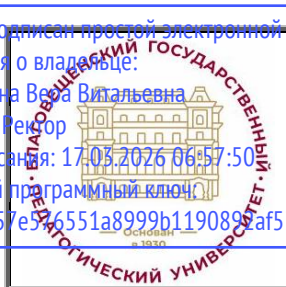
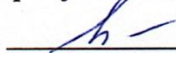


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Щёкина Вера Витальевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.05.2023 06:57:50  
Уникальный программный ключ:  
a2232a55157e576551a8999b1190897af58989420420336ffbf577a434a57789

	<b>МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>
	<b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»</b>
	<b>ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины</b>

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан естественно-географического  
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

  
**И.А. Трофимова**  
**«17» мая 2023 г.**

**Рабочая программа дисциплины  
«ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»**

**Направление подготовки  
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль  
«БИОЛОГИЯ»**

**Профиль  
«ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 9 от «10» мая 2023 г.)**

**Благовещенск 2023**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ) .....</b>	<b>5</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>14</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>17</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>31</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>32</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>32</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>32</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>34</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** сформировать у обучающихся понимание проблем прикладной химии на уровне современного состояния химической науки и химической промышленности.

### 1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Прикладная химия» относится к дисциплинам предметного модуля по профилю «Химия» части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1: Б1.В.02.09.

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** УК-1, ОПК-8, ПК-2:

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой являются:

- УК-1.1 Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовность к нему;

- УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;

- УК-1.3 Аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение;

- **ОПК-8.** Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний, **индикатором** достижения которой является:

- ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области;

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикатором** достижения которой является:

- ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теоретических и практических задач.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- основные технологические процессы производства важнейших химических продуктов в промышленных и лабораторных условиях;

- основные приборы и аппараты химической технологии;

- требования техники безопасности, производственной санитарии и экологических норм производства химических продуктов;

- **уметь:**

- решать типовые задачи по прикладной химии;

- определять технологически и экономически оптимальные условия проведения технологических процессов;

- проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам;

- **владеть:**

- навыками работы с учебной литературой и электронными ресурсами;

- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;

- навыками синтеза, выделения и очистки химических веществ в лабораторных условиях;

- представлениями о современных методах моделирования технологических процессов;
- навыками презентации учебной информации по прикладной химии.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Прикладная химия»** составляет 4 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (144 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 10
Общая трудоемкость	144	
Контактная работа	64	
Лекции	26	
Лабораторные работы	38	
Самостоятельная работа	44	
Вид итогового контроля:	36	экзамен

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 2.1 Очная форма обучения

#### Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
<b>I. Введение. Основные научные принципы и закономерности прикладной химии</b>					
1.	<b>Введение.</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 1: Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.	4		2	2
	Лабораторная работа 2: Приготовление рабочих растворов	6		4	2
2.	<b>Сырье для химической промышленности.</b>	4	2		2
3.	<b>Вода и ее использование в химической промышленности</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	6		4	2
4.	<b>Основные научные принципы и закономерности химической технологии</b>	4	2		2
	Контрольная работа: (Материальный баланс; сырьё; вода).	2			2
<b>II. Основные химические производства</b>					
5.	<b>Производство серной кислоты</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	6		4	2
6.	<b>Производство аммиака и азотной</b>	4	2		2

	<b>кислоты</b>				
	Лабораторная работа 5: Получение аммиака из азота воздуха и водорода	6		4	2
7.	<b>Производство минеральных солей и удобрений</b>	3	2		1
	Лабораторная работа 6: Получение аммонийной селитры	6		4	2
8.	<b>Производство силикатных материалов</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 7: Получение легкоплавких стекол	5		4	1
9.	<b>Электрохимическое производство</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 8: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	6		4	2
10.	<b>Производство металлов</b>	4	2		2
11.	<b>Переработка химического топлива</b>	4	2		2
	Лабораторная работа 9: Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	6		4	2
12.	<b>Промышленный органический синтез</b>	6	4		2
	Лабораторная работа 10: Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.	6		4	2
13.	<b>Производство полимерных материалов</b>	2			2
	Экзамен	36			
	Всего	<b>144</b>	<b>26</b>	<b>38</b>	<b>44</b>

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Тема 2. Сырье для химической промышленности	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильмов	2
2.	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	ЛБ	Работа в малых группах	4
3.	Тема 3. Основные научные принципы и закономерности химической технологии	ЛК	Лекция-дискуссия	2
4.	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	ЛБ	Работа в малых группах	4
5.	Тема 11. Переработка химического топлива	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильмов	2
	Всего		<b>14 / 30 %</b>	

### 3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ)

#### I. Введение. Основные научные принципы и закономерности прикладной химии

##### *Введение.*

Предмет прикладной химии, ее значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Основные принципы химических производств.

