

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего с  
государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДА  
Директор инст



Е. В. Скрипни  
«21» января 20

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.19 Химическая технология

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия м

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

**Автор программы:**

Доктор химических наук, доцент Бернацкий Павел Николаевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «11» января 2021 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «21» января 2021 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели	и	задачи	
дисциплины.....			4
2. Место	дисциплины	в	структуре
бакалавра.....			ОП
			5
3. Объем	и	содержание	
дисциплины.....			5
4. Контроль	знаний	обучающихся	и
средства.....			и типовые оценочные
			10
5. Методические	указания	для	обучающихся
(модуля).....			по освоению дисциплины
			30
6. Учебно-методическое	и	информационное	обеспечение
дисциплины.....			32
7. Материально-техническое	обеспечение	дисциплины,	программное
профессиональные	базы	данных	и информационные
системы.....			справочные
			32

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере:

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	Владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций; представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		5	6	7
1	Высокомолекулярные соединения			+
2	Нanomатериаловедение			+
3	Органический синтез	+		
4	Технологическая практика		+	
5	Физические методы исследования			+

6	Химическая технология органических веществ			+
---	--	--	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Химическая технология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Химическая технология» изучается в 6 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
Контактная работа	80
Лекции (Лекции)	40
Практические (Практ. раб.)	40
Самостоятельная работа (СР)	28
Зачет	-

### 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пр акт · раб ·	СР	
		О	О	О	
6 семестр					
1	Общие вопросы химической технологии. Важнейшие технологические понятия.	4	-	8	Тестирование; Лабораторная работа
2	Закономерности и методы химической технологии	4	-	8	Тестирование; Лабораторная работа
3	Процессы и аппараты химического производства. Моделирование химических процессов и аппаратов	6	-	8	Тестирование; Лабораторная работа

4	Сырье химической промышленности.	6	-	8	Тестирование; Лабораторная работа; коллоквиум
5	Энергетика химической промышленности. Энерготехнология.	4	-	8	Тестирование; Лабораторная работа
6	Вода в химической промышленности.	4	-	8	Тестирование; Лабораторная работа
7	Производство серной кислоты.	4	-	6	Тестирование; Лабораторная работа
8	Технология связанного азота. Технология солей и удобрений	4	-	6	Тестирование; Лабораторная работа
9	Электрохимическое производство. Производство хлора и щелочи. Производство алюминия.	4	-	8	Тестирование; Лабораторная работа; коллоквиум

## **Тема 1. Общие вопросы химической технологии. Важнейшие технологические понятия. (ПК-6)**

### **Лекция.**

Важнейшие технологические понятия и определения. Классификация химико-технологических процессов (ХТП) по фазовому признаку. Схемы движения материальных и энергетических потоков. Периодические, полупериодические и непрерывные процессы. Материальный и энергетический балансы. Определение выходов продукции и коэффициентов полезного использования энергии. Определение мощности, производительности, и интенсивности производства.

### **Практическое занятие.**

#### **1. Лабораторная работа № 1. Анализ воды**

##### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Содержание и задачи химической технологии. История становления химической технологии как науки. Основные тенденции развития современной химической промышленности.

1. Химико-технологический процесс (ХТП). Классификация ХТП. Основные технико-экономические показатели (степень превращения, выход продукта, селективность, производительность работы аппарата, интенсивность и мощность).

Материальный и энергетический балансы ХТП. Невязка баланса

## **Тема 2. Закономерности и методы химической технологии (ПК-6)**

### **Лекция.**

Значение термодинамических и кинетических закономерностей для технологии. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов, важнейшие способы их регулирования

### **Практическое занятие.**

Стекло. Варка стекла.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Равновесие в ХТП. Принцип Ле Шателье. Влияние на равновесие концентрации, давления и T.
2. Скорость ХТП. Константа скорости химической реакции. Диффузионный и кинетический контроль ХТП. Кинетические кривые ХТП различного гидродинамического режима и кинетического типа.
3. Способы выражения скорости химико-технологического процесса в химической технологии. Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций. Движущая сила процесса, способы ее увеличения.
4. Способы увеличения константы скорости реакции. Увеличение поверхности соприкосновения реагирующих фаз.

### **Тема 3. Процессы и аппараты химического производства. Моделирование химических процессов и аппаратов (ПК-6)**

#### **Лекция.**

Общее понятие о моделировании химико-технологических процессов. Виды моделирования (математическое, физическое, по равенству основных соотношений).

Критерии физического подобия: кинетические, диффузионные, гидродинамические, тепловые критерии. Границы использования критериальных уравнений для решения задачи оптимизации ХТП и создания новых.

Математическое моделирование. Требования, предъявляемые к математической модели. Уровни моделирования (молекулярный, уровень малого объема, рабочей зоны аппарата, уровень аппарата, уровень химико-технологической системы). Критерий адекватности модели. Примеры моделирования: модель частицы с невзаимодействующим ядром.

Принципы классификации типов химических реакторов (по гидродинамическому режиму, по условиям теплообмена, по фазовому составу смеси, по способу организации, по характеру изменения параметров во времени, по конструкционным характеристикам.). Модели химических реакторов с идеальной структурой потока в изотермическом режиме (периодический реактор идеального смешения, проточный реактор идеального смешения, реактор идеального вытеснения). Вывод уравнений материального баланса реакторов. Сравнение эффективности работы проточных реакторов разного гидродинамического типа. Каскад реакторов идеального смешения. Сравнение эффективности реакторов различного температурного режима. Примеры.

Закономерности гетерогенных процессов. Процессы и реакторы для системы газ-жидкость, газ-твердое тело, твердое тело-жидкость. Реакторы для проведения каталитических и некаталитических гетерогенных процессов. Свойства катализаторов, их приготовление. Виды катализа. Сущность каталитических процессов.

### **Практическое занятие.**

#### **Лабораторная работа № 3. Анализ стекла.**

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Моделирование ХТП (по равенству основных соотношений, физическое, математическое). Требования, предъявляемые к математическим моделям.
2. Адекватность математической модели. Уровни математического моделирования. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (квазигомогенная).
3. Моделирование гетерогенных процессов на уровне малого объема. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (лимитирует внешняя диффузия).
4. Моделирование гетерогенных процессов на уровне малого объема. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (если лимитирует внутренняя диффузия или если лимитирует химическая реакция).
5. Принципы классификации химических реакторов и режимов их работы.

#### Тема 4. Сырье химической промышленности. (ПК-6)

##### Лекция.

Основные виды и ресурсы сырья. Задачи стандартизации и кондиционирование сырья. Принципы отбора средних проб. Принципы классификации сырья. Обогащение минерального сырья, его значение и основные принципы. Флотация, как метод обогащения сырья. Активаторы, депрессоры, регуляторы среды. Термическое, химическое обогащение, экстракция. Показатели эффективности обогащения сырья. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Сущность комплексного использования сырья. Вторичное сырье и его переработка.

##### Практическое занятие.

Лабораторная работа № 4. Измерение толщины цинкового покрытия.

##### Задания для самостоятельной работы.

1. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального вытеснения и идеального смешения для простых необратимых и сложнопараллельных реакций.
2. Каскад реакторов идеального смешения. Графический метод расчета числа реакторов.
3. Сравнение эффективности работы реакторов с различным тепловым режимом. Вывод уравнений для расчета конечной температуры в изотермическом, адиабатном и политермическом режимах. Линия оптимальных температур.
4. Сущность и виды катализа. Сущность каталитических процессов. Характеристики катализаторов, требования к ним и методы их приготовления.
5. Основные виды и ресурсы сырья. Принципы классификации сырья. Требования, предъявляемые к сырью в химической промышленности.

#### Тема 5. Энергетика химической промышленности. Энерготехнология. (ПК-6)

##### Лекция.

Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических реакций, регенерации и повторного применения энергии.

##### Практическое занятие.

1. Лабораторная работа № 5. Получение хлора и щелочи из  $\text{NaCl}$ .

##### Задания для самостоятельной работы.

1. Общее уравнение реактора с идеальной структурой потока в изотермическом режиме (вывод).
2. Периодический реактор идеального смешения (РИС-П). Уравнение реактора, применение его для необратимой реакции 1-го порядка (Вывод).
3. Проточный реактор идеального смешения в стационарном режиме (РИС-Н). Уравнение реактора, применение его для необратимой реакции 1-го порядка.
4. Реактор идеального вытеснения (РИВ). Схемы движения потока. Уравнение реактора, применение его для необратимой реакции 1-го порядка.

#### Тема 6. Вода в химической промышленности. (ПК-6)

##### Лекция.

Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Промышленные и санитарные требования, предъявляемые к воде. Основные показатели качества воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Жесткость воды и методы борьбы с ней.

##### Практическое занятие.

Лабораторная работа № 6. Получение фосфорных удобрений.

##### Задания для самостоятельной работы.

1. Типовые аппараты, используемые в гетерогенных каталитических процессах.



2. Типовые аппараты для проведения гетерогенных некаталитических реакций.
3. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Первичные и вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), классификация ВЭР и направления использования.
4. Электромагнитное обогащение сырья. Флотация, как метод обогащения сырья. Активаторы, депрессоры, регуляторы среды. Термическое, химическое обогащение, экстракция. Показатели эффективности обогащения сырья.
5. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Основные показатели качества воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Жесткость воды и методы борьбы с ней.

## **Тема 7. Производство серной кислоты. (ПК-6)**

### **Лекция.**

Виды серосодержащего сырья. Типы печей для обжига сульфидных руд и элементарной серы. Печи с кипящим слоем. Физико-химические основы и схемы контактного способа производства серной кислоты, равновесные и кинетические условия, катализаторы. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры. Пути интенсификации сернокислотного производства. Применение кислорода и давления.

### **Практическое занятие.**

**Лабораторная работа № 7. Получение КС1 из сильвинита.**

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Энерготехнологическая переработка твердого и жидкого топлива.
2. Свойства, применение и способы получения серной кислоты. Сырье. Основные реакции.
3. Очистка обжигового газа.
4. Контактный способ производства серной кислоты. Технологическая схема. Устройство контактного аппарата.
5. Нитрозный (башенный) способ производства серной кислоты.

## **Тема 8. Технология связанного азота. Технология солей и удобрений (ПК-6)**

### **Лекция.**

Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси. Очистка газовой смеси. Физико-химические основы производства аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы. Технологическая схема производства аммиака. Колонна синтеза. Пути оптимизации процесса.

Производство азотной кислоты. Окисление аммиака и окислов азота. Хемосорбция оксидов азота. Физико-химические основы технологических процессов. Применение давления, кислорода. Концентрирование азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты прямым синтезом. Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация. Основные процессы производства комплексных и концентрированных удобрений. Фосфорные удобрения, производство двойного суперфосфата, фосфатов аммония, нитрофосфата и нитроаммофоски. Азотные удобрения. Производство нитрата аммония. Синтез мочевины. Схемы производства. Производство калийных удобрений. Политермические и флотационные процессы. Получение хлорида калия из сильвинита. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др.

### **Практическое занятие.**

**Лабораторная работа № 8. Флотация сульфидных руд.**

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Методы фиксации атмосферного азота. Получение аммиака. Принципиальная и технологическая схема. Устройство колонны синтеза.
2. Технология азотной кислоты. Технологические схемы производства разбавленной азотной кислоты (при атмосферном и повышенном давлении).

3. Концентрирование азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты прямым синтезом.

4. Классификация минеральных удобрений. Получение азотных (аммиачная селитра) и калийных удобрений.

## **Тема 9. Электрохимические производства. Производство хлора и щелочи. Производство алюминия. (ПК-6)**

### **Лекция.**

Основные виды электрохимических производств. Теоретические основы электролиза солевых растворов и расплавов. Производство хлора и щелочи электролизом раствора хлорида натрия. Типы электрохимических ванн: диафрагменные и с ртутным катодом. Электролиз воды. Сырье в алюминиевой промышленности и получение оксида алюминия по способу Байера. Производство алюминия электрохимическим способом.

### **Практическое занятие.**

**Лабораторная работа № 9. Цинкование в цинкатном электролите с блескообразующей добавкой.**

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Фосфорные удобрения. Технологическая схема производства простого и двойного суперфосфата.
2. Основные направления применения электрохимических производств. Электролиз воды.
3. Получение хлора и щелочи электролизом раствора хлорида натрия. Работа электролизеров со стальным и ртутным катодами.
4. Сырье в алюминиевой промышленности и получение оксида алюминия по способу Байера.
5. Производство алюминия электрохимическим способом.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

6 семестр

- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 15 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

### **Распределение баллов по заданиям:**

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Общие вопросы химической технологии. Важнейшие технологические понятия.	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу макси-мально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
2.	Закономерности и методы химической технологии	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов

		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
3.	Процессы и аппараты химического производства	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
	Моделирование химических процессов и аппаратов	Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
4.	Сырье химической промышленности.	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе

		коллоквиум(контрольный срез	15	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>12-15 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>9-11 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-8 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционно-го материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
5.	Энергетика химической промышленности. Энерготехнология.	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
6.	Вода в химической промышленности.	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
7.	Производство серной кислоты.	Тестирование	3	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов

		Лабораторная работа	3	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
8.	Технология связанного азота. Технология солей и удобрений	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
9.	Электрохимические производства  Производство хлора и щелочи. Производство алюминия.	Тестирование	4	Решение теста из 10 вопросов. 90 – 100% правильных ответов – 2 балла, 50 – 89 % - 1 балл менее 50% - 0 баллов
		Лабораторная работа	4	За лабораторную работу максимально начисляется 4 балла: 2 балла - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		коллоквиум(контрольный срез	15	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 12-15 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 9-11 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-8 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционно-го материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом

10.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время практических занятий
11.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене	50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
12.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### КОЛЛОКВИУМ

#### Тема 4. Сырье химической промышленности.

##### Вопросы к коллоквиуму 1:

1. Содержание и задачи химической технологии.
2. История становления химической технологии как науки. Основные тенденции развития современной химической промышленности.
3. Химико-технологический процесс (ХТП). Классификация ХТП. Основные технико-экономические показатели (степень превращения, выход продукта, селективность, производительность работы аппарата, интенсивность и мощность).
4. Материальный и энергетический балансы ХТП. Невязка баланса.
5. Равновесие в ХТП. Принцип Ле Шателье. Влияние на равновесие концентрации, давления и Т.
6. Скорость ХТП. Константа скорости химической реакции. Диффузионный и кинетический контроль ХТП. Кинетические кривые ХТП различного гидродинамического режима и кинетического типа.
7. Способы выражения скорости химико-технологического процесса в химической технологии. Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций. Движущая сила процесса, способы ее увеличения.
8. Способы увеличения константы скорости реакции. Увеличение поверхности соприкосновения реагирующих фаз.
9. Принципы классификации химических реакторов и режимов их работы.
10. Сущность и виды катализа. Сущность каталитических процессов. Характеристики катализаторов, требования к ним и методы их приготовления.
11. Основные виды и ресурсы сырья. Принципы классификации сырья. Требования, предъявляемые к сырью в химической промышленности.
12. Типовые аппараты, используемые в гетерогенных каталитических процессах.
13. Типовые аппараты для проведения гетерогенных некаталитических реакций.
14. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Первичные и вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), классификация ВЭР и направления использования.

15. Сырье в химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение минерального сырья: грохочение, гравитационное. Схема мокрого гравитационного обогащения.
16. Электромагнитное обогащение сырья. Флотация, как метод обогащения сырья. Активаторы, депрессоры, регуляторы среды. Термическое, химическое обогащение, экстракция. Показатели эффективности обогащения сырья.
17. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Основные показатели качества воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Жесткость воды и методы борьбы с ней.
18. Энерготехнологическая переработка твердого и жидкого топлива.

#### Тема 9. Электрохимические производства. Производство хлора и щелочи. Производство алюминия.

1. Энерготехнологическая переработка твердого и жидкого топлива.
2. Свойства, применение и способы получения серной кислоты. Сырье. Основные реакции.
3. Контактный способ производства серной кислоты. Технологическая схема. Устройство контактного аппарата.
4. Нитрозный (башенный) способ производства серной кислоты.
5. Методы фиксации атмосферного азота. Получение аммиака. Принципиальная и технологическая схема. Устройство колонны синтеза.
6. Технология азотной кислоты. Технологические схемы производства разбавленной азотной кислоты (при атмосферном и повышенном давлении).
7. Концентрирование азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты прямым синтезом.
8. Классификация минеральных удобрений. Получение азотных (аммиачная селитра) и калийных удобрений.
9. Фосфорные удобрения. Технологическая схема производства простого и двойного суперфосфата.
10. Основные направления применения электрохимических производств. Электролиз воды.
11. Получение хлора и щелочи электролизом раствора хлорида натрия. Работа электролизеров со стальным и ртутным катодами.
12. Сырье в алюминиевой промышленности и получение оксида алюминия по способу Байера.
13. Производство алюминия электрохимическим способом.
14. Сырье органического синтеза. Синтез метилового спирта.
15. Состав и основные свойства ВМС. Классификация ВМС. Физико-химические основы получения ВМС. Основные методы получения ВМС.
16. Производство важнейших полимерных материалов (каучук и резина).

### Лабораторная работа

#### Тема 1. Общие вопросы химической технологии. Важнейшие технологические понятия.

1. Содержание и задачи химической технологии. История становления химической технологии как науки. Основные тенденции развития современной химической промышленности.
2. Химико-технологический процесс (ХТП). Классификация ХТП. Основные технико-экономические показатели (степень превращения, выход продукта, селективность, производительность работы аппарата, интенсивность и мощность).
3. Материальный и энергетический балансы ХТП. Невязка баланса.

#### Тема 2. Закономерности и методы химической технологии

1. Равновесие в ХТП. Принцип Ле Шателье. Влияние на равновесие концентрации, давления и Т.
2. Скорость ХТП. Константа скорости химической реакции. Диффузионный и кинетический контроль ХТП. Кинетические кривые ХТП различного гидродинамического режима и кинетического типа.
3. Способы выражения скорости химико-технологического процесса в химической технологии. Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций. Движущая сила процесса, способы ее увеличения.
4. Способы увеличения константы скорости реакции. Увеличение поверхности соприкосновения реагирующих фаз.
5. Моделирование ХТП (по равенству основных отношений, физическое, математическое). Требования, предъявляемые к математическим моделям.
6. Адекватность математической модели. Уровни математического моделирования. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (квазигомогенная).
7. Моделирование гетерогенных процессов на уровне малого объема. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (лимитирует внешняя диффузия).
8. Моделирование гетерогенных процессов на уровне малого объема. Модель частицы с невзаимодействующим ядром (если лимитирует внутренняя диффузия или если лимитирует химическая реакция).
9. Принципы классификации химических реакторов и режимов их работы.

### Тема 3. Процессы и аппараты химического производства. Моделирование химических процессов и аппаратов

1. Способы выражения скорости химико-технологического процесса в химической технологии. Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций. Движущая сила процесса, способы ее увеличения.
2. Способы увеличения константы скорости реакции. Увеличение поверхности соприкосновения реагирующих фаз.
3. Принципы классификации химических реакторов и режимов их работы.
4. Сущность и виды катализа. Сущность каталитических процессов. Характеристики катализаторов, требования к ним и методы их приготовления.
5. Основные виды и ресурсы сырья. Принципы классификации сырья. Требования, предъявляемые к сырью в химической промышленности.
6. Типовые аппараты, используемые в гетерогенных каталитических процессах.

### Тема 4. Сырье химической промышленности.

1. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального вытеснения и идеального смешения для простых необратимых и сложнопараллельных реакций.
2. Каскад реакторов идеального смешения. Графический метод расчета числа реакторов.
3. Сравнение эффективности работы реакторов с различным тепловым режимом. Вывод уравнений для расчета конечной температуры в изотермическом, адиабатном и политермическом режимах. Линия оптимальных температур.
4. Сущность и виды катализа. Сущность каталитических процессов. Характеристики катализаторов, требования к ним и методы их приготовления.
5. Основные виды и ресурсы сырья. Принципы классификации сырья. Требования, предъявляемые к сырью в химической промышленности.

### Тема 5. Энергетика химической промышленности. Энерготехнология.

1. Общее уравнение реактора с идеальной структурой потока в изотермическом режиме (вывод).
2. Периодический реактор идеального смешения (РИС-П). Уравнение реактора, применение его для необратимой реакции 1-го порядка (Вывод).



3. Виды энергии, применяемые в химических производственных процессах.
4. Источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
5. Первичные и вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), классификация ВЭР и направления использования.

#### Тема 6. Вода в химической промышленности.

1. Типовые аппараты, используемые в гетерогенных каталитических процессах.
2. Типовые аппараты для проведения гетерогенных некаталитических реакций.
3. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Первичные и вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), классификация ВЭР и направления использования.
4. Электромагнитное обогащение сырья. Флотация, как метод обогащения сырья. Активаторы, депрессоры, регуляторы среды. Термическое, химическое обогащение, экстракция. Показатели эффективности обогащения сырья.
5. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Основные показатели качества воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Жесткость воды и методы борьбы с ней.

#### Тема 7. Производство серной кислоты.

1. Классификация минеральных удобрений. Получение азотных (аммиачная селитра) и калийных удобрений.
2. Фосфорные удобрения. Технологическая схема производства простого и двойного суперфосфата.
3. Основные направления применения электрохимических производств. Электролиз воды.
4. Получение хлора и щелочи электролизом раствора хлорида натрия. Работа электролизеров со стальным и ртутным катодами.
5. Сырье в алюминиевой промышленности и получение оксида алюминия по способу Байера.
6. Производство алюминия электрохимическим способом.

#### Тема 8. Технология связанного азота. Технология солей и удобрений

1. Методы фиксации атмосферного азота. Получение аммиака. Принципиальная и технологическая схема. Устройство колонны синтеза.
2. Технология азотной кислоты. Технологические схемы производства разбавленной азотной кислоты (при атмосферном и повышенном давлении).
3. Концентрирование азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты прямым синтезом.
4. Классификация минеральных удобрений. Получение азотных (аммиачная селитра) и калийных удобрений.

#### Тема 9. Электрохимические производства. Производство хлора и щелочи. Производство алюминия.

1. Фосфорные удобрения. Технологическая схема производства простого и двойного суперфосфата.
2. Основные направления применения электрохимических производств. Электролиз воды.
3. Получение хлора и щелочи электролизом раствора хлорида натрия. Работа электролизеров со стальным и ртутным катодами.
4. Сырье в алюминиевой промышленности и получение оксида алюминия по способу Байера.
5. Производство алюминия электрохимическим способом.

### Тестирование

Тема 1. Общие вопросы химической технологии. Важнейшие технологические понятия.

### Тест

#### 1. Сырьем для получения серной кислоты является:

- (?) азот и водород;
- (?) серосодержащие органические соединения;
- (!) самородная сера или сульфидные руды, сульфатные руды;
- (?) сернистая кислота.

#### 2. Контактный способ получения серной кислоты отличается от нитрозного:

- (!) при контактном окисление  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  проводят на твердых катализаторах, при нитрозном - в качестве переносчика кислорода используют оксиды азота в жидкой фазе;
- (?) при нитрозном окисление  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  проводят на твердых катализаторах, при контактном - в качестве переносчика кислорода используют оксиды азота в жидкой фазе;
- (?) при контактном сырьем является самородная сера, при нитрозном – сульфиды металлов;
- (?) при контактном сырьем является сернистая кислота, а при нитрозном –  $\text{H}_2\text{S}$ .

#### 3. Башенная серная кислота отличается от контактной:

- (?) высоким содержанием оксидов азота и низкой концентрацией;
- (?) высоким содержанием оксидов азота и высокой концентрацией;
- (!) низким содержанием оксидов азота и низкой концентрацией;
- (?) низким содержанием оксидов азота и высокой концентрацией.

#### 4. Моногидратом называется:

- (!) 100%-ная серная кислота;
- (?) раствор серной кислоты в воде;
- (?) раствор  $\text{SO}_3$  в серной кислоте;
- (?) раствор  $\text{SO}_3$  в воде.

#### 5. Реакция $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ протекает:

- (?) в циклоне;
- (!) в обжиговой печи;
- (?) в контактном аппарате;
- (?) в абсорбере.

#### 6. Олеумом называется:

- (?) 100%-ная серная кислота;
- (?) раствор серной кислоты в воде;
- (!) раствор  $\text{SO}_3$  в серной кислоте;
- (?) раствор  $\text{SO}_3$  в воде.

#### 7. В обжиговой печи происходит:

- (?) окисление  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_3$ ;
- (!) окисление сульфидных руд;
- (?) окисление самородной серы;
- (?) окисление сернистой кислоты до серной с помощью оксидов азота.

#### 8. В сухом циклоне происходит:

- (?) Между электродами создается напряжение в 60-80 тысяч вольт, ионизирующее воздух, который передает свой заряд примесям, за счет чего пылинки притягиваются к электродам;
- (?) газ проходит систему тонкой очистки от примесей, путем промывки серной кислотой высокой концентрации;
- (?) окисление пирита и других сульфидов;
- (!) под действием центробежной силы вращающегося внутреннего цилиндра грубые примеси отбрасываются к стенкам внешнего цилиндра и оседают вниз.

#### **9. В электрофилт্রে происходит:**

- (!) Между электродами создается напряжение в 60-80 тысяч вольт, ионизирующее воздух, который передает свой заряд примесям, за счет чего пылинки притягиваются к электродам;
- (?) газ проходит систему тонкой очистки от примесей, путем промывки серной кислотой высокой концентрации;
- (?) окисление пирита и других сульфидов;
- (?) под действием центробежной силы вращающегося внутреннего цилиндра грубые примеси отбрасываются к стенкам внешнего цилиндра и оседают вниз.

#### **10. Окисление оксида серы IV на твердом катализаторе происходит:**

- (?) в абсорбционной колонне, катализатор  $Al_2O_3$ , 4500С;
- (!) в контактном аппарате, катализатор  $Al_2O_3$ , 4500С;
- (?) в контактном аппарате, катализатор  $V_2O_5$ , 4500С;
- (?) в абсорбционной колонне, катализатор  $V_2O_5$ , 4500С.

#### **11. Абсорбция оксида серы VI происходит:**

- (!) в абсорбционной колонне, абсорбент - 98,3%-ная серная кислота;
- (?) в контактном аппарате, абсорбент - 98,3%-ная серная кислота;
- (?) в контактном аппарате, абсорбент - чистая вода;
- (?) в абсорбционной колонне, абсорбент - 10%-ная серная кислота.

### **Тема 2. Закономерности и методы химической технологии**

#### **Тест**

1. В промышленности фиксацию атмосферного азота преимущественно осуществляют:

- (?) цианамидным способом  $CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C$ ;
- (?) дуговым способом  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ ;
- (!) аммиачным способом  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ;
- (?) нитрозным способом  $N_2 + 3CO \rightarrow 2NCN$ .

2. Реакцию синтеза аммиака в промышленности проводят:

- (?)  $T=1000^\circ C$ , давление 10-100 МПа, катализатор - Pt с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (!)  $T=450-550^\circ C$ , давление 10-100 МПа, катализатор - Fe с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (?)  $T=100^\circ C$ , давление 10-100 МПа, катализатор –  $V_2O_5$  с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (?)  $T=800^\circ C$ , давление 10-100 МПа, катализатор – сплав Pt, Pd, Rh.

3. Водород и азот для производства аммиака получают:

- (!) конверсией метана и CO и разделением воздуха за счет различных температур кипения его составных частей;
- (?) разложением воды и разложением нитрата аммония;
- (?) действием натрия на воду и разделением воздуха за счет различных температур кипения его составных частей;
- (?) разложением метана и действием окислителей на нитрат аммония.

4. Пароводяная конверсия метана происходит:

- (?)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$  в присутствии платины;
- (?)  $\text{CH}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$  в присутствии платины;
- (!)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$  в присутствии никеля;
- (?)  $\text{CH}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$  в присутствии никеля.

5. Очистку газа для синтеза аммиака от  $\text{CO}_2$  ведут:

- (?) поглощением оксидом кальция;
- (?) поглощением растворами кислот;
- (?) поглощением аммиачными растворами солей меди (I);
- (!) поглощением растворами щелочей.

6. Очистку газа для синтеза аммиака от CO ведут:

- (?) поглощением оксидом кальция;
- (?) поглощением растворами кислот;
- (!) поглощением аммиачными растворами солей меди (I);
- (?) поглощением растворами щелочей.

7. Очистка природного газа от сернистых соединений при синтезе аммиака:

- (!) сероорганические соединения гидрируют, далее образующийся  $\text{H}_2\text{S}$  адсорбируют твердыми поглотителями;
- (?) сероорганические соединения окисляют и  $\text{H}_2\text{S}$  адсорбируют твердыми поглотителями;
- (?) сероорганические соединения гидрируют и  $\text{H}_2\text{S}$  поглощают растворами солей меди (I);
- (?) сероорганические соединения гидрируют  $\text{H}_2\text{S}$  поглощают растворами щелочей.

8. Колонна синтеза аммиака:

- (?) изготовлена из специально обработанной хромово-ванадиевой стали и имеет одну стенку;
- (!) изготовлена из специально обработанной хромово-ванадиевой стали и имеет две стенки;
- (?) имеет цилиндрическую форму и одну стенку;
- (?) изготовлена из низкоуглеродистой стали и имеет две стенки.

9. Выход аммиака за один цикл составляет:

- (?) 90%;
- (?) 100%;
- (?) 40-50%;
- (!) 15-20%.

10. Сырьем для производства азотной кислоты служат:

- (!) аммиак, воздух и вода;
- (?) азот, водород и вода;
- (?) аммиак, кислород и щелочь
- (?) азот, воздух и вода.

11. Контактное окисление аммиака на платине протекает по схеме:

- (?)  $4\text{NH}_3 + 4\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$ ;
- (?)  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ;
- (!)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ;
- (?)  $4\text{NH}_3 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .

Тема 3. Процессы и аппараты химического производства. Моделирование химических процессов и аппаратов

**1. Для окисления аммиака при производстве азотной кислоты применяют катализатор:**

- (?) Pt с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (?) Fe с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (?)  $V_2O_5$  с добавками  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ;
- (!) сплав Pt, Pd, Rh.

**2. Окисление  $NO$  до  $NO_2$  при производстве азотной кислоты протекает:**

- (?) при понижении температуры с катализатором под атмосферным давлением;
- (?) при повышении температуры без катализатора под атмосферным давлением;;
- (?) при повышении температуры с катализатором при повышенном давлении;
- (!) при понижении температуры без катализатора под атмосферным давлением.

**3. Абсорбцию нитрозных газов в абсорбционной колонне при производстве азотной кислоты прои**

- (?) чистой водой;
- (!) раствором азотной кислоты;
- (?) нитроолеумом;
- (?) раствором соды.

**4. В баине щелочной абсорбции при производстве азотной кислоты образуется:**

- (!) нитрат и нитрит натрия;
- (?) разбавленный раствор азотной кислоты;
- (?) нитроолеум;
- (?) концентрированный раствор азотной кислоты.

**5. Разбавленную азотную кислоту концентрируют:**

- (?) простым упариванием воды;
- (!) перегонкой в присутствии серной кислоты или нитрата цинка;
- (?) растворяя нитроолеум в разбавленной азотной кислоте;
- (?) перегонкой в присутствии карбонатов натрия и кальция.

**6. Нитроолеумом называется:**

- (?) 100%-ная азотная кислота;
- (?) разбавленный раствор азотной кислоты в воде;
- (!) раствор  $NO_2$  в азотной кислоте;
- (?) концентрированный раствор азотной кислоты в воде.

**7. При получении азотной кислоты прямым синтезом в доокислителе протекает реакция:**

- (!)  $NO + 2HNO_3 \ll 3NO_2 + H_2O$  ;
- (?)  $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ ;
- (?)  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ;
- (?)  $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$ .

**8. В абсорбционной колонне при производстве азотной кислоты происходит реакция:**

- (?)  $NO + 2HNO_3 \ll 3NO_2 + H_2O$  ;
- (?)  $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ ;
- (?)  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ;
- (!)  $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$ .

**9. Минеральными удобрения – это соли, содержащие необходимые для питания растений элемен**

- (?) P, S, K;
- (?) K, B, Na;
- (!) K, N, P;
- (?) Cl, Na, K.

**10. Минеральные удобрения выпускают согласно требованиям:**

- (?) в порошкообразном виде с содержанием питательных элементов не менее 30%;
- (!) в гранулированном виде с содержанием питательных элементов не менее 30%;
- (?) в порошкообразном виде с содержанием питательных элементов не менее 90%;
- (?) в гранулированном виде с содержанием питательных элементов не менее 90%.

**11. Сырьем для производства суперфосфата является:**

- (!) апатиты;
- (?) бокситы;
- (?) нефелины;
- (?) сильвинит.

**Тема 4. Сырье химической промышленности.**

**1. Формула простого суперфосфата:**

- (?)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ;
- (?)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;
- (!)  $3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times + 7\text{CaSO}_4$ ;
- (?)  $7\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times + 3\text{CaSO}_4$ .

**2. Формула двойного суперфосфата:**

- (?)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ;
- (?)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;
- (!)  $3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times + 7\text{CaSO}_4$ ;
- (?)  $7\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times + 3\text{CaSO}_4$ .

**3. При производстве простого суперфосфата на производство подают:**

- (?) фосфорную кислоту;
- (!) серную кислоту;
- (?) соляную кислоту;
- (?) азотную кислоту.

**4. При производстве двойного суперфосфата протекает реакция:**

- (!)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{HF}$ ;
- (?)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CaSO}_4 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HF} + \text{Q}$ ;
- (?)  $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7\text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$ ;
- (?)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{HCl} \rightarrow 5\text{CaCl}_2 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HF}$ .

**5. Аммиачную селитру в промышленности получают:**

- (?) взаимодействием хлорида аммония и нитрата серебра;
- (!) нейтрализацией азотной кислоты аммиаком;
- (?) нейтрализацией азотной кислоты гидроксидом калия;
- (?) нейтрализацией азотной кислоты гидроксидом кальция.

**6. Мочевину в промышленности получают:**

- (?) взаимодействием хлорида аммония и  $\text{CO}_2$ ;
- (!) взаимодействием аммиака и  $\text{CO}_2$ ;
- (?) взаимодействием аммиака и  $\text{CO}$ ;
- (?) взаимодействием азотной кислоты и  $\text{CO}_2$ .

**7. Сырьем для производства калийных удобрений служит:**

- (?) апатит;
- (?) боксит;
- (?) нефелин;
- (!) сильвинит.

**8. Сырьем для производства метанола служит:**

- (!) синтез – газ  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$ ;
- (?) синтез – газ  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- (?) синтез – газ  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ ;
- (?) синтез – газ  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

**9. Катализатором для производства метанола служит:**

- (?)  $\text{Pt}$  с добавками  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;
- (!) сплав  $\text{ZnO}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ;
- (?)  $\text{V}_2\text{O}_5$  с добавками  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;
- (?) сплав  $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Rh}$ .

**10. Синтез метанола идет по схеме:**

- (!)  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ ;
- (?)  $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- (?)  $2\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH}$ ;
- (?)  $2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2$ .

**11. В фильтре, при производстве метанола, смесь очищается от каталитических ядов:**

- (!) сернистых соединений, масла и карбонила железа;
- (?)  $\text{CO}_2$  и азота;
- (?) оксидов азота и воды;
- (?) оксидов азота и  $\text{CO}_2$ .

**Тема 5. Энергетика химической промышленности. Энерготехнология.****1. Из  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  термодинамически возможно получить:**

- (?) алканы, алкены, альдегиды, карбоновые кислоты;
- (!) бензин и бензол;
- (?) нефть;
- (?) аммиачную селитру.

**2. Электролизом водных растворов можно получить:**

- (?) активные неметаллы ( $\text{F}_2$ );
- (?) активные металлы ( $\text{Li}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ );
- (?) алюминий;
- (!) неорганические вещества, металлы и некоторые органические вещества.

**3. Электролиз воды проводят:**

- (?) в аккумуляторах;
- (?) в электролитических ваннах;
- (!) в биполярных электролизерах;
- (?) в гальванических элементах.

**4. Электролиз воды проводят используя:**

- (?) дистиллированную воду;
- (!) разбавленный раствор щелочей;
- (?) концентрированный раствор щелочей;
- (?) разбавленный раствор органических веществ.

**5. Электролиз водного раствора хлорида натрия проводят :**

- (!) в диафрагменном электролизере со стальным катодом;
- (?) в диафрагменном электролизере с ртутным катодом;
- (?) в биполярных электролизерах;
- (?) в электролизере со стальным катодом без диафрагмы.

**6. В диафрагменном электролизере со стальным катодом выделяется:**

- (!) хлор, водород и едкий натр;
- (?) натрий и хлор;
- (?) хлор, водород и натрий;
- (?) хлор и едкий натр.

**7. В электролизере с ртутным катодом без диафрагмы выделяется:**

- (?) хлор, водород и едкий натр;
- (!) натрий и хлор;
- (?) хлор, водород и натрий;
- (?) хлор и едкий натр.

**8. В диафрагменном электролизере со стальным катодом диафрагма необходима:**

- (?) для отвода хлора и водорода;
- (!) для торможения побочных процессов;
- (?) для отвода выделяющейся щелочи;
- (?) для предотвращения протекания процесса взаимодействия натрия с водой.

**9. Аккумуляторы необходимы:**

- (?) для необратимого преобразования химической энергии в электрическую;
- (?) для обратимого преобразования электрической энергии в химическую;
- (!) для обратимого преобразования химической энергии в электрическую;
- (?) для необратимого преобразования электрической энергии в химическую.

**10. Гальванические элементы необходимы:**

- (!) для необратимого преобразования химической энергии в электрическую;
- (?) для обратимого преобразования электрической энергии в химическую;
- (?) для обратимого преобразования химической энергии в электрическую;
- (?) для необратимого преобразования электрической энергии в химическую.



**11. Карбоцепные ВМС содержат в основной цепи:**

- (?) звенья в виде атомов углерода, чередующиеся с атомами кислорода, азота, серы;
- (!) звенья в виде атомов углерода;
- (?) не содержат углерода в основной цепи;
- (?) не содержат кремния, кислорода в основной цепи, но содержат серу.

**12. Гетероцепные ВМС содержат в основной цепи:**

- (!) звенья в виде атомов углерода, чередующиеся с атомами кислорода, азота, серы;
- (?) звенья в виде атомов углерода;
- (?) не содержат углерода в основной цепи;
- (?) не содержат кремния, кислорода в основной цепи, но содержат серу.

**Тема 6. Вода в химической промышленности.****1. Элементорганические ВМС содержат в основной цепи:**

- (?) звенья в виде атомов углерода, чередующиеся с атомами кислорода, азота, серы;
- (?) звенья в виде атомов углерода;
- (!) не содержат углерода в основной цепи;
- (?) не содержат кремния, кислорода в основной цепи, но содержат серу.

**2. Полимеризационные ВМС, в отличие от поликонденсационных:**

- (?) идут за счет разрыва кратных связей с выделением низкомолекулярных веществ;
- (?) содержат звенья в виде атомов углерода;
- (?) содержат звенья в виде атомов углерода, чередующиеся с атомами кислорода, азота, серы;
- (!) идут за счет разрыва кратных связей без выделения низкомолекулярных веществ.

**3. В массе полимеризация и поликонденсация осуществляется в промышленности:**

- (?) в водной среде с мономером в присутствии инициатора, эмульгатора;
- (?) в инертном растворителе;
- (!) в реакционный сосуд подают мономер с инициатором и нагревают до нужной температуры с образованием сплошного целого;
- (?) в суспензии.

**4. В растворах полимеризация и поликонденсация осуществляется в промышленности:**

- (?) в водной среде с мономером в присутствии инициатора, эмульгатора;
- (!) в инертном растворителе;
- (?) в реакционный сосуд подают мономер с инициатором и нагревают до нужной температуры с образованием сплошного целого;
- (?) в суспензии.

**5. В эмульсии полимеризация и поликонденсация осуществляется в промышленности:**

- (!) в водной среде с мономером в присутствии инициатора, эмульгатора;
- (?) в инертном растворителе;
- (?) в реакционный сосуд подают мономер с инициатором и нагревают до нужной температуры с образованием сплошного целого;
- (?) в суспензии.

**6. Пластмассы – смеси, состоящие из:**

- (?) природных и синтетических смол;
- (!) природных и синтетических смол с добавкой наполнителей и пластификаторов;
- (?) каучуков с добавкой наполнителей и пластификаторов;
- (?) наполнителей и пластификаторов.

**7. Термопластичные пластмассы отличаются от термореактивных:**

- (!) отсутствием реакций при нагревании;
- (?) отсутствием наполнителей;
- (?) термопластичные это полимеризационные пластмассы, термореактивные - поликонденсационные;
- (?) содержат звенья в виде атомов углерода.

**8. Наполнители придают пластмассам:**

- (?) пластичность;
- (!) прочность, термостойкость;
- (?) устойчивость к окислению;
- (?) понижают вязкость, затем испаряются.

**9. Пластификаторы придают пластмассам:**

- (!) пластичность;
- (?) прочность, термостойкость;
- (?) устойчивость к окислению;
- (?) понижают вязкость, затем испаряются.

**10. Растворители придают пластмассам:**

- (?) пластичность;
- (?) прочность, термостойкость;
- (?) устойчивость к окислению;
- (!) понижают вязкость, затем испаряются.

**11. Стабилизаторы придают пластмассам:**

- (?) пластичность;
- (?) прочность, термостойкость;
- (!) устойчивость к окислению;
- (?) понижают вязкость, затем испаряются.

**Тема 7. Производство серной кислоты.**

**1. Пластмассы получают на основе:**

- (?) этилена, пропилена, стирола;
- (!) полиэтилена, полипропилена, полистирола;
- (?) каучуков;
- (?) резин.

**2. Реакция полимеризации этилена при высоком давлении протекает по:**

- (?) ионному механизму;
- (?) экзотермическому механизму;
- (!) цепному радикальному механизму
- (?) механизму реакции разложения.

**3. При производстве этилена применяют принцип:**

- (?) автоматизации;
- (?) теплообмена;
- (?) противотока;

(!) циркуляции.

#### **4. Каучуки – это**

- (?) неэластичные полимеры с линейным строением;
- (!) высокоэластичные полимеры с линейным строением;
- (?) высокоэластичные полимеры с разветвленным строением;
- (?) неэластичные полимеры с разветвленным строением.

#### **5. Изопреновый каучук имеет строение:**

- (?)  $[-CH_2-C(F)=CH-CH_2]_n$ ;
- (?)  $[-CH_2-CH=CH-CH_2]_n$ ;
- (!)  $[-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2]_n$
- (?)  $[-CH_2-C(Cl)=CH-CH_2]_n$ .

#### **6. Бутадиеновый каучук имеет строение:**

- (!)  $[-CH_2-CH=CH-CH_2]_n$ ;
- (?)  $[-CH_2-C(F)=CH-CH_2]_n$ ;
- (?)  $[-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2]_n$ ;
- (?)  $[-CH_2-C(Cl)=CH-CH_2]_n$ .

#### **7. Бутадиен-стирольный каучук получают:**

- (?) ионной сополимеризацией смеси 30% бутадиена и 70% стирола;
- (?) радикальной сополимеризацией смеси 30% бутадиена и 70% стирола;
- (!) радикальной сополимеризацией смеси 70% бутадиена и 30% стирола;
- (?) ионной сополимеризацией смеси 70% бутадиена и 30% стирола.

#### **8. Каучуки имеют недостатки:**

- (!) при низких температурах они хрупки, при высоких становятся липкими;
- (?) при высоких температурах они хрупки, при низких становятся липкими;
- (?) они неэластичны;
- (?) быстро окисляются на воздухе.

#### **9. Процесс превращения каучука в резину называется:**

- (?) полимеризацией;
- (!) вулканизацией;
- (?) эмульгированием;
- (?) инициированием.

#### **10. Вулканизирующие вещества:**

- (?) растворяют макромолекулы каучука;
- (!) сшивают макромолекулы каучука;
- (?) окисляют макромолекулы каучука;
- (?) увеличивают макромолекулы каучука.

#### **11. Сырьем для производства чугуна служит:**

- (?) сальвинит и карналлит;
- (?) бокситы и нефелины;
- (?) сульфиды металлов и природный газ;
- (!) железные руды, флюсы, кокс.

Тема 8. Технология связанного азота. Технология солей и удобрений

**1. Чугун выплавляют:**

- (?) в конверторах;
- (?) в мартеновских печах;
- (!) в домнах;
- (?) в автоклавах.

**2. В доменной печи различают следующие части:**

- (?) колошник, трубу, распар, выгребной аппарат, горн;
- (!) колошник, шахту, распар, заплечики, горн;
- (?) шахту, распар, заплечики, бункер;
- (?) колошник, шахту, продувной аппарат, заплечики, бункер.

**3. Основной химический процесс в домне:**

- (?) поликонденсация;
- (?) полимеризация;
- (?) окисление;
- (!) восстановление.

**4. При производстве чугуна применяют принцип:**

- (?) автоматизации;
- (?) теплообмена;
- (?) противотока;
- (!) циркуляции.

**5. В состав чугуна входит:**

- (?) Fe, Ca, C, N, P;
- (!) Fe, Si, C, Mn, P;
- (?) Fe, Si, S, Mn, P;
- (?) Fe, Si, C, Mg, P.

**6. К цветным металлам относятся:**

- (!) все металлы, кроме Fe, Mn, Cr;
- (?) Fe, Mn, Cu;
- (?) все металлы, кроме Fe;
- (?) все металлы, кроме Fe, Mn, Cu.

**7. Из легкоподвижного шлака получают:**

- (?) ничего;
- (?) сталь;
- (!) цемент;
- (?) кирпич.

**8. Сырьем для производства стали служит:**

- (?) железные руды, флюсы, кокс;
- (?) железо и углерод;
- (!) чугун;
- (?) сильвинит и карналлит.

**9. Основной химический процесс при производстве стали:**

- (?) поликонденсация;
- (?) полимеризация;
- (!) окисление;
- (?) восстановление.

**10. Кислородно-конверторным способом сталь выплавляется:**

- (?) сутки;
- (?) 6 часов;
- (!) 15-30 минут;
- (?) 12 часов.

**11. Мартеновским способом сталь выплавляется:**

- (?) сутки;
- (!) 6 часов;
- (?) 15 минут;
- (?) 12 часов.

Тема 9. Электрохимические производства. Производство хлора и щелочи. Производство алюминия.

**1. При мартеновском способе выплавки стали тепло получают:**

- (?) окислением чугуна;
- (!) окислением топлива;
- (?) окислением стали;
- (?) за счет пропускания тока.

**2. При кислородно-конверторном способе выплавки стали тепло получают:**

- (!) окислением чугуна;
- (?) окислением топлива;
- (?) окислением стали;
- (?) за счет пропускания тока.

**3. Электрические дуговые печи применяют для получения стали:**

- (?) окислением чугуна кислородом воздуха;
- (?) восстановлением оксидов железа;
- (?) восстановлением оксидов железа за счет пропускания тока;
- (!) окислением чугуна за счет пропускания тока.

**4. Сырьем для получения алюминия служит:**

- (?) сильвинит и карналлит;
- (!) бокситы и нефелины;
- (?) сульфиды металлов и природный газ;
- (?) железные руды, флюсы, кокс.

**5. Алюминий получают:**

- (!) электролизом  $Al_2O_3$  в криолите;
- (?) электролизом расплава  $Al_2O_3$ ;
- (?) восстановлением  $Al_2O_3$  водородом;

(?) восстановлением  $Al_2O_3$  углеродом.

**6. Глинозем получают:**

- (?) электролизом бокситов;
- (?) по мокрому щелочному способу из сильвинита;
- (!) по мокрому щелочному способу из бокситов;
- (?) электролизом карналлита.

**7. Электролиз глинозема проводят:**

- (?) при 20000С;
- (!) при 10000С;
- (?) при 30000С;
- (?) при 5000С.

**8. Производство алюминия строят:**

- (?) вблизи АЭС;
- (!) вблизи ГЭС;
- (?) вблизи источников сырья;
- (?) все равно где.

**9. Анод при производстве алюминия сделан из:**

- (?) железа;
- (!) кокса;
- (?) специального жаропрочного сплава;
- (?) алюминия.

**10. Растворителем глинозема при производстве  $Al$  служит:**

- (?) каинит;
- (?) карналлит;
- (!) криолит;
- (?) сильвинит.

**11. Сырьем для синтеза уксусной кислоты служит:**

- (?) этилен;
- (?) этан;
- (!) карбид кальция;
- (?)  $CO$  и  $H_2$ .

**12. Уксусную кислоту получают:**

- (?) в конверторе;
- (!) в дуговой электропечи;
- (?) в автоклаве;
- (?) в мартеновской печи.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

**Типовые вопросы зачета (ПК-6)**

1. Промышленные способы получения водорода, кислорода, галогенов.

2. Промышленная переработка воздуха.
3. Производство серной кислоты.
4. Проблема связанного азота. Производство аммиака и его использование.
5. Производство азотной кислоты и ее солей.
6. Производство фосфора и фосфорной кислоты.
7. Производство минеральных удобрений.
8. Электрохимические производства.
9. Переработка природного газа, нефти и угля.
10. Производство важнейших углеводородных соединений.

### Типовые задания для зачета (ПК-6)

1. Содержание и задачи химической технологии.
2. История становления химической технологии как науки. Основные тенденции развития современной химической промышленности.
  1. Химико-технологический процесс (ХТП). Классификация ХТП. Основные технико-экономические показатели (степень превращения, выход продукта, селективность, производительность работы аппарата, интенсивность и мощность).
  2. Материальный и энергетический балансы ХТП. Невязка баланса.
  3. Равновесие в ХТП. Принцип Ле Шателье. Влияние на равновесие концентрации, давления и Т.
  4. Скорость ХТП. Константа скорости химической реакции. Диффузионный и кинетический контроль ХТП. Кинетические кривые ХТП различного гидродинамического режима и кинетического типа.
  5. Способы выражения скорости химико-технологического процесса в химической технологии. Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций. Движущая сила процесса, способы ее увеличения.
  6. Способы увеличения константы скорости реакции. Увеличение поверхности соприкосновения реагирующих фаз.
  7. Принципы классификации химических реакторов и режимов их работы.
  8. Сущность и виды катализа. Сущность каталитических процессов. Характеристики катализаторов, требования к ним и методы их приготовления.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-6	Демонстрирует высокий уровень знаний разделов химической технологии. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. Творчески подходит к решению задач
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-6	Демонстрирует слабый уровень знаний фундаментальных разделов химической технологии. Не может выделить междисциплинарные связи

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля



Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Игнатенков В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 195 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450986>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Атманских, И. Н., Нохрин, С. С., Шарафутдинов, А. Р. Химическая технология : учебно-методическое пособие. - 2022-08-31; Химическая технология. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 120 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/66002.html>
2. Бернацкий П.Н., Малин А.В. Сборник задач по общей химической технологии. Ч.111 : учеб.пособие для студ.хим.фак-тов ун-тов. - Тамбов: Изд-во ТГУ им.Г.Р.Державина, 2008. - 34с.
3. Белоцветов А.В., Бесков С.Д., Ключников Н.Г. Химическая технология : учебник. - 4-е изд., перераб.. - М.: Просвещение, 1976. - 319 с.

4. Летовальцев А. О., Решетникова Е. А. Химическая технология: металлургия, коррозия металлов и способы защиты от нее, сырьевое и энергетическое обеспечение химических производств, химическое материаловедение : учебное пособие. - Ростов-на-Дону|Таганрог: Южный федеральный университет, 2019. - 102 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577873>
5. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие. - Москва: Логос, 2017. - 304 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>
6. Собачкина Т. Н., Петрова Е. С., Баранова Ю. Б., Андреева Г. В., Кудрина Н. В. Химическая технология органических веществ : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. - 80 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500955>

### 6.3 Иные источники:

1. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.socio.msu.ru/l/library>
2. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.