

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ А.Г. Тырков,  
профессор, д.х.н.

«31» августа 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой химии

\_\_\_\_\_ Л.А.Джигола,  
доцент, к.х.н.

«31» августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Составитель	Клементьева А.В., к.х.н., доцент
Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль) ОПОП	Химия
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	Очная
Год приема (курс)	2023
Курс	2
Семестр	4

## 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 относится к базовой части блока (Б1.Б.14) учебного плана.

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

- физические и физико-химические методы исследования в химии (применение современных методов анализа в химических исследованиях)
- основы токсикологии (биогенные металлы и комплексы, их влияние на живую материю)
- современные методы химического анализа (практическое использование методов для анализа биологических объектов).

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:  
**а) профессиональных (ОПК):**

ОПК – 1 «Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений»;

ОПК-2 «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием».

**б) универсальных (УК):**

УК-8. «Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов».

**Таблица 1- Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Владеть
<i>ОПК –1</i>	<p>ИОПК-1.1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений</p> <p>ИОПК-1.1.2. Анализирует теоретические основы и основные положения теории фундаментальных разделов химической технологии</p> <p>ИОПК-1.1.3. Систематизирует и анализирует результаты химических результаты расчетов свойств веществ и материалов</p>	<p>ИОПК-1.2.1. Составляет схему анализа, выбирает оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества</p> <p>ИОПК-1.2.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ</p> <p>ИОПК-1.2.3. Выполняет итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа, использовать возможности химических и физико-химических методов анализа</p> <p>ИОПК-1.2.4. использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>	<p>ИОПК-1.3.1. Имеет навыки статистической обработки экспериментальных данных, способами ориентации в профессиональных источниках информации</p> <p>ИОПК-1.3.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных</p> <p>ИОПК-1.3.3. Анализирует собственные экспериментальные и расчетно-теоретических работы химической направленности.</p>
<i>ОПК-2</i>	<p>ИОПК—2.1.1. Работает</p>	<p>ИОПК-2.2.1. Проводит</p>	<p>ИОПК-2.3.1. Проводит</p>

	<p>химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; ИОПК-2.1.2. Соблюдает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>исследования материалов разной природы с использованием имеющихся методик ИОПК-2.2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p>	<p>стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ИОПК-2.3.2. Синтезирует, анализирует, изучает структуры и свойства веществ и материалов, исследует процессы с их участием ОПК-2.3.3. Проводит исследования.</p>
УК-8	<p>ИУК-8.1.1 Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений) ИУК-8.1.2 Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте</p>	<p>ИУК-8.2.1 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2.2 Предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций</p>	<p>ИУК-8.3.1 Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; ИУК-8.3.2 Оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, в том числе 90 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лекции, 72 часа – лабораторные работы), и 72 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2- Структура и содержание дисциплины**

Раздел, тема дисциплины	С е м е с т р	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1 Введение. Теоретические основы химико-технологических процессов	4	1		2		6	Тестовые задания
Тема 2 Сырье, вода, энергия	4	1		4		6	Опрос по лабораторной работе 1
Тема 3 Производство серной кислоты	4	2		8		6	Опрос по лабораторной работе 2 Рейтинговая контрольная работа 1
Тема 4 Производство аммиака и азотной кислоты	4	2		8		6	Опрос по лабораторной работе 3 Рейтинговая контрольная работа 2
Тема 5 Производство минеральных удобрений	4	2		6		6	Опрос по лабораторной работе 4 Рейтинговая контрольная работа 3
Тема 6 Силикаты	4	1		4		6	Опрос по лабораторной работе 5 Рейтинговая контрольная работа 4
Тема 7 Металлургия	4	2		6		6	Опрос по лабораторной работе 6 Рейтинговая контрольная работа 5
Тема 8 Нефть и ее переработка	4	2		8		6	Рейтинговая контрольная работа 6
Тема 9 Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	4	1		6		6	Тестовые задания
Тема 10 Твердое и газообразное топливо	4	1		6		6	Семинар
Тема 11 Основной органический синтез	4	1		4		6	Семинар
Тема 12 Решение расчетных задач	4	2		10		6	Итоговый тест
<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	Защита курсовой работы, экзамен 6 семестр

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 тем учебной дисциплины и формируемых в них компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции			
		ОПК-1	ОПК-2	УК-8	Общее количество компетенций
Тема 1. Введение. Научные принципы химико-технологических процессов	9	+			1
Тема 2. Сырье, вода, энергия	11	+	+		2
Тема 3. Производство серной кислоты	16	+	+	+	3
Тема 4. Производство аммиака и азотной кислоты	16	+	+	+	3
Тема 5. Производство минеральных удобрений	14	+	+	+	3
Тема 6. Силикаты	11	+		+	2
Тема 7. Металлургия	14	+	+	+	3
Тема 8. Нефть и ее переработка	16	+		+	2
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	13	+		+	2
Тема 10. Твердое и газообразное топливо	13	+	+	+	3
Тема 11. Основной органический синтез	11	+	+	+	3
Тема 12. Решение расчетных задач	18	+	+		2
Курсовая работа	18	+			1
<b>Итого</b>	<b>180</b>				

## 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 синтеза - 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. Лабораторные 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». По окончании прохождения курса студенты выполняют курсовую работу.

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.	6	Собеседование

Тема 2. Сырье, вода, энергия Методы умягчения воды. Обессоливание, деаэрация, накипь, профилактика образования и удаление. Очистка питьевой воды.	6	Собеседование
Тема 3. Производство серной кислоты Нитрозный способ производства серной кислоты: физико-химические основы и технологическая схема.	6	Доклад
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.	6	Доклад
Тема 5. Производство минеральных удобрений Способы получения минеральных солей и основные процессы солевой технологии. Значение и классификация минеральных удобрений.	6	Эссе
Тема 6. Силикаты Виды и применение изделий силикатной промышленности.	6	Реферат
Тема 7. Металлургия Классификация металлов и сплавов. Проблема чистоты металлов и сплавов, ее современное состояние.	6	Реферат
Тема 8. Нефть и ее переработка Состав и происхождение нефти. Классификация нефтей. Перегона нефти.	6	Собеседование
Тема 9. Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения Строение, свойства, методы получения высокомолекулярных соединений.	6	Собеседование
Тема 10. Твердое и газообразное топливо Виды твердого топлива. Состав и теплотворная способность топлива. Газообразное топливо, его виды, характеристика, месторождения.	6	Доклад
Тема 11. Основной органический синтез Получение водорода из природного газа. Теоретические основы и технологическая схема.	6	Эссе
Тема 12. Решение расчетных задач Решение расчетных задач по вариантам.	6	Проверка решений задач

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.**

Темы курсовой работы по дисциплине «Химическая технология» выбираются студентами в течение февраля месяца и обсуждаются с руководителем курсовой работы. Сдача и защита курсовой работы осуществляется в конце 5 семестра. Допускается самостоятельный выбор студентом темы курсовой работы. Примерные темы курсовой работы:

1. Влияние фосфора на качества стали и сравнительная оценка содержания фосфора в сталях различных марок.
2. Роль кремния в черных сплавах и сравнительная оценка его содержания в чугунах и сталях различных марок.
3. Поликонденсационные полимеры. Механизм реакций, строение, свойства, применение. Методы анализа.
4. Полимеризационные полимеры. Механизм реакций, строение, свойства, применение.
5. Исследование динамики изменения жесткости водопроводной воды в осенне-зимний

период.

6. Исследование нитрификационных равновесий в природной воде в осенний период.

7. Проблема загрязнения водоемов производственными сточными водами и методы их очистки.

8. Катализ и катализаторы в химической промышленности.

9. Проблема утилизации производственных отходов и комплексного использования сырья в современной химической промышленности.

10. Фосфорные удобрения. Сравнительная оценка содержания фосфора в различных видах фосфорных удобрений.

## 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.

Название образовательной технологии	Темы, разделы дисциплины	Краткое описание применяемой технологии
Лабораторное занятие	<p>Анализ суперфосфата</p> <p>Студенты должны усвоить: Фосфор в фосфорных удобрениях может находиться в водо- и цитраторастворимой форме. Следовательно, в процессе анализа необходимо получить две вытяжки.</p> <p>Студенты должны научиться: готовить водную и цитратную вытяжки, проводить осаждение в аммиачной среде с помощью селективного реагента, выдерживать для формирования осадка, умело проводить фильтрацию, сушку и прокалывание в муфельной печи; правильно проводить расчеты.</p>	<p>Мотивация. Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы (понятие о фосфорных удобрениях, весовом анализе, применение его для определения фосфора в различных видах фосфорных удобрений).</p> <p>Содержание занятия. Первый этап – сформулировать.</p> <p>Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы.</p> <p>Второй этап – поделиться.</p> <p>Студенты объединяются в пары для обсуждения методики выполнения эксперимента.</p> <p>Третий этап – создать.</p> <p>Студенты вместе выполняют работу по намеченной методике и все расчеты, связанные с выполнением работы.</p> <p>Четвертый этап – проверить.</p> <p>Работает вся группа. Несколько</p>

		<p>пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения.</p> <p>Оборудование и реактивы: лабораторная посуда, бюретки, штативы, мерные колбы, цилиндры, ступки с пестиками, весы.</p> <p>Контрольно-корректировочный этап. Осуществить анализ собственного опыта. Проведение тестирования студентов.</p>
Учебный проект	<p><b>Решение расчетных задач</b> Студенты должны усвоить: основные методы решения задач, связанных с техническим анализом веществ, материалов и их синтезом.</p> <p>Студенты должны научиться: выбирать правильный подход для решения задач различного типа.</p>	<p>Создание ситуации, в которой у студентов возникает потребность в изучении различных подходов к решению задач, связанных с синтезом и техническим анализом различных веществ и материалов.</p> <p>Содержание занятия. Разбивка студентов на мини-группы (2-3 человека). Формирование нового знания, связанного с решением студентами познавательной задачи по выбору оптимальных условий для решения задач, связанных с определением какого-либо элемента (хром, марганец, фосфор, сера) в чугунах, сталях и других сплавах и материалах; а так же определения основных питательных элементов.</p> <p>Контрольно-корректировочный этап. Защита учебного проекта. Оценивается правильность и степень рациональности в решении задач по темам изучаемого материала.</p> <p>Подведение итогов и анализ работы со студентами.</p> <p>Дидактические средства. Компьютер, проектор, техника.</p>
Интерактивная лекция	<p><b>Производство серной кислоты</b> Студенты должны усвоить: знания о промышленных методах получения серной кислоты,</p>	<p>Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации, при которой возникает желание изучать материал. В</p>

	<p>физико-химических основах процессов, их характере, области, в которой протекает реакция, факторах, влияющих на нее и вывести на этой основе оптимальные условия проведения процесса</p>	<p>настоящее время трудно назвать какое-либо производство, а так же науки и технологии, где бы не применялась серная кислота. Это связано с целым набором ценных технологических свойств, которыми обладает это древнее вещество. Таким образом, изучение современного производства, изыскание методов его совершенствования, повышение степени рациональности и экономичности представляет большой интерес для специалиста химика.</p> <p>Разработка способа решения проблемы.</p> <p>В течение 5 минут 2 группы студентов будут работать над решением проблемы оптимизации контактного способа производства серной кислоты в виде мозгового штурма: в какой области протекает процесс? каков характер процесса? как влияют на гомогенную реакцию окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI) температура, давление, соотношение компонентов газовой смеси? какая стадия в этом процессе, если это многостадийный является лимитирующей его общую скорость.</p> <p>Реализация найденного решения.</p> <p>В результате у студентов будет сформирован комплекс знаний, связанных с изучением реакции, лежащей в основе производства серной кислоты контактным методом и сделан логический вывод о необходимости введения катализатора в эту обратимую систему, обладающую высоким энергетическим барьером, с целью повышения скорости и, следовательно, возможности осуществления в промышленности.</p> <p>Контрольно-корректировочный этап.</p> <p>Подведение итогов работы со</p>
--	--	---

		<p>студентами. Проведение миниопроса студентов. Дидактические средства, использующиеся на занятии: презентация, проектор, доска, технологическая схема производства.</p>
<p>Интерактивная лекция</p>	<p>Нефть и ее переработка Студенты должны усвоить: знания о методах деструктивной переработки нефти; о механизме термического и каталитического крекинга.</p>	<p>Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации, при которой возникает желание изучать материал. Нефть – это ценное органическое ископаемое. Продукты ее переработки используются в топливной и во всех областях химической промышленности. В процессе деструктивной переработки нефти и продуктов ее перегонки образуются вещества самого широкого назначения и применения. В чем кроется причина различия продуктов термического и каталитического крекинга? Разработка способа решения проблемы. В течение 5 минут будут работать 2 группы студентов над решением проблемы в виде мозгового штурма. Каков механизм термической и каталитической деструкции? Одинаков ли характер превращения различных классов углеводородов в том и другом случае? Реализация найденного решения. В результате рассмотрения механизма превращения углеводородов в процессе термического и каталитического крекинга студенты делают вывод о причинах различия продуктов деструктивной переработки в отсутствие и в присутствии катализатора, о различии характера превращения углеводородов в том и другом случае. Таким образом, у студентов будет сформировано понимание сущности процессов,</p>

		<p>лежащих в основе деструктивной переработки нефти и нефтепродуктов.</p> <p>Контрольно-корректировочный этап.</p> <p>Подведение итогов работы со студентами. Проведение миниопроса студентов.</p> <p>Дидактические средства, используемые на занятии. Доска, проектор, схема процессов, наглядные пособия.</p>
--	--	---

### 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	Определение жесткости воды. Умягчение водопроводной воды
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	Лекция	Выполнение практических заданий	Не предусмотрено

наиболее рациональная.			
Тема 5. Производство минеральных удобрений Способы получения минеральных солей и основные процессы солевой технологии. Значение и классификация минеральных удобрений.	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Анализ суперфосфата. Определение КСl в сильвините
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	Определение крмния в чугуне. Определение фосфора в стали
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	Анализ полимеров
Тема 10. Твердое и газообразное топливо Виды твердого топлива. Состав и теплотворная способность топлива. Газообразное топливо, его виды, характеристика, месторождения.	Лекция	Семинар	Анализ твердого топлива на влажность, зольность и сухое вещество
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.	Не предусмотрено	Решение задач	Не предусмотрено

## 6.2. Информационные технологии

Интернет-ресурсы [www.asu.edu.ru](http://www.asu.edu.ru) (представлены учебно-методические материалы для усвоения студентами курса).

Для оперативной связи со студентами предполагается возможность использования электронной почты преподавателя.

Использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные

библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;  
 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 «Цифровое обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров).

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

Наименование программного обеспечения	Назначение
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
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273">http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273</a> (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232">http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232</a> (Free)	Программы для информационной безопасности
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
1С: Предприятие 8	Система автоматизации деятельности на предприятии

KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трехмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
Cisco Packet Tracer	Инструмент моделирования компьютерных сетей
CodeBlocks	Кроссплатформенная среда разработки
Eclipse	Среда разработки
Lazarus	Среда разработки
PascalABC.NET	Среда разработки
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
Maple 18	Система компьютерной алгебры
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Oracle SQL Developer	Среда разработки
VISSIM 6	Программа имитационного моделирования дорожного движения
VISUM 14	Система моделирования транспортных потоков
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных
ObjectLand	Геоинформационная система
КРЕДО ТОПОГРАФ	Геоинформационная система
Полигон Про	Программа для кадастровых работ

### 6.3.1. Программное обеспечение

Электронная библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://book.ru>

Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги».

[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»

<https://biblio.asu.edu.ru>

*Учётная запись образовательного портала АГУ*

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании

прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

*Регистрация с компьютеров АГУ*

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки»

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

*Регистрация с компьютеров АГУ*

Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ»

[www.ros-edu.ru](http://www.ros-edu.ru).

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

[Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com](http://dlib.eastview.com) *Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU*

Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов

[www.polpred.com](http://www.polpred.com)

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»

<https://library.asu.edu.ru/catalog/>

Электронный каталог «Научные журналы АГУ»

<https://journal.asu.edu.ru/>

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>

Справочная правовая система КонсультантПлюс.

Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.

<http://www.consultant.ru>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

<https://minobrnauki.gov.ru>

Министерство просвещения Российской Федерации

<https://edu.gov.ru>

Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь)

<https://fadm.gov.ru>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор)  
<http://obrnadzor.gov.ru>  
 Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда»  
<http://zhit-vmeste.ru>  
 Российское движение школьников  
<https://рдш.рф>.

## 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, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
Теоретические основы химико-технологических процессов	ОПК-1	Тестовые задания
Сырье, вода, энергия	ОПК-1, ОПК-2	Опрос по лабораторной работе 1
Производство серной кислоты	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Опрос по лабораторной работе 2 Рейтинговая контрольная работа 1
Производство аммиака и азотной кислоты	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Опрос по лабораторной работе 3 Рейтинговая контрольная работа 2
Производство минеральных удобрений	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Опрос по лабораторной работе 4 Рейтинговая контрольная работа 3
Силикаты	ОПК-1, УК-8	Опрос по лабораторной работе 5 Рейтинговая контрольная работа 4
Металлургия	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Опрос по лабораторной работе 6 Рейтинговая контрольная работа 5
Нефть и ее переработка	ОПК-1, УК-8	Рейтинговая контрольная работа 6
Синтетические и искусственные высокомолекулярные соединения	ОПК-1, УК-8	Тестовые задания
Твердое и газообразное топливо	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Семинар

Основной органический синтез	ОПК-1, ОПК-2, УК-8	Семинар
Решение расчетных задач	ОПК-1, ОПК-2	Итоговый тест

## 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)

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

#### Тестовые задания

- Золото и серебро извлекаются
  - ртутью и раствором цианида натрия
  - серной кислотой
  - силикатом натрия
  - сульфатом меди
- 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

Для определения кремния в сталях и чугунах применяют солянокислый, колориметрический, спектральный и другие методы. Ниже описывается солянокислый метод – один из наиболее простых по исполнению и достаточно точный.

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 14).

#### **Опрос по лабораторной работе 1**

1. В какой кислоте растворяют навеску стали и навеску чугуна? Почему?
2. Чем отличается растворение навески стали и навески чугуна? Привести уравнения реакций, лежащих в основе растворения стали и чугуна, и остальные реакции, происходящие в процессе получения раствора пробы.
3. Почему необходимо упаривание и прокаливание полученного при растворении навески раствора до сухих солей? Как повлияет на результат анализа не проведение этой операции? Уравнения реакций.
4. Что такое аналитический фактор пересчета в весовом анализе? Привести промеры.
5. Чем может быть загрязнен осадок? Что необходимо сделать для увеличения его чистоты? Как проверяется полнота промывания осадка от загрязняющих веществ?
6. В чем состоит суть арбитражного анализа, его назначение?
7. Какую роль играет Si как компонент стали? Как от содержания Si зависят свойства стали и чугуна?

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

#### ***Лабораторная работа 2***

#### **Определение фосфора**

Наиболее распространенным методом определения фосфора в стали, является так называемый объемный или алкалиметрический метод.

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 17).

#### **Опрос по лабораторной работе 2**

1. В виде каких соединений находится фосфор в стали? Почему навеску стали растворяют именно в азотной кислоте? Записать уравнения возможных реакций.
2. Как повлияет на результат анализа не проведение операций добавления к раствору перманганата калия? Привести уравнения реакций.
3. Каков химический состав осадка, образующегося в результате кипячения раствора после добавления  $\text{KMnO}_4$ . В чем мешающее влияние осадка? Почему его растворяют именно в соли двухвалентного железа? Как повлияет на результат анализа не проведение этой операции? Привести уравнения реакций.
4. В какой среде и в виде какого соединения проводится осаждение фосфора из полученного раствора? В какой среде? Привести уравнения реакции осаждения и реакций, характеризующих свойства осадка.
5. Что такое титр раствора? Титр раствора по определяемому веществу? Как рассчитываются эти величины? Как рассчитать титр щелочи по фосфору?
6. Что такое титрованные растворы кислот, щелочей? Как их готовят?

7. Почему при определении фосфора в стали объемным методом производят обратное титрование? В чем его сущность? Другие виды титрования.
8. Записать формулу для расчета процентного содержания фосфора в стали с расшифровкой всех величин, входящих в нее. На основании полученных данных сделать вывод о качестве стали.

### **Контрольная работа 1**

#### ***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°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%.

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

#### ***Лабораторная работа 3***

##### **Выделение хлорида калия из сильвинита и его анализ**

Хлорид калия получают из сильвинита. Разделение хлоридов калия и натрия основано на их различной растворимости. Поскольку растворимость хлорида калия в отличие от хлорида натрия резко возрастает с повышением температуры, отделение хлорида калия можно провести охлаждением горячего насыщенного раствора смеси солей, из которых и будет выделяться хлорид калия.

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 21).

#### **Опрос по лабораторной работе 3**

1. Что представляет собой сильвинит? Назовите другие природные соединения калия?
2. В чем суть галлургического способа разделения солей. На чем оно основано?
3. В чем суть флотационного способа разделения природных смесей? Фотореагенты, их назначение, принцип действия, природа различных фотореагентов.
4. Современная теория, объясняющая принцип действия фотореагентов – собирателей.
5. Применение флотационного способа разделения смесей солей для извлечения KCl из сильвинита.
6. Теоретические основы анализа извлеченного из сильвинита хлорида калия на содержание KCl:
  - а) принцип выбора осадителя;
  - б) специфические особенности фильтрования и промывания осадка;
  - в) уравнения реакций, лежащих в основе анализа, с приведением уравнений, характеризующих свойства осадка;
7. Аналитический фактор пересчета в гравиметрическом анализе. Привести формулу для расчета процентного содержания KCl в препарате.

## **Контрольная работа 2**

### *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 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**

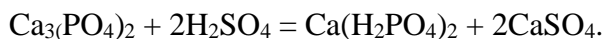
1. Влияние кинетических и термодинамических факторов на реакцию синтеза аммиак из азота и водорода. Вывести оптимальные условия проведения этого синтеза.
2. Сравнительная характеристика технологических схем производства разбавленной азотной кислоты.
3. Какой объем газовой смеси с объемной долей  $\text{NH}_3$  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 м<sup>3</sup> газовой смеси.

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

## **Лабораторная работа 4**

### **Анализ суперфосфата**

Суперфосфат получается при взаимодействии апатита или фосфорита с серной кислотой:



Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 24).

### **Опрос по лабораторной работе 4**

1. Фосфорные удобрения, их классификация, краткая характеристика. Уравнения реакций, лежащих в основе их получения.
2. Производство простого суперфосфата:
  - какие реакции лежат в основе его получения;
  - каков характер процесса по фазовому состоянию компонентов реакции;
  - математическое уравнение, описывающее этот процесс;
  - лимитирующая стадия;
  - проанализировать влияние различных факторов на самую медленную стадию процесса и сделать вывод об оптимальных условиях процесса;
  - рассмотреть технологическую схему производства простого суперфосфата непрерывным методом;
3. Производство фосфорной кислоты экстракционным и электротермическим методами. Теоретические основы и сравнительная оценка двух методов производства фосфорной кислоты.
4. Получение обесфторенного фосфата, силикофосфата, нитроаммофоски: уравнения реакций получения, характеристика удобрений.
5. Теоретические основы анализа суперфосфата:
  - в какой форме фосфор содержится в суперфосфате, почему готовят две вытяжки и какие? Объясните выбор осадителя приведите уравнения реакций, характеризующих процесс осаждения.
  - какие превращения происходят при прокаливании осадка в муфельной печи? Привести уравнения реакций.
  - аналитический фактор пересчета в весовом анализе, как он применяется для расчета процентного содержания фосфора (в расчете на  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) в суперфосфате? Привести формулу для расчета содержания фосфора в суперфосфате с полной расшифровкой всех величин в нее входящих.

## **Контрольная работа 3**

### **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% 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.

## **Тема 6. Силикаты**

### **Лабораторная работа 5**

#### **Определение жесткости воды**

Современным методом определения жесткости является титрование воды раствором трилона Б в присутствии специальных индикаторов – хромогенов (кислотного хрома черного или кислотного хрома темно-синего). Титрование проводится в аммиачной среде при рН в пределах 9-10.

Хромогены образуют с ионами металлов комплексные соединения, окрашенные в красно-фиолетовый цвет. При титровании трилоном содержащиеся в воде ионы кальция и магния, а также ионы меди, цинка, марганца, кадмия, никеля, алюминия, двух- и трехвалентного железа и некоторые другие реагируют с ним с образованием малодиссоциированных соединений. В момент наступления точки эквивалентности ионы комплексные соединения металлов с хромогеном разрушаются, а металлы образуют комплексы с трилоном, и раствор окрашивается в сине-фиолетовый цвет – цвет самого красителя, что указывает на окончание титрования.

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 33).

#### **Опрос по лабораторной работе 5**

1. Теоретические основы комплексонометрии и ее применение для определения ионов двухвалентных металлов.
2. Перманганатометрия, применение ее для определения ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в воде оксалатным способом.
3. Методика определения ионов  $\text{Mg}^{2+}$  в анализируемой воде.
4. Применение кислотно-основного титрования при определении некоторых видов жесткости.

5. Понятие о титрованных растворах и сущности их приготовления. Закон эквивалентов.
6. Расчеты в объемном анализе с применением понятий и способов выражения концентрации растворов:  $C_H$ ,  $C_M$ ,  $T$ ,  $T_{1/2}$ .
7. Понятие жесткости воды, способы ее выражения.

## Контрольная работа 4

### Силикаты

#### Вариант 1

1. Вычислите коэффициент насыщения по следующим данным состава цемента:  $3CaO \cdot SiO_2$  53%;  $2CaO \cdot SiO_2$  17%;  $3CaO \cdot Al_2O_3$  12%;  $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$  13%; свободный кремнезем 4%; свободный  $CaO$  0,47%;  $SiO_3$  0,53%.
2. Определите выход цементного клинкера из 5000 м<sup>3</sup> исходного шлама, плотность которого 1080 кг/м<sup>3</sup>, влажность 36%, унос пыли 7% от сухого вещества в массе. Печь работает на газовом топливе.
3. Для получения 1000 м<sup>3</sup> керамзитобетона пошло 250 т цемента, 680 т керамзитового гравия, 150 кг перлитового песка и 336 м<sup>3</sup> 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:  $3Ca(OH)_2 + 2Al + 6H_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O + 3H_2$ . Определите примерную пористость бетонной массы при расходе 270 г алюминия на 1 м<sup>3</sup> газобетона.
2. Для удешевления производства тарного стекла вместо соды используют смесь минерала мирабилита с углем. Вычислите расходные коэффициенты для сырьевых материалов с учетом вышеуказанной замены для получения 1 т стекла следующего состава:  $SiC_2$  72%;  $Na_2O$  16%;  $CaO$  5,2%;  $Al_2O_3$  3,5% и  $MgO$  3,3% (по массе).
3. Для получения жидкого стекла используют ток называемую силикат-глыбу общего состава  $R_2O \cdot nRO_2$ , где  $n$  колеблется от 2,65 до 4. Определите расходные коэффициенты карбоната натрия и кремнезема для получения 1 т силикат-глыбы с  $n=3$ .

## Тема 7. Металлургия

### Лабораторная работа 6

#### Умягчение воды методом ионного обмена и известково-содовым методом

Умягчение воды производится с целью предотвращения образования в паровых котлах и теплообменных аппаратах накипи.

Умягчение воды может быть достигнуто:

1. Осаждением иона кальция (совместно с ионом магния) и последующим удалением осадка.
2. Удалением иона кальция (и магния) методом ионного обмена.

Метод ионного обмена основан на способности ионитов поглощать из растворов одни ионы и отдавать взамен другие. Иониты, способные обменивать находящиеся в растворе

катионы, называются катионитами. К катионитам относятся: алюмосиликаты, сульфированные угли, синтетические смолы. Характерной способностью катионитов является наличие в них большого числа кислотных групп: силикатных, карбоксильных и сульфогрупп. Эти кислотные группы содержат ионы водорода, которые подвижны и могут быть замещены на различные катионы.

Иониты, обменивающие анионы с находящимися в растворе ионами солей и кислот, называются анионитами. Аниониты представляют собой аминосмолы, содержащие амино (-NH<sub>2</sub>)- и имино (-NH)-группы. Способность этих групп образовывать соли с различными анионами и используется для ионного обмена.

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии: Клементьева А.В. Химическая технология: учебное пособие. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Изд. Дом «Астраханский государственный университет», 2019 (стр. 38).

### **Опрос по лабораторной работе 6**

1. Химические, физические и физико-химические способы умягчения воды.
2. Почему для регенерации катионита его промывают раствором хлорида натрия, а затем водой? Можно ли применить для этих целей раствор хлорида кальция?
3. Для удаления карбонатной жесткости применяют одно из следующих веществ: едкий натр, гашеную известь, тринатрийфосфат. Какое из названных веществ окажется наиболее эффективным, если взять их одинаковые количества? Ответ подтвердить уравнениями реакций и соответствующими расчетами.
4. Какими химическими способами удаляют постоянную (некарбонатную) жесткость? Ответ подтвердить уравнениями реакций.

### **Контрольная работа 5**

#### ***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 м<sup>2</sup> площади спекания, если в сутки машина производит 3600 т агломерата, а площадь аглоленты 252 м<sup>2</sup>.
3. Массовые доли CaO и SiO<sub>2</sub> 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 CaCO<sub>3</sub> 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 CO; 2,7 H<sub>2</sub>; 58,5 N<sub>2</sub>; 10,5 CO<sub>2</sub>; 0,3 CH<sub>4</sub> сгорает в воздухонагревателе при избытке воздуха 20%. Определите: а) расход воздуха на сжигание 10000 м<sup>3</sup> 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 %?

## **Тема 8. Нефть и ее переработка**

### **Контрольная работа 6**

#### **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?

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

### **Вопросы к семинару**

1. Производство пластмасс из синтетических смол. Составные части пластмасс. Термопластичные смолы, получаемые цепной полимеризацией. Полиэтилен высокого (ВД) и низкого (НД) давления: механизм реакции, сравнительная характеристика полиэтилена ВД и НД.
2. Фенолформальдегидные смолы, термопластичные и термореактивные. Их строение и свойства. Теоретические основы получения новолачных и резольных смол (механизм реакции, влияние катализатора, соотношение компонентов реакции).
3. Пластмассы на основе новолачных и резольных смол. Их получение, свойства, применение.

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

### **Вопросы к семинару**

1. Что такое флотореагенты, как они классифицируются и какое назначение имеет каждая группа?
2. Для чего при флотации через пульпу продувают воздух?
3. С какими флотореагентами проводится флотация сульфидных руд, окислов металлов и нерудных ископаемых?
4. Капля воды на поверхности сульфидной руды не растекается. Что произойдет, если в эту каплю добавить некоторое количество депрессора? Объясните наблюдаемое явление.
5. Как проводится флотация полиметаллических руд, например, свинцово-цинковых и медно-свинцово-цинково-пиритных руд?

6. При обогащении 10 т медной сульфидной руды, содержащей 1,5% меди, получено 400 г концентрата, содержащего 30% меди. Определить степень извлечения меди и степень концентрации.
7. При флотации 5 т цинковой руды, содержащей 3% цинка, получено 340 кг концентрата, содержащего 22% цинка. Определить выход концентрата, степень извлечения цинка и степень концентрации.

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

#### **Вопросы к семинару**

1. Промышленный органический синтез. Сырьевая база. Основные продукты.
2. Особенности синтеза органических соединений. Производство ацетилен. Физико-химические основы процесса. Сырье.
3. Термоокислительный пиролиз и электропиролиз. Конструкционные особенности реакторов. Переработка ацетилен. Производство этилена и пропилен.
4. Физико-химические основы процесса дегидрирования углеводородов. Сырье. Методы выделения и очистки этилена и пропилен.
5. Синтезы на основе алкенов. Производство бутадиена-1,3 и изопрена. Физико-химические основы процесса. Сырье. Катализаторы. Двухступенчатый процесс производства.
6. Производство формальдегида на основе метанола. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Применение формальдегида
7. Производство этанола гидратацией этилена. Физико-химические основы процесса. Технологические схемы и катализаторы. Применение этанола.
8. Производство фторированных углеводородов. Тетрафторэтилен. Фреоны. Применение фторированных углеводородов.

#### **Тема 12. Итоговый тест**

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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

5. 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°C

6. 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)

7. 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

8. 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

9. 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 гидроксилапатиты ( $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  и  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ )

10. 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

11. 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

12. 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

13. 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

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

- 1) безупарочного метода
- 2) с одноступенчатой выпарной установкой
- 3) с трехступенчатой вакуум-выпарной установкой
- 4) с двухступенчатой вакуум-выпарной установкой

15. Каким способом получают в промышленности алюминий?

- 1) электролитическим
- 2) восстановления оксида алюминия водородом
- 3) металлотермическим
- 4) пирометаллургическим

16. 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

### **Перечень экзаменационных вопросов**

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.

### Примеры экзаменационных билетов

#### БИЛЕТ №1

1. Виды химико-технологических процессов и основные принципы химической технологии: периодичность и непрерывность процесса производства, принцип противотока (теплообменные аппараты), принцип использования производственных отходов.

2. Методы получения серы.

3. Сколько нужно взять поташа, содержащего 80%  $K_2CO_3$ , мела, содержащего 90%  $CaCO_3$ , и песка, содержащего 95%  $SiO_2$ , для получения 300 кг стекла состава:  $K_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$ , Ответ: 101,4 кг поташа, 65,3 кг мела, 222,9 кг песка.

#### БИЛЕТ № 2

1. Сырье: минеральное, растительное и животное сырье.

2. Получение сернистого газа. Обжиг колчедана: химизм процесса, условия проведения реакции, печи для обжига колчедана (печи с механическим перемешиванием, печи пылевидного обжига, печи с «кипящим» слоем), продукты обжига.

3. Определите жесткость воды (Жо), если в 1 л ее содержится 0,1002 г ионов  $Ca^{2+}$  и 0,03648 г ионов  $Mg^{2+}$ . Ответ: 8 мг-экв/л.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>ОПК-1: «Способность анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений»</b>				
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,	3	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		смоляные и другие кислоты		
2.		<b>В каких единицах измеряется жесткость воды в нашей стране?</b> 1) мг-экв/л 2) г/л 3) экв/л 4) мэкв/100мл	1; 2	1
3.		<b>Приведите в соответствие:</b> 1) гравитационное (мокрое) обогащение 2) флотация 3) грохочение а) физический способ б) физико-химический способ в) механический способ г) химический способ	1 – а; 2 – б; 3 – в	3
4.		<b>Расположите в правильной последовательности этапы удаления из сточных вод твердых примесей:</b> 1) коагуляция 2) отстаивание 3) последующее фильтрование	213	2
5.	Задание комбинированного типа	<b>Выберите правильный ответ: как влияет введение катализатора в обратимой системе на скорость реакции?</b> а) ускоряет прямую реакцию; б) ускоряет обратную реакцию; в) не смещает химического равновесия: в равной степени ускоряет прямую и обратную реакции; г) не влияет на скорость обеих реакций.	в) не смещает химического равновесия: в равной степени ускоряет прямую и обратную реакции; Катализаторы – это вещества, которые изменяют скорость реакции, не подвергаясь при этом каким-либо химическим изменениям. В обратимой реакции	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
			катализатор в равной степени ускоряет прямую и обратную реакции. В конечном итоге это помогает системе быстрее достичь равновесия.	
6.	Задание открытого типа	<b>Прочитайте текст и напишите развернутый ответ</b> Назовите основные параметры, влияющие на степень разложения фосфата в процессе получения суперфосфата.	Основными параметрами, влияющие 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
7.		<b>Прочитайте текст и напишите развернутый ответ</b> 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	8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
			большими затратами энергии, при температуре 1000° С, в печах кипящего слоя и выходом обжигового газа 14-16%.	
8.		<b>Решите задачу:</b> Какую массу фосфата калия и воды надо взять при приготовлении раствора с массовой долей КСl, равной 8%, объёмом 217,4 мл ( $\rho=1,15$ г/мл)	Используя формулу $V(p-pa)=217,4\text{мл}$ $\rho(p-pa)=1,15\text{г/мл};$ $W(KCl) = m(KCl)$ $/ V(\text{раствора}) \cdot \rho$ (раствора) Определяем массу соли: $M(KCl) =$ $W(KCl) \cdot V(p-$ $pa) \cdot (p-pa) =$ $0,08 \cdot 217,4 \cdot 1,15 =$ $20$ г. 2. Находим массу раствора: $m(p-pa) = V(p-$ $pa) \cdot (p-pa) =$ $217,4 \cdot 1,15 = 250$ г. 3. Находим массу воды, необходимую для приготовления раствора: $m(H_2O) = m(p-pa)$ $- m(KCl) = 250 -$ $20 = 230$ г.	5
9.		<b>Прочитайте текст, запишите ответ и его обоснование</b> Назовите наиболее экономичные способы получения водорода для синтеза аммиака.	Наиболее экономичными способами получения водорода для синтеза аммиака являются конверсия метана, оксида углерода (II), разделение	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
			коксового газа, крекинг метана электролиз раствора хлорида натрия, разделение коксового газа, электролиз воды.	
10.	Задание комбинированног о типа	<b>Дополните предложение</b> Для очистки обжигового газа от пыли используются _____ —	Циклон и электрофилтры	3
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)

**ОПК-2: «Способность проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»**

УК-8. «Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов».

1.	Задание закрытого типа	<b>Выберите правильный ответ:</b> охарактеризуйте процесс гомогенной реакции окисления оксида серы (IV) в оксид серы VI кислородом воздуха. 1)необратимый, экзотермический 2)обратимый, экзотермический 3)обратимый, эндотермический 4)необратимый, эндотермический	2	3
----	---------------------------	--	---	---

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
2.		<b>К химическим методам умягчения и обессоливания воды относятся:</b> 1) содовый 2) кипячение 3) ионообменный 4) известковый.	1, 4	2
3.		<b>Приведите в соответствие:</b> на изменение скорости гетерогенно-каталитической реакции окисления оксида серы IV в оксид серы VI влияют 1) увеличивается 2) не изменяется 3) уменьшается а) уменьшение энергии активации и уменьшение порядка реакции б) порядок реакции и энергия активации остаются на одном и том же уровне в) возрастание энергии активации и увеличение порядка реакции г) уменьшение энергии активации и увеличение порядка реакции.	1 – в; 2 – б; 3 – г	3
4.		<b>Расположите в правильной последовательности схему процесса очистки обжигового газа</b> 1) мокрые электрофильтры 2) сушильная башня 3) фильтр с асбестом 4) промывная башня 5) оросительные холодильники.	14253	3
5.	Задание комбинированного типа	<b>Какая реакция лежит в основе химико-технологического процесса получения</b>	В основе химико-технологического процесса получения	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
		<p><b>простого суперфосфата:</b>            1)гетерогенная, многостадийная,            2)гетерогенная, некаталитическая,            3)гетерогенная, обратимая,            4)гетерогенная, эндотермическая.</p>	<p>простого суперфосфата лежит гетерогенная, многостадийная, некаталитическая, , необратимая, экзотермическая реакция разложения природных фосфоритов растворами серной кислоты определенной концентрации</p>	
6.	Задание открытого типа	<p><b>Прочитайте текст и напишите развернутый ответ</b>            Назовите наиболее экономичные способы получения водорода для синтеза аммиака.</p>	<p>Наиболее экономичными способами получения водорода для синтеза аммиака являются конверсия метана, оксида углерода (II), разделение коксового газа, крекинг метана электролиз раствора хлорида натрия, разделение коксового газа, электролиз воды.</p>	5
7.		<p><b>Прочитайте текст и напишите развернутый ответ</b>            Назовите основные регулируемые характеристики процесса обжига серного колчедана.</p>	<p>Основными соединениями, которые являются главным сырьем для получения глинозема – это нефелины, бокситы, каолины, алуниты, карналлит, сода,</p>	8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			плавиковый шпат, кварц	
8.		<p><b>Решите задачу:</b>  Какой объем 96% раствора <math>H_2SO_4</math> необходимо взять для приготовления 2,5л 0,5 М раствора?</p>	<p>Вычисляем массу растворенного вещества  а) В 2,5 л - 0,5М раствора <math>H_2SO_4</math>  в 1 л - 0,5 моль  в 2,5 л - x моль  <math>x = 1.25</math> моль  или ml  <math>=x \cdot (H_2SO_4) = 1,25 \cdot 98 = 122,5</math> г  б) определяем массу растворенного вещества в 1л исходного (96%) раствора:  в 100г -96г  <math>1,84 \cdot 100 - m_2 = 1840 \cdot 96 / 100 = 1766</math> г  в) вычисляем объем 96% раствора <math>H_2SO_4</math> необходимого для приготовления 2,5л 0,5 М <math>H_2SO_4</math>:  в 1000 мл 96%-го раствора содержится 1766 г <math>H_2SO_4</math>  отсюда <math>V = 69,4</math> мл.</p>	8
9.		<p><b>Прочитайте текст, запишите его ответ и обоснование</b>  Каким образом ускоряют процесс конверсии метана и исключения сажеобразования?</p>	<p>Для ускорения процесса конверсии метана и исключения сажеобразования в процессе синтеза аммиака в промышленности используют никелевый катализатор и</p>	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			избыток метана, сто является довольно эффективным приемом, позволяющим увеличить выход основного продукта	
10	Задание комбинированного типа	<i>Дополните предложение</i> Стадия, которая отсутствует в схеме производства серной кислоты по «короткой схеме» _____	специальной и предварительной очистки обжигового газа	2

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины, и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 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	2/15	15	по расписанию
2.	Контрольная работа №2	15	15	по расписанию
3.	Тест и Контрольная работа №3	2/15	15	по расписанию
4.	Контрольная работа №4	15	15	по 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

п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
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	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
Ниже 60		

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:**

- 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.).
- 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.).
- 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.).
- Алтухов К.В.** Химическая технология: учеб. пособ. для студентов пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1985. - 304 с. (63 экз.).
- 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/ghu\\_043.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_043.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»).

## 8.2. 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.).
4. **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»).

## 8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

Регистрация с компьютеров АГУ

Электронная библиотечная система IPRbooks

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

Электронно-библиотечная система BOOK.ru

<https://book.ru>

Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги».

[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»

<https://biblio.asu.edu.ru>

Учётная запись образовательного портала АГУ.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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).