### ***Сырье для химической промышленности.***

Понятие о сырье, готовом продукте, промежуточном продукте, отходах и отбросах производства. Виды сырья. Классификация сырья: твердое, жидкое, газообразное; природное и синтетическое; минеральное и органическое.

Запасы сырья. Подготовка сырья к переработке – сортировка (классификация), измельчение, укрупнение, обезвоживание, обогащение.

Способы обогащения сырья: классификация, гравитационное обогащение, электромагнитная и электростатическая сепарация, флотация. Термическое обогащение. Химические способы обогащения. Разделение газовых смесей последовательной конденсацией, последовательным испарением, абсорбционно-десорбционным и адсорбционно-десорбционным методами.

Принцип рационального использования сырья. Комплексное использование сырья. Замена пищевого сырья непищевым. Безотходная и малоотходная технология.

Виды и источники энергии, применяемой в химическом производстве (энергия электрическая, тепловая, химическая, световая и ядерная). Энергоемкость химических производств. Рациональное использование энергии Коэффициент использования энергии.

### ***Вода и ее использование в химической промышленности.***

Характеристика природных вод и содержащихся в них примесей. Основные характеристики воды: солесодержание, окисляемость и др. Жесткость воды, временная и постоянная жесткость. Физические, химические и физико-химические способы умягчения воды. Обессоливание воды.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой и промышленной воды. Очистка питьевой воды. Подготовка питьевой и промышленной (технологической) воды. Пути сокращения расхода воды в промышленности.оборотное водоснабжение.

### ***Основные научные принципы и закономерности химической технологии.***

Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация процессов: по фазовому состоянию, реагентам и продуктам реакции, по типу химических реакций, по принципу контакта реагентов, по параметрам технологического режима и другим признакам.

Химические реакторы и химические процессы, протекающие в них. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле Шателье для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения. Выход продукта.

Скорость технологических процессов.

Гомогенные процессы. Основные закономерности гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость процесса и выход продукта. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Проектирование и моделирование химико-технологических процессов.

Катализ в химической промышленности. Сущность и виды катализа. Типы каталитических процессов: окислительно-восстановительного взаимодействия и кислотно-основного взаимодействия вещества с катализатором. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Свойства твердых катализаторов. Отравление катализаторов. Промышленные контактные массы. Аппаратурное оформление каталитических процессов. Контактные аппараты.

Основы макрокинетики. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная, переходная. Типы технологических схем: схемы с открытой цепью, схемы с частичной рециркуляцией, циркуляционные схемы.

Технологические и технико-экономические показатели химических производств: производительность и интенсивность работы аппаратов, выход продукта, качество готово-

го продукта, расходы по сырью, топливу, энергии, себестоимость продукта. Материальный, тепловой и энергетический балансы в химическом производстве.

## **II. Основные химические производства**

### ***Производство серной кислоты***

Серная кислота. Свойства, промышленные сорта и области применения серной кислоты. Сырье сернокислотной промышленности. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического высокотемпературного процесса в системе «т – г». Типы обжиговых печей. Печь «кипящего слоя», ее преимущества. Общая очистка обжигового газа.

Контактный способ производства серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа, ее назначение. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого, гетерогенного, каталитического процесса. Теоретические основы окисления оксида серы (IV). Применяемые катализаторы. Контактные аппараты со стационарным и кипящим слоями катализатора. Хемосорбция оксида серы (VI). Теоретические основы выбора абсорбента. Оптимальные условия процесса сорбции. Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.

Схема производства серной кислоты методом двойного контактирования.

Особенности производства серной кислоты по «короткой» схеме и методом «мокрого катализа».

Нитрозный способ производства серной кислоты.

Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

### ***Производство аммиака и азотной кислоты***

Значение соединений азота для народного хозяйства. