катализаторы. Механизм катализа.

#### **Тема 2. Сырье. Вода. Энергия**

Виды сырья его качество и первичная подготовка. Методы обогащения сырья Флотационное обогащение: теоретические основы, технологическая схема.

Виды и источники энергии в химической технологии. Энергоемкость химико-технологических процессов. Коэффициент использования энергии. Экономия и пути рационального использования энергии и теплоты химических реакций. Использование воды в химической промышленности. Виды природных вод, их характеристика. Показатели воды. Методы их определения. Методы умягчения воды. Обессоливание деаэрация, накипь, профилактика образования и удаление. Очистка питьевой воды. Подготовка технологической промышленной воды. Очистка производственных сточных вод как одна из актуальных проблем современности.

#### **Тема 3. Производство серной кислоты.**

Сырье. Обжиг серного колчедана как пример некаталитического гетерогенного процесса в системе Г-Т, протекающего в диффузной области; его теоретические основы. Печи обжига, сжигание серы. Очистка обжиговых газов. Контактный способ производства серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа. Контактное окисление оксида серы (IV) как пример гетерогенно-каталитического про его теоретические основы. Катализаторы процесса. Контактные аппараты и контактный узел. Абсорбция оксида серы (IV): теоретические основы процесса и схема абсорбционного узла.

Производство серной кислоты по короткой схеме (сырье-сера); методом мокрого катализа (и сероводорода) и из обжигового газа с высоким (почти 100%) содержанием оксида серы (IV). Теоретические основы каждого из перечисленных способов и их технологические схемы.

Нитрозный способ производства серной кислоты: физико-химические основы и технологическая схема.

Основные тенденции развития сернокислотного производства. Методы предотвращения загрязнения окружающей среды на территории сернокислотных заводов.

#### **Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты.**

Сырьевые источники азота и водорода. Методы фиксации атмосферного азота. Синтез

аммиака как пример гетерогенно-каталитического процесса протекающего в кинетической области; его теоретические основы. Технологическая схема производства аммиака при среднем давлении как пример циркуляционного процесса. Колонна синтеза аммиака как разновидность одного из типовых аппаратов, работающих при повышенном давлении и высоких температурах. Охрана окружающей среды на аммиачном заводе. Современное состояние проблемы, фиксация атмосферного азота перспективы ее разрешения. Краткий исторический очерк производства азотной кислоты. Стадии процесса Теоретические основы окисления аммиака до оксида азота (II) Избирательный катализ как основной прием осуществления этого процесса. Оптимальные условия каталитического окисления аммиака.

Катализаторы. Устройство контактного аппарата с сетками из сплавов платины. Переработка нитрозных газов в разбавленную и концентрированную азотную кислоту. Теоретические основы окисления оксида азота (II) и абсорбции продуктов окисления. Влияние температуры и давления на гомогенную реакцию окисления оксида азота (II) до оксида азота (IV) его димеризацию. Влияние тех же факторов на хемосорбционный процесс поглощения оксидов азота и вывод уравнения прямого синтеза концентрированной азотной кислоты под давлением 5-6 МПа в присутствии избытка кислорода.

Схемы производства разбавленной азотной кислоты. Комбинированная схема как наиболее рациональная. Технологические схемы производства концентрированной азотной кислоты. Метод концентрирования разбавленной кислоты; метод прямого синтеза. Свойства и применение азотной кислоты. Тенденции развития ее производства. Охрана окружающей среды на территории азотнокислотных заводов.

#### **Тема 5. Производство минеральных удобрений.**

Способы получения минеральных солей и основные процессы соленой технологии. Значение и классификация минеральных удобрений. Азотные удобрения: аммиачная селитра, карбамид: теоретические основы и технологические схемы производств. другие азотные удобрения.

Фосфорные удобрения. Получение простого суперфосфата как пример многостадийного гетерогенного некаталитического процесса. Технологические схемы производства простого и двойного суперфосфата. Экстракционный и электротермический методы производства фосфорной кислоты. Их сравнительная характеристика. Фосфорные удобрения, получаемые на основе фосфорной кислоты. Калийные удобрения, их применение. Физико-химические основы разделения смеси природных солей на примере получения хлорида калия из сильвинита.

#### **Тема 6. Силикаты**

Виды и применение изделий силикатной промышленности. Технологическая схема производства цемента. Стекла: теория строения стекол, классификация, приготовление шихты, варка стекла (теоретические основы и печи для варки стекла).

Способы формования стеклоизделий: вытягивание, литье, прокат, выдувание, прессование. Охрана окружающей среды на предприятии силикатной промышленности.

#### **Тема 7. Металлургия**

Классификация металлов и сплавов. Методы выделения и очистки металлов и сплавов; их свойства и применение. Проблемы чистоты металлов и сплавов, ее современное состояние.

Металлургия алюминия. Алюминий в природе, его свойства и применение. Сырье. Производство глинозема, криолита и корректирующих добавок: теоретические основы процессов и аппаратуры.

Физико-химические основы электролиза глинозема, расплавленного в криолите: устройство электролизера. Методы очистки алюминия, их характеристика и аппаратное оформление.

Металлургия чугуна и стали. Сырье. Теоретические основы доменной плавки. Доменная установка и основные показатели доменного процесса. Физико-химические

основы конверторных методов получения стали. Кислородно-конверторный метод. Производство стали по методу И.П. Бардина. Физико-химические основы мартеновской плавки. Конструкция мартеновской печи; двухванные печи; применение кислородного дутья в мартеновском процессе. Выплавка стали в электропечах.

#### **Тема 8. Нефть и ее переработка**

Состав и происхождение нефти. Классификация нефтей. Подготовка нефти к переработке. Перегонка нефти. Теоретические основы, установки перегонки нефти, конструкция основных аппаратов. Продукты перегонки. Октановое число бензинов.

Термический крекинг: отличия его от каталитического механизма крекинга и его разновидности. Превращение различных классов углеводородов в процессе каталитической деструкции нефтяного сырья. Схемы термического и каталитического крекинга.

#### **Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения.**

Строение и свойства. Методы получения. Производство синтетических каучуков (СК), в том числе стереорегулярных. Теоретические основы, технологические схемы, устройство основных аппаратов. Получение резиновых изделий. Производство синтетических смол и пластмасс на их основе. Состав пластмасс. Термопластичные смолы, получаемые цепной полимеризацией. Полиэтилен высокого и низкого давления. Полипропилен и другие полимеризационные полимеры. Строение, свойства, получение и применение. Поликонденсационные полимеры. Кремнийорганические ВМС. Химические волокна. Современное состояние и перспективы развития ВМС.

#### **Тема 10. Твердое и газообразное топливо**

Виды твердого топлива. Состав и теплотворная способность топлива. Физико-химические основы коксования каменного угля, коксовые батареи. Улавливание летучих продуктов коксования. Технологическая схема и устройство основных аппаратов. Состав обратного коксового газа и его использование. Газообразное топливо: его виды, характеристика, месторождения. Охрана окружающей среды на территории КХЗ и ГПЗ.

#### **Тема 11. Основной органический синтез.**

Получение водорода из природного газа: теоретические основы и технологическая схема.

Производство и переработка ацетилена. Сравнительная характеристика методов получения.

Производство уксусной кислоты из ацетальдегида, его каталитически окисления.

Производство метанола из синтез - газа: теоретические основы и принципиальная схема.

Производство этанола. Сравнительная характеристика существующих промышленных методов.

Производство бутадиена- 1,3 и изопрена каталитическим дегидрированием бутана и изопентана. Химизм и принципиальная схема процесса. Химическая переработка ароматических углеводородов.

#### **Тема 12. Решение расчетных задач.**

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине**

Лекционные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов. Практические, семинарские занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов. По окончании изучения каждой темы студенты выполняют рейтинговые контрольные работы по темам «Производство серной кислоты», «Производство аммиака и азотной кислоты», «Производство минеральных удобрений», «Силикаты», «Металлургия», «Нефть и ее переработка».

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

**а) основная литература:**

1. Кутепов А.М. Общая химическая технология: Доп. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студ. вузов, ... по спец. химико-технологического профиля. - 3 изд. ; перераб. - М. : ИКЦ "Академкнига", 2007. - 528 с. (20 экз.).

2. Карибьянц М.А. Химическая технология: Лабораторные работы. Вопросы, задачи и задания : учеб. пособие для студентов ... "Химия". - Астрахань : Астраханский ун-т, 2008. - 81 с. (51 экз.).

3. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов 04.03.01 - Химия, по спец. 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия / сост. А.В. Клементьева. - Астрахань : Астраханский ун-т, 2019. - 147 с. (43 экз.).

4. Алтухов К.В. Химическая технология : учеб. пособ. для студентов пед. ин-тов . - М. : Просвещение, 1985. - 304 с. (63 экз.).

5. Граждан К.В., Сборник лабораторных работ по дисциплине "Общая химическая технология" для студентов направления "Химическая технология" / Граждан К.В., Исаева В.А. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2016. - 165 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu\\_043.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_043.html) (ЭБС «Консультант студента»).

6. Лезова С.П., Химическая технология : метод. указания / С.П. Лезова. - М. : МИСиС, 2020. - 29 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_479.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_479.html) (ЭБС «Консультант студента»).

**б) дополнительная литература:**

1. Кутепов А.М. Общая химическая технология : учебник для вузов. - 2-е изд. ; испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1990. - 520 с. (2 экз.).

2. Хейфец Л.И. Химическая технология. Теоретические основы : доп. УМО по классич. ун-т. образованию в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обуч. по направлению ВПО "Химия" и спец. "Фундаментальная и прикладная химия" / под ред. В.В. Лунина. - М. : Академия, 2015. - 464 с. (10 экз.).

3. Общая химическая технология и основы промышленной экологии : доп. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов / Под. ред. В.И. Ксензенко. - 2-е изд. ; стереотип. - М. : КолосС, 2003. - 328 с. (2 экз.).

4. Закгейм А.Ю., Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие / А.Ю. Закгейм - М. : Логос, 2017. - 304 с. - ISBN 978-5-98704-497-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html> (ЭБС «Консультант студента»).

5. Карманов А.П., Технология очистки сточных вод : Учебное пособие. / Карманов А.П., Полина И.Н. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-0238-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902385.html> (ЭБС «Консультант студента»).

**5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Введение. Научные принципы химико-технологических процессов Равновесие в химико-технологическом процессе и оценка возможности его смещения. Применение принципа Ле-Шателье и правила фаз для установления оптимальных условий осуществления процессов в промышленности.	2	Собеседование
Тема 2. Сырье, вода, энергия Методы умягчения воды. Обессоливание, деаэрация, накипь, профилактика образования и удаление. Очистка питьевой воды.	2	Собеседование
Тема 3. Производство серной кислоты Нитрозный способ производства серной кислоты: физико-химические основы и технологическая схема.	4	Рейтинговая контрольная работа 1
Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты Технологическая схема производства аммиака при среднем давлении как пример циркуляционного процесса. Схема производства разбавленной азотной. Комбинированная схема как наиболее рациональная.	4	Рейтинговая контрольная работа 2
Тема 5. Производство минеральных удобрений Способы получения минеральных солей и основные процессы солевой технологии. Значение и классификация минеральных удобрений.	2	Рейтинговая контрольная работа 3
Тема 6. Силикаты Виды и применение изделий силикатной промышленности.	2	Рейтинговая контрольная работа 4
Тема 7. Металлургия Классификация металлов и сплавов. Проблема чистоты металлов и сплавов, ее современное состояние.	4	Рейтинговая контрольная работа 5
Тема 8. Нефть и ее переработка Состав и происхождение нефти. Классификация нефтей. Перегона нефти.	4	Рейтинговая контрольная работа 6
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения Строение, свойства, методы получения высокомолекулярных соединений.	2	Собеседование
Тема 10. Твердое и газообразное топливо Виды твердого топлива. Состав и теплотворная способность топлива. Газообразное топливо, его виды, характеристика, месторождения.	2	Собеседование
Тема 11. Основной органический синтез Получение водорода из природного газа. Теоретические основы и технологическая схема.	2	Собеседование
Тема 12. Решение расчетных задач Решение расчетных задач по вариантам.	2	Практическая работа

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, диспуты, дебаты, портфолио круглые столы и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

### 6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Введение. Научные принципы химико-технологических процессов Равновесие в химико-технологическом процессе и оценка возможности его смещения. Применение принципа Ле-Шателье и правила фаз для установления оптимальных условий осуществления процессов в промышленности.	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено
Тема 2. Сырье, вода, энергия Методы умягчения воды. Обессоливание, деаэрация, накипь, профилактика образования и удаление. Очистка питьевой воды.	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Не предусмотрено
Тема 3. Производство серной кислоты Нитрозный способ производства серной кислоты: физико-химические основы и технологическая схема.	Лекция	Семинар	Не предусмотрено
Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты Технологическая схема производства аммиака при среднем давлении как пример циркуляционного процесса. Схема производства разбавленной азотной. Комбинированная схема как наиболее рациональная.	Лекция	Выполнение практических заданий	Не предусмотрено
Тема 5. Производство минеральных удобрений Способы получения минеральных солей и основные	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных	Не предусмотрено

процессы солевой технологии. Значение и классификация минеральных удобрений.		ситуаций	
Тема 6. Силикаты Виды и применение изделий силикатной промышленности.	Лекция	Семинар	Не предусмотрено
Тема 7. Металлургия Классификация металлов и сплавов. Проблема чистоты металлов и сплавов, ее современное состояние.	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Не предусмотрено
Тема 8. Нефть и ее переработка Состав и происхождение нефти. Классификация нефтей. Перегона нефти.	Лекция-дискуссия	Семинар	Не предусмотрено
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения Строение, свойства, методы получения высокомолекулярных соединений.	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Не предусмотрено
Тема 10. Твердое и газообразное топливо Виды твердого топлива. Состав и теплотворная способность топлива. Газообразное топливо, его виды, характеристика, месторождения.	Лекция	Семинар	Не предусмотрено
Тема 11. Основной органический синтез Получение водорода из природного газа. Теоретические основы и технологическая схема.	Лекция	Семинар	Не предусмотрено
Тема 12. Решение расчетных задач Решение расчетных задач по вариантам.	Лекция	Решение задач	Не предусмотрено

## 6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;

- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

### **6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **6.3.1. Программное обеспечение**

- Adobe Reader. Программа для просмотра электронных документов
- Платформа дистанционного обучения LMS Moodle. Виртуальная обучающая среда
- Mozilla FireFox. Браузер
- Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013. Пакет офисных программ
- 7-zip. Архиватор
- Microsoft Windows 7 Professional. Операционная система
- Kaspersky Endpoint Security. Средство антивирусной защиты
- Google Chrome. Браузер
- OpenOffice. Пакет офисных программ
- Opera. Браузер
- Paint .NET. Растровый графический редактор

#### **6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>
2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>
3. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". <http://dlib.eastview.com> *Имя пользователя: AstrGU*  
*Пароль: AstrGU*
4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1. Паспорт фонда оценочных средств**

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Химическая технология» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины –

последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 - Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Теоретические основы химико-технологических процессов	ПК-1	Собеседование
Сырье, вода, энергия	ПК-1	Собеседование
Производство серной кислоты	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 1
Производство аммиака и азотной кислоты	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 2
Производство минеральных удобрений	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 3
Силикаты	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 4
Металлургия	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 5
Нефть и ее переработка	ПК-1	Рейтинговая контрольная работа 6
Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	ПК-1	Собеседование
Твердое и газообразное топливо	ПК-1	Собеседование
Основной органический синтез	ПК-1	Собеседование
Решение расчетных задач	ПК-1	Практическая работа

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

#### Примерные варианты тестов по дисциплине «Химическая технология»

1. Золото и серебро извлекаются

- 1) ртутью и раствором цианида натрия
- 2) серной кислотой
- 3) силикатом натрия
- 4) сульфатом меди

2. Как называются вещества, используемые в качестве собирателей при флотационном обогащении руд цветных металлов?

- 1) ксантогенаты и дитиофосфаты
- 2) керосин
- 3) соли высших алифатических аминов
- 4) высшие жирные, смоляные и другие кислоты

3. Для придания частицам флотуемости в пульпу добавляются

- 1) собиратели
- 2) активаторы
- 3) подавители
- 4) пенообразователи

4. Активаторы способствуют

- 1) адсорбции собирателей
- 2) десорбции собирателей
- 3) возникновению гидрофильности пустой породы
- 4) подавлению гидрофильности минерала

5. В каких единицах измеряется жесткость воды в нашей стране?

- 1) Мэкв/л
- 2) г/л
- 3) Экв/л
- 4) Мэкв/100мл

6. В качестве коагулянта в процессе очистки воды используется

- 1) Сульфат алюминия
- 2) Известковое молочко
- 3) Фосфат натрия
- 4) Едкий натр

7. При обработке воды коагулянтами, помимо коагуляции легкой взвеси и коллоидных частиц, происходит

- 1) Уменьшение временной жесткости
- 2) Умягчение
- 3) Увеличение общей жесткости
- 4) Увеличение временной жесткости

8. Приведите в соответствие:

1) сульфит натрия и гидразин	1) деаэрация
2) сульфат алюминия и железа (III)	2) коагуляция
3) гидроксид натрия и сода	3) химическое умягчение

9. Как влияет введение катализатора в обратимой системе на скорость реакции?

1) Не смещает химического равновесия: в равной степени ускоряет прямую и обратную реакции

- 2) Ускоряет прямую реакцию
- 3) Ускоряет обратную реакцию
- 4) Не влияет на скорость обеих реакций

10. Для очистки обжигового газа от пыли используются

- 1) Циклон и электрофильтры
- 2) Циклон и вакуум-фильтры
- 3) Электро-и вакуум-фильтры
- 4) Фильтры с асбестом

11. Характеристика процесса обжига серного колчедана

- 1) Многостадийный, гетерогенный, необратимый, экзотермический, некаталитический
- 2) Необратимый, экзотермический, одностадийный, гетерогенный, некаталитический
- 3) Двухстадийный обратимый, экзотермический, гетерогенный, некаталитический
- 4) Трехстадийный, обратимый, эндотермический, гетерогенный, каталитический

12. Назовите наиболее экономичные способы получения водорода для синтеза аммиака.

- 1) конверсия метана, оксида углерода (II), разделение коксового газа
- 2) конверсия метана и электролиз воды
- 3) крекинг метана и электролиз раствора хлорида натрия
- 4) разделение коксового газа, электролиз воды и крекинг метана

13. Назовите способы, с помощью которых выделяют водород коксового газа в промышленности.

- 1) фракционированная конденсация всех составных частей, кроме водорода, при постепенном охлаждении газовой смеси или ректификации после сжигания
- 2) ректификация после предварительного охлаждения коксового газа до  $-190^{\circ}\text{C}$
- 3) конденсация водорода при глубоком охлаждении
- 4) фракционированная конденсация водорода при постепенном охлаждении газовой смеси

14. Каким образом ускоряют процесс конверсии метана и исключения сажеобразования?

- 1) использовать никелевый катализатор и избыток водяного пара
- 2) повысить давление и температуру
- 3) использовать никелевый катализатор и избыток метана
- 4) проводить процесс при пониженном давлении, избытке метана и температуре 1350°С

15. Укажите схему реакции окисления аммиака в отсутствие катализаторов, носящую наибольшую термодинамическую вероятность.

- 1)  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  ( $\Delta H = -1328$  кДж)
- 2)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  ( $\Delta H = -946$  кДж)
- 3)  $4\text{NH}_3 + 4\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$  ( $\Delta H = -1156$  кДж)
- 4)  $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  ( $\Delta H = 91,8$  кДж)

16. Какие основные требования предъявляются к катализаторам процесса окисления аммиака до оксида азота (II)

- 1) селективность и активность
- 2) активность
- 3) стойкость по отношению к примесям, содержащимся в аммиачно-воздушной смеси
- 4) активность, хорошая регенерируемость

17. В процессе окисления аммиака до оксида азота (II) в настоящее время применяется

- 1) сплав платины с родием или палладием
- 2) палладий с родием
- 3) палладий с иридием
- 4) сплав платины с иридием

18. В производстве фосфорных удобрений применяются минералы фосфора

- 1) фосфориты и фторапатиты ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ )
- 2) амблогониты и фосфориты  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2$
- 3) трифелиты и фторапатиты ( $\text{Li}(\text{Fe})\text{MnPO}_4$  и  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ )
- 4) фтор – и гидроксилapatиты ( $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  и  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ )

19. Какая реакция лежит в основе химико-технологического процесса получения простого суперфосфата.

- 1) гетерогенная, многостадийная, некаталитическая, необратимая, экзотермическая
- 2) гетерогенная, некаталитическая, необратимая, экзотермическая
- 3) гетерогенная, обратимая, экзотермическая, одностадийная
- 4) гетерогенная, обратимая, эндотермическая, многостадийная

20. Назовите основные параметры, влияющие на степень разложения фосфата в процессе получения суперфосфата.

- 1) температура, концентрация серной кислоты, степень измельчения сырья и степень перемешивания
- 2) температура, степень измельчения сырья и степень перемешивания
- 3) концентрация серной кислоты, время нахождения сырья в смесителе и камере вызревания
- 4) степень измельчения сырья, степень перемешивания, время нахождения сырья в смесителе и в реакционной камере

21. Какой процесс лежит в основе производства аммиачной селитры?

- 1) хемосорбционный в системе  $\text{NH}_3$  (газ) –  $\text{HNO}_3$  (ж), необратимый, экзотермический
- 2) гетерогенный, обратимый, эндотермический

3) гомогенный, необратимый, экзотермический

4) гомогенный, обратимый, экзотермический

22. Какие параметры оказывают наибольшее влияние на концентрацию образующейся аммиачной селитры?

1) концентрация азотной кислоты и время пребывания их в реакционном аппарате

2) температура реагентов и время пребывания их в реакционном аппарате

3) концентрация азотной кислоты и температура реагентов

4) давление и время пребывания их в реакционном аппарате

23. Какая из перечисленных технологических схем является наиболее рациональной в производстве аммиачной селитры?

1) безупрочного метода

2) с одноступенчатой выпарной установкой

3) с трехступенчатой вакуум-выпарной установкой

4) с двухступенчатой вакуум-выпарной установкой

24. Каким способом получают в промышленности алюминий?

1) электролитическим

2) восстановления оксида алюминия водородом

3) металлотермическим

4) пирометаллургическим

25. Какие соединения являются основным сырьем для получения глинозема?

1) нефелины, бокситы, каолины, алуниты

2) бокситы, карналлит, полевой шпат

3) нефелины, сода, плавиковый шпат, кварц

4) нефелины, бокситы, сода, полевой шпат

### Собеседование

#### Тема 1: «Теоретические основы химико-технологических процессов»

1. Запишите определение химико-технологического процесса. Назовите основные этапы простейшего химико-технологического процесса.
2. Укажите основные этапы производства азотной кислоты. Запишите уравнения основной химической реакции, протекающей на соответствующем этапе производства с указанием параметров процесса.
3. Перечислите основные направления развития химической технологии производства и пути их достижения.
4. Назовите, какие виды смесей вам известны. Перечислите методы разделения неоднородных смесей. Расскажите о методе отстаивания.
5. Перечислите основные термодинамические характеристики химических процессов. Объясните, что показывает энтальпия химической реакции. Приведите по одному примеру химических реакций протекающих с выделением и поглощением теплоты.
6. Охарактеризуйте основные этапы производства аммиака с указанием оборудования, режимов процесса, катализатора. Запишите реакцию синтеза. Принципы оптимизации производства аммиака.
7. Перечислите основные параметры химико-технологического процесса. Укажите параметры обычных и нормальных условий протекания химического процесса.
8. Перечислите промышленные методы производства соляной кислоты. Запишите уравнения реакции, лежащие в основе каждого метода производства. Опишите процесс

синтетического производства соляной кислоты с указанием технологических параметров установок.

9. Охарактеризуйте хроматографический метод разделения смесей. Укажите ученого впервые использовавшего этот метод разделения веществ.
10. Опишите подготовительные этапы ректификации каменноугольной смолы. Что представляет собой каменноугольная смола.
11. Охарактеризуйте термодинамическую характеристику – энергию Гиббса. Что показывает эта функция? Как ее рассчитать? В каких единицах измеряется? Как связана эта термодинамическая характеристика с энтальпией и энтропией химического процесса? Можно ли по значению энергии Гиббса прогнозировать возможность протекания химического процесса?
12. Опишите основные производственные этапы синтеза серной кислоты с указанием технологического оборудования. Запишите соответствующие уравнения реакции на каждом этапе и укажите параметры протекающего процесса (температура, катализатор...)
13. Расскажите, для чего необходимо составлять материальный баланс производственного процесса. Укажите основной закон, лежащий в основе материального баланса. Каким образом на производстве составляют материальный баланс?
14. Опишите процесс ректификации и устройство ректификационной колонны каменноугольной смолы. Назовите фракции, получаемые при перегонке каменноугольной смолы.
15. Опишите, в чем заключается метод экстрагирования смесей. Уточните, для разделения каких смесей, он применяется.
16. Расскажите от каких параметров зависит скорость протекания химической реакции. Укажите, каким образом эти параметры влияют на скорость химического процесса.
17. Расскажите, какие соли обуславливают жесткость воды? Назовите и охарактеризуйте виды жесткости. Опишите основные производственные способы устранения жесткости воды. Напишите уравнения реакций реагентных методов устранения жесткости.
18. Расскажите об основных принципах создания малоотходных химических производств.
19. Дайте определение понятию «сырье». Проклассифицируйте виды сырья химической промышленности.
20. Опишите процесс производства фенолформальдегидных смол. Укажите основные сферы применения этих смол.
21. Объясните, в чем заключается кристаллизационный метод разделения смесей веществ. Приведите примеры применения этого метода в промышленных масштабах. Назовите стадии кристаллизации производственного процесса.
22. Поясните, какие химические процессы называют обратимыми. Можно ли повлиять на смещение химического равновесия обратимых химических реакций? Ответ поясните, используя конкретные примеры.
23. Запишите и поясните формулу для расчета скорости гомогенных химических процессов. Укажите единицы измерения каждого показателя. Поясните термин «гомогенный» процесс.
24. Опишите значение катализа для химико-технологических процессов. Назовите виды каталитических процессов.
25. Расскажите о дистилляционном методе разделения смесей.
26. Опишите производственный процесс синтеза полиэтилена. Назовите основное технологическое оборудование и режимы производства. Запишите реакцию синтеза полиэтилена. Укажите, где применяют полиэтилен высокого и низкого давления.
27. Приведите примеры промышленного гетерогенного катализа. Раскройте сущность гетерогенного катализа. Укажите преимущества этого вида катализа. Расскажите, каким образом можно оптимизировать гетерогенный катализ. Оптимизация гетерогенного катализа.

28. Приведите примеры промышленного гомогенного катализа. Раскройте сущность гомогенного катализа. Укажите достоинства и недостатки этого вида катализа.
29. Опишите производственный процесс синтеза аммонийной селитры. Назовите основное технологическое оборудование и режимы производства. Расскажите о применении аммонийной селитры.
30. Приведите примеры промышленного ферментативного катализа. Запишите определение «ферменты». Укажите основные особенности ферментативного катализа.
31. Опишите основные этапы производства изопренового каучука. Укажите условия синтеза каучука и запишите основную химическую реакцию. Расскажите, где применяют изопреновый каучук и резину.
32. Расскажите о термодинамической функции энтропии химического процесса ( $\Delta S$ ). Что она показывает? Укажите, как влияет изменение температуры на энтропию реакции.
33. Охарактеризуйте следующие технико-экономические показатели химико-технологических процессов: степень превращения исходного реагента (X), расходный коэффициент (A), селективность процесса (S), производительность аппарата (П). Укажите расчетные формулы, поясните единицы измерения этих показателей.
34. Расскажите о магнитном методе разделения смесей веществ. Для каких смесей он применяется? Укажите основной аппарат, используемый в этом методе.
35. Назовите загрязняемые природные среды в процессе химического производства. Расскажите, как максимально уменьшить вред, наносимый природе в ходе химического производственного процесса.
36. Охарактеризуйте следующие технико-экономические показатели химико-технологических процессов: выход целевого продукта ( $\eta$ ), расходный коэффициент (A), мощность установки (аппарата) (N), интенсивность аппарата (I). Укажите расчетные формулы, поясните единицы измерения этих показателей.
37. Запишите формулу для расчета скорости гетерогенного химического процесса. Поясните все показатели и укажите их единицы измерения. Поясните термин «гетерогенный» химический процесс.
38. Расскажите об использовании воды в химической промышленности и основных производственных методах ее очистки (водоподготовки). Запишите уравнения химических реакций отражающих реагентные методы устранения жесткости.
39. Опишите сущность метода центрифугирования, используемого при разделении смесей.
40. Объясните, для чего на производстве составляют тепловой баланс? Сформулируйте основной закон, лежащий в основе составления теплового баланса любого производственного процесса. Поясните, какие теплоты учитываются в статьях расхода и прихода теплового баланса на производстве.

### Собеседование

#### Тема 2: «Сырье, вода, энергия»

1. Промышленные сырьевые ресурсы, их характеристика.
2. Вода в промышленности.
3. Производство и потребление энергии.
4. Основные тенденции развития энергетики РФ на рубеже 21 века. Сырьевая база и структура топливоснабжения РФ.
5. Производство электроэнергии на ТЭЦ, ГРЭС и АЭС.
6. Укажите, какие соли обеспечивают постоянную жесткость воды. Предложите методы устранения постоянной жесткости воды. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями химических реакций. Укажите, какие из этих способов снижения жесткости применяют в промышленных масштабах?

7. Расскажите о разделении веществ методом отстаивания и декантации. Опишите виды промышленных отстойников.
8. Опишите классификацию минеральных удобрений. Расскажите о пользе и вреде различных минеральных удобрений для человека и окружающей среды.
9. Перечислите методы разделения однородных смесей и методы разделения неоднородных смесей веществ. Опишите сущность метода фильтрования. Укажите, каким образом можно ускорить процесс фильтрования.

### **Контрольная работа 1**

#### ***Тема 3: Производство серной кислоты***

##### **Вариант 1**

1. Контактное окисление  $\text{SO}_2$  как пример гетерогенного каталитического процесса.
2. Технологическая схема «мокрого катализа». Устройство, принцип действия основных аппаратов и всей технологической схемы процесса. Особенности. Какие принципы химической технологии здесь реализуются?
3. Какое количество обжигового газа, содержащего 7% оксида серы (IV) (по объему), необходимо затратить для получения 1 т серной кислоты, если степень использования  $\text{SO}_2$  составляет 95%?
4. Сколько тонн 75%-ной башенной кислоты получится из 1 т колчедана, содержащего 45% серы? Колчедан считать сухим. Степень использования  $\text{SO}_2$  составляет 99,5%?

##### **Вариант 2**

1. Абсорбция  $\text{SO}_3$  из газа как пример хемосорбционного процесса в системе «газ-жидкость». Обоснование технологической схемы.
2. Короткая схема производства серной кислоты из серы. Какие принципы химической технологии здесь реализуются?
3. Почему при окислении  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  стремятся поддерживать по возможности умеренную температуру, например,  $500^\circ\text{C}$ ? Почему не применяют более высокую температуру, несмотря на то, что скорость реакции при этом повышается?
4. Какое количество воздуха ( $\text{м}^3$ ) необходимо для получения 1 т  $\text{SO}_2$  из  $\text{H}_2\text{S}$ ? Содержание  $\text{O}_2$  в воздухе считать 21% (по объему). Потери  $\text{SO}_2$  при сжигании  $\text{H}_2\text{S}$  составляют 2%.

### **Контрольная работа 2**

#### ***Тема 4: Производство аммиака и азотной кислоты***

##### **Вариант 1**

1. Синтез аммиака при среднем давлении как пример циркуляционного процесса. Его сущность и обоснование необходимости для данного синтеза.
2. Методы очистки хвостовых газов в производстве азотной кислоты. Их сравнительная оценка.
3. Определить степень превращения  $\text{NH}_3$  воздушно-аммиачной смеси, если на титрование 400 мл исходной смеси расходуется 10 мл  $\text{HNO}_3$  ( $C=0,1$  моль/л), а на титрование конечного продукта окисления того же объема затрачен раствор  $\text{NaOH}$  объемом 6 мл ( $C=0,1$  моль/л).
4. Какое количество (кг)  $\text{N}_2\text{O}_4$  потребуется для получения 1 т концентрированной  $\text{HNO}_3$  (98%), если степень превращения  $\text{N}_2\text{O}_4$  составляет 100%.

## Вариант 2

1. Влияние кинетических и термодинамических факторов на реакцию синтеза аммиака из азота и водорода. Вывести оптимальные условия проведения этого синтеза.
2. Сравнительная характеристика технологических схем производства разбавленной азотной кислоты.
3. Какой объем газовой смеси с объемной долей  $\text{NH}_3$  0,11 необходим для получения  $\text{HNO}_3$  массой 1 т при отсутствии потерь азота?
4. При  $400^\circ\text{C}$  и давлении 300 атм в равновесии с азотоводородной смесью находится 47%  $\text{NH}_3$  (по объему). Исходя из уравнения реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ , определите количество аммиака, азота и водорода (в л), содержащееся в указанных условиях в  $1 \text{ м}^3$  газовой смеси.

## Контрольная работа 3

### Тема 5: Минеральные удобрения

#### Вариант 1

1. Основные научные принципы химической технологии, реализуемые в производстве минеральных удобрений.
2. Дайте обоснование технологической схемы производства экстракционной фосфорной кислоты.
3. Какое количество сильвинита, содержащего 25%  $\text{KCl}$ , нужно переработать для получения 225 т хлорида калия, если примеси в сильвините составляют 21,5%, а производственные потери 7,2%.
4. Вычислить массовую долю  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в водном растворе аммиачной селитры, образующемся при нейтрализации 62%  $\text{HNO}_3$  аммиаком, если потерь реагирующих веществ нет и вода не испаряется.

#### Вариант 2

1. Гетерогенные некаталитические процессы, протекающие в кинетической области, в производстве минеральных удобрений.
2. Дайте обоснование галлургического способа извлечения хлористого калия из сильвинита.
3. Какую массу чистой аммиачной селитры следует внести на 1 га, чтобы заменить 85 кг натриевой селитры, в которой содержится 16% азота?
4. Определить расход аммиака на нейтрализацию фосфорной кислоты массой 1000 кг, имеющей следующий состав (в массовых долях):  $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,25$ ;  $\text{SO}_3 - 0,037$ ;  $\text{MgO} - 0,036$ . Содержанием других примесей пренебречь.

## Контрольная работа 4

### Тема 6: Силикаты

#### Вариант 1

1. Вычислите коэффициент насыщения по следующим данным состава цемента:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  53%;  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  17%;  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  12%;  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  13%; свободный кремнезем 4%; свободный  $\text{CaO}$  0,47%;  $\text{SiO}_2$  0,53%.
2. Определите выход цементного клинкера из  $5000 \text{ м}^3$  исходного шлама, плотность которого  $1080 \text{ кг/м}^3$ , влажность 36%, унос пыли 7% от сухого вещества в массе. Печь работает на газовом топливе.

3. Для получения  $1000 \text{ м}^3$  керамзитобетона пошло 250 т цемента, 680 т керамзитового гравия, 150 кг пер литового песка и  $336 \text{ м}^3$  воды. Определите плотность полученного бетона, если 25 % воды испаряется в процессе созревания. К какой группе (по плотности) относится подобный бетон?

### Вариант 2

1. При производстве газобетона в качестве газообразователя применяют алюминиевую пудру. В бетонной смеси при этом происходит следующая реакция:  $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2 + 3\text{H}_2$ . Определите примерную пористость бетонной массы при расходе 270 г алюминия на  $1 \text{ м}^3$  газобетона.

2. Для удешевления производства тарного стекла вместо соды используют смесь минерала мирабилита с углем. Вычислите расходные коэффициенты для сырья с учетом вышеуказанной замены для получения 1 т стекла следующего состава:  $\text{SiO}_2$  72%;  $\text{Na}_2\text{O}$  16%;  $\text{CaO}$  5,2%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,5% и  $\text{MgO}$  3,3% (по массе).

3. Для получения жидкого стекла используют так называемую силикат-глыбу общего состава  $\text{R}_2\text{O} \cdot n\text{RO}_2$ , где  $n$  колеблется от 2,65 до 4. Определите расходные коэффициенты карбоната натрия и кремнезема для получения 1 т силикат-глыбы с  $n=3$ .

## Контрольная работа 5

### Тема 7: Металлургия

#### Вариант 1

1. Используя данные диаграммы состояния железо-углерод, определите структурные изменения в сплаве при 1173 К и снижении массовой доли углерода с 5 до 0,5 %. Что обозначают эти компоненты структуры? Сколько цементита содержится в 1 т сплава, в котором обнаружено 2,6% углерода (по массе), причем 3Д его связано химически?

2. Рассчитайте 30-суточную производительность агломерационной машины в расчете на  $1 \text{ м}^2$  площади спекания, если в сутки машина производит 3600 т агломерата, а площадь аглоленты  $252 \text{ м}^2$ .

3. Массовые доли  $\text{CaO}$  и  $\text{SiO}_2$  в офлюсованном агломерате соответственно равны 0,1 и 0,12. Сколько известняка необходимо добавить к 1000 т такого агломерата, чтобы связать остаточный кремнезем в моно силикат кальция? Массовая доля  $\text{CaCO}_3$  в известняке 90 %.

#### Вариант 2

1. Какая масса оксида железа (II) вступила в процессе мартеновской плавки в реакцию дефосфоризации 1200 т чугуна, в составе которого 0,5% P, если в основном продукте было обнаружено 0,001 % фосфора (по массе)? Выход стали 90% от чугуна.

2. Доменный газ состава (в % по объему)  $28 \text{ CO}$ ;  $2,7 \text{ H}_2$ ;  $58,5 \text{ N}_2$ ;  $10,5 \text{ CO}_2$ ;  $0,3 \text{ CH}_4$  сгорает в воздухонагревателе при избытке воздуха 20%. Определите: а) расход воздуха на сжигание  $10000 \text{ м}^3$  доменного газа; б) состав газа, выходящего из воздухонагревателя; в) теплоту, выделяемую при сжигании этого объема газа.

3. Напишите уравнения реакций, происходящих в мартеновской печи в слоях шлака и металла. Какой объем оксида углерода (II) при нормальных условиях образуется в мартеновской печи, если массовая доля углерода в 600 т металла снизилась с 5 до 1 %?

## Контрольная работа 6

### Тема 8: Нефть и ее переработка

## Вариант 1

1. Определите, какую массу пыли за год рассеет на прилегающих площадях тепловая электростанция мощностью 0,5 млн. кВт, работающая на буром угле КАТЭК, если ее КПД 15%. Потери с уносом составляют 1,5% от массы угля. Сколько железнодорожных вагонов грузоподъемностью 60 т необходимо для перевозки этой пыли?
2. При получении водорода парокислородной конверсией метана часть сырья сгорает в самом реакторе. Процессы здесь могут быть выражены уравнениями:  
 $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 = 2\text{CO} + 4\text{H}_2 + 66,88 \text{ кДж/моль}$   
 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2 + 209 \text{ кДж/моль}$ . Следует подобрать состав трехкомпонентной газовой фазы в молях ( $x\text{CH}_4 : y\text{O}_2 : z\text{H}_2\text{O}$ ) так, чтобы суммарная удельная теплота реакции была близка к нулю.
3. Торфяной воск получают экстрагированием торфа. Расходный коэффициент сырья 16,7 кг/кг. Какую массу кускового торфа в (т) с влажностью 40% надо добыть, чтобы получить массу воска 500 т?

## Собеседование

### Тема 9: «Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения»

1. Строение и свойства. Методы получения. Производство синтетических каучуков (СК), в том числе стереорегулярных.
2. Теоретические основы, технологические схемы, устройство основных аппаратов.
3. Получение резиновых изделий.
4. Производство синтетических смол и пластмасс на их основе. Состав пластмасс.
5. Термопластичные смолы, получаемые цепной полимеризацией.
6. Полиэтилен высокого и низкого давления. Полипропилен и другие полимеризационные полимеры. Строение, свойства, получение и применение.
7. Поликонденсационные полимеры.
8. Кремнийорганические ВМС.
9. Химические волокна.
10. Современное состояние и перспективы развития ВМС.

## Собеседование

### Тема 10: «Твердое и газообразное топливо»

1. Виды твердого топлива.
2. Состав и теплотворная способность топлива.
3. Физико-химические основы коксования каменного угля, коксовые батареи. Улавливание летучих продуктов коксования.
4. Технологическая схема и устройство основных аппаратов.
5. Состав обратного коксового газа и его использование.
6. Газообразное топливо: его виды, характеристика, месторождения.
7. Охрана окружающей среды на территории КХЗ и ГПЗ.

## Собеседование

### Тема 10: «Основной органический синтез»

1. Получение водорода из природного газа: теоретические основы и технологическая схема.
2. Производство и переработка ацетилена. Сравнительная характеристика методов получения.
3. Производство уксусной кислоты из ацетальдегида, его каталитически окисления.

4. Производство метанола из синтез - газа: теоретические основы и принципиальная схема.
5. Производство этанола. Сравнительная характеристика существующих промышленных методов.
6. Производство бутадиена- 1,3 и изопрена каталитическим дегидрированием бутана и изопентана. Химизм и принципиальная схема процесса. Химическая переработка ароматических углеводородов.

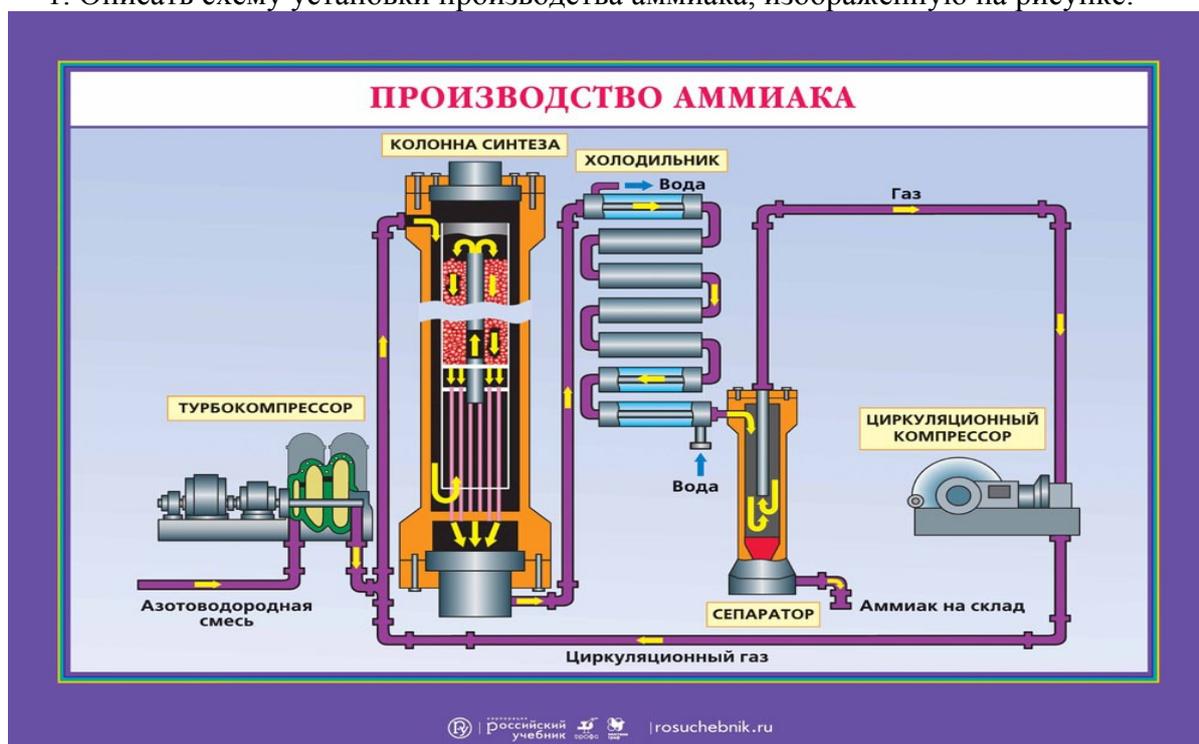
### Практическая работа

#### Тема 12: «Решение расчетных задач»

#### Вариант 1.

Выполнить решение следующих задач:

1. Описать схему установки производства аммиака, изображенную на рисунке:

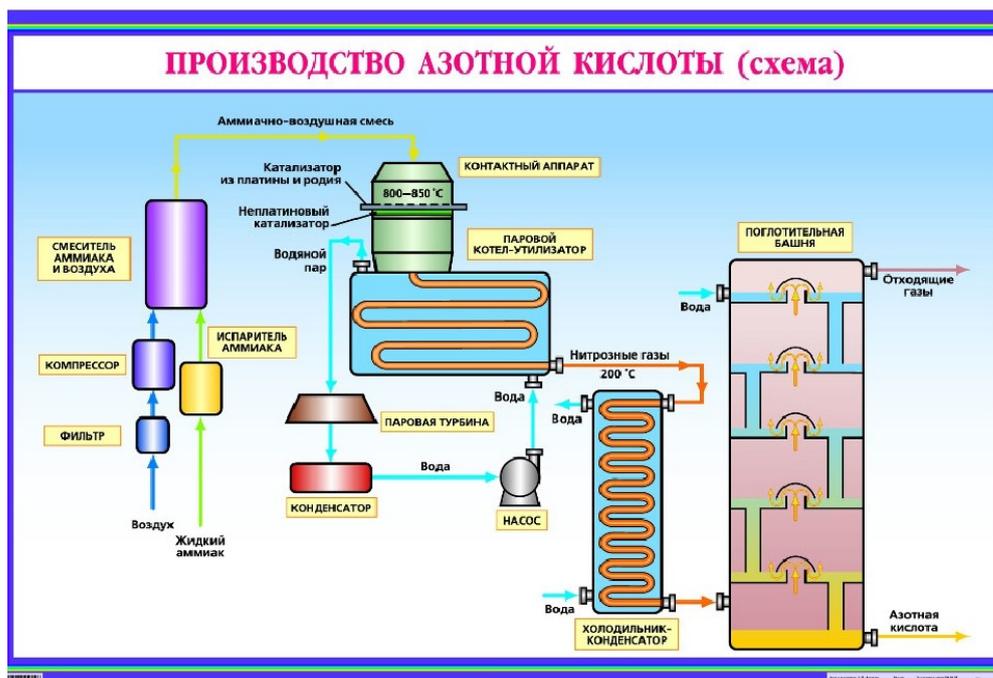


2. Определить степень превращения  $\text{NH}_3$  воздушно-аммиачной смеси, если на титрование 400 мл исходной смеси расходуется 10 мл  $\text{HNO}_3$  ( $C=0,1$  моль/л), а на титрование конечного продукта окисления того же объема затрачен раствор  $\text{NaOH}$  объемом 6 мл ( $C=0,1$  моль/л).
3. Какое количество (кг)  $\text{N}_2\text{O}_4$  потребуется для получения 1 т концентрированной  $\text{HNO}_3$  (98%), если степень превращения  $\text{N}_2\text{O}_4$  составляет 100%.

#### Вариант 2

Выполнить решение следующих задач

1. Дайте описание технологического процесса производства азотной кислоты



2. Какой объем газовой смеси с объемной долей  $\text{NH}_3$  0,11 необходим для получения  $\text{HNO}_3$  массой 1 т при отсутствии потерь азота?

3. При  $400^\circ\text{C}$  и давлении 300 атм в равновесии с азотоводородной смесью находится 47%  $\text{NH}_3$  (по объему). Исходя из уравнения реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ , определите количество аммиака, азота и водорода (в л), содержащееся в указанных условиях в  $1 \text{ м}^3$  газовой смеси.

### Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачет

1. В чем причина различного состава продуктов термического и каталитического крекинга? Каковы преимущества каждого?

2. Привести примеры применения гетерогенных процессов в системе «газ-жидкость»:

- а) как самостоятельных процессов для получения необходимых продуктов;
- б) как вспомогательных процессов.

3. Какие факторы влияют на скорость процессов, протекающих в диффузионной области? Дать обоснованный ответ с приведением примеров.

4. Превращение олефинов, диенов и циклопарафинов в процессе термического крекинга.

5. Утилизация тепла как метод создания оптимального температурного режима.

Привести примеры с их подробным объяснением.

6. Методы очистки алюминия, в том числе получение алюминия высокой чистоты. Их физико-химические основы.

7. Современный способ получения алюминия как пример электротермического процесса. Его теоретические основы.

8. Влияние каких факторов определяет строение и свойства фенолоформальдегидных смол? Дать обоснованный ответ.

9. Дать обоснование технологической схемы производства аммиачной селитры.

10. Конверторные способы производства стали. Отличия в химизме процессов. Преимущества и недостатки каждого.

11. Сравнительная характеристика методов получения полиэтилена. Химизм процессов, влияние их на строение, свойства и применение полиэтиленов.

12. Каковы особенности конструкции типовых аппаратов для осуществления абсорбционных процессов? Привести различные примеры.

13. Катализаторы контактного окисления  $\text{SO}_2$ , в  $\text{SO}_3$ . Их состав, принцип действия.

14. Теоретические основы Томасовской конверторной плавки.
15. Основные условия получения карбамида и обоснование технологической схемы его производства.
16. Теоретические основы превращения парафиновых углеводородов в процессе термического крекинга нефтяного сырья при давлениях, близких к атмосферному.
17. Дать обоснование технологической схемы комбинированного способа производства разбавленной азотной кислоты.
18. Современные методы облагораживания черных сплавов. Их физико-химическая сущность и краткое описание технологии осуществления.
19. Классификация, краткая характеристика минеральных фосфорных удобрений. Реакции, лежащие в основе их получения.
20. Технологическая схема и теория «мокрого катализа». Устройство, принцип действия аппаратов и всей технологической схемы. Особенности.
21. Теоретические основы прямого синтеза концентрированной азотной кислоты.
22. Устройство доменной печи и оборудование доменного цеха. Химизм происходящих в доменной печи процессов.
23. Новолачные смолы и пластмассы на их основе. Химизм и аппаратура для получения новолачных смол: состав пластмасс и свойства изделий на их основе.
24. Синтез аммиака при среднем давлении как пример циркуляционного процесса. Его сущность и обоснование необходимости для данного синтеза.
25. Теоретические основы абсорбции нитрозных газов в производстве азотной кислоты.
26. Основные факторы, влияющие на процесс образования аммиачной селитры и обоснование безупрочного способа ее производства.
27. Устройство и принцип действия технологической схемы перегонки нефти на вакуумно-атмосферной установке.
28. Теоретические основы нитрозного способа производства серной кислоты.
29. Галлургия как метод разделения природных смесей солей. Применение этого метода для извлечения хлористого калия из сильвинита.
30. Выплавка стали в электропечах. Их устройство. Преимущества этого способа получения стали. Химизм процессов, протекающих при выплавке стали в электропечах.
31. Влияние кинетических и термодинамических факторов на реакцию синтеза аммиака из азота и водорода. Вывод оптимальных условий проведения этого синтеза.
32. Катализаторы контактного окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$ . Их состав, принцип действия.
33. Электротермический метод получения алюминия из глинозема.
34. Получение глинозема гидрощелочным методом.
35. Катализаторы крекинга нефти, активность. Разновидность алюмосиликатных катализаторов, цеолиты. Теоретические основы каталитического крекинга.
36. Окисление аммиака как пример гетерогенно-каталитического процесса. Его физико-химическая сущность.
37. Контактное окисление  $\text{SO}_2$ , как пример гетерогенного каталитического процесса.
38. Сравнительная характеристика методов получения двойного суперфосфата.
39. Основные методы фиксации атмосферного азота. Их сравнительная характеристика.
40. Превращение олефинов, диенов и циклопарафинов в процессе термического крекинга.
41. Утилизация тепла как метод создания оптимального температурного режима. Привести примеры с их подробным объяснением.
42. Методы очистки алюминия, в том числе получение алюминия высокой чистоты. Их физико-химические основы.
43. Конверторные способы производства стали. Отличия в химизме процессов. Преимущества и недостатки каждого.
44. Сравнительная характеристика методов получения полиэтилена. Химизм процессов,

влияние их на строение, свойства и применение полиэтиленов.

45. Каковы особенности конструкции силовых аппаратов для осуществления абсорбционных процессов? Привести различные примеры.

46. Сырье в производстве чугуна. Роль каждого компонента шихты. Подготовка сырья.

47. Методы получения металлов. Реакции, лежащие в их основе.

48. Влияние давления, температуры и концентрации образующейся азотной кислоты на степень абсорбции нитрозных газов водой. Вывести химическое уравнение реакции прямого синтеза концентрированной азотной кислоты.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК –1 Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности</i>				
1.	Задание закрытого типа	Как называются вещества, используемые в качестве собирателей при флотационном обогащении руд цветных металлов? 1) ксантогенаты и дитиофосфаты 2) керосин 3) соли высших алифатических аминов 4) высшие жирные, смоляные и другие кислоты	3) соли высших алифатических аминов	3
2.		В каких единицах измеряется жесткость воды в нашей стране? 1) Мэкв/л 2) г/л 3) Экв/л 4) Мэкв/100мл	2) г/л	3
3.		Как влияет введение катализатора в обратимой системе на скорость реакции? 1) Не смещает химического равновесия: в равной степени ускоряет прямую и обратную реакции 2) Ускоряет прямую реакцию 3) Ускоряет обратную реакцию 4) Не влияет на скорость обеих реакций	2) Ускоряет прямую реакцию	5
4.		Какая реакция лежит в основе химико-технологического процесса получения простого суперфосфата. 1) гетерогенная, многостадийная,	1) гетерогенная, многостадийная, некаталитическая, необратимая, экзотермическая	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>некаталитическая, необратимая, экзотермическая</p> <p>2) гетерогенная, некаталитическая, необратимая, экзотермическая</p> <p>3) гетерогенная, обратимая, экзотермическая, одностадийная</p> <p>4) гетерогенная, обратимая, эндотермическая, многостадийная</p>		
5.	Задание открытого типа	Назовите основные параметры, влияющие на степень разложения фосфата в процессе получения суперфосфата.	Основными параметрами, влияющими на степень разложения фосфата в процессе получения суперфосфата являются температура, концентрация серной кислоты, степень измельчения сырья и степень перемешивания, время нахождения сырья в смесителе и камере вызревания	5
6.		Какой процесс лежит в основе производства аммиачной селитры?	В основе производства минерального удобрения аммиачная селитра находятся: хемосорбционный в системе $\text{NH}_3$ (газ) – $\text{HNO}_3$ (ж), необратимый, экзотермический, гетерогенный процесс	7

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
7.		Какие соединения являются основным сырьем для получения глинозема?	Основными соединениями, которые являются главным сырьем для получения глинозема – это нефелины, бокситы, каолины, алуниты, карналлит, сода, плавиковый шпат, кварц	5
8.		Назовите основные регулируемые характеристики процесса обжига серного колчедана	Основными оптимальными условиями процесса обжига серного (железного) колчедана являются следующие: это гетерогенный, необратимый, экзотермический, некаталитический процесс, протекающий с большими затратами энергии, при температуре 1000° С, в печах кипящего слоя и выходом обжигового газа 14-16%.	10
9.		Назовите наиболее экономичные способы получения водорода для синтеза аммиака.	Наиболее экономичными способами получения водорода для синтеза аммиака являются конверсия метана, оксида углерода (II),	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			разделение коксового газа, крекинг метана электролиз раствора хлорида натрия, разделение коксового газа, электролиз воды.	
10.	Задание комбинированного типа	В процессе окисления аммиака до оксида азота (II) в настоящее время применяется 1) сплав платины с родием или палладием 2) палладий с родием 3) палладий с иридием 4) сплав платины с иридием Свой выбор обоснуйте.	1) сплав платины с родием или палладием Платина является достаточно дорогим материалом. К тому же платина достаточно быстро разрушается в ходе процесса. Поэтому в качестве катализаторов стали использовать сплавы платины с родием и палладием. Они достаточно прочные и пластичные.	5

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	Тест и Контрольная работа №1	2/7,5	15	по расписанию
2.	Контрольная работа №2	1/15	15	по расписанию
3.	Тест и Контрольная работа №3	2/7,5	15	по расписанию
4.	Контрольная работа №4	15	15	по

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
				расписанию
5.	Контрольная работа №5	15	15	по расписанию
6.	Контрольная работа №6	15	15	по расписанию
<b>Всего</b>			<b>90</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
7.	Посещение занятий		4	по расписанию
8.	Своевременное выполнение всех заданий		4	по расписанию
9.	Активность на занятии		2	по расписанию
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-3
<i>Неготовность к занятию</i>	-2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-3

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Основная литература:

1. Летовальцев, А. О. Химическая технология : нефть и способы ее переработки, пиролиз древесины, косвенные способы измерения физических величин в технологии, анализ газовых смесей, технология керамики : учебное пособие / А. О. Летовальцев, Е. А. Решетникова. - Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2023. - 132 с. - ISBN 978-5-9275-4477-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927544776.html> (дата обращения: 15.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Нифталиев, С. И. Химическая технология неорганических кислот, солей и щелочей : учебное пособие / С. И. Нифталиев, С. Е. Плотникова, Е. М. Горбунова, Ю. С. Перегудов. - Воронеж : ВГУИТ, 2021. - 78 с. - ISBN 978-5-00032-565-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000325650.html> (дата обращения: 15.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

### **8.2. Дополнительная литература:**

3. Закгейм А.Ю., Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие / А.Ю. Закгейм - М. : Логос, 2017. - 304 с. - ISBN 978-5-98704-497-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html> (ЭБС «Консультант студента»).

4. Карманов А.П., Технология очистки сточных вод : Учебное пособие. / Карманов А.П., Полина И.Н. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-0238-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902385.html> (ЭБС «Консультант студента»).

5. Лезова С.П., Химическая технология : метод. указания / С.П. Лезова. - М. : МИСиС, 2020. - 29 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_479.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_479.html) (ЭБС «Консультант студента»).

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru> Учетная запись образовательного портала АГУ

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru). *Регистрация с компьютеров АГУ*

3. Электронно-библиотечная система ВООК.ru

## **9. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для проведения лекционных и семинарских занятий. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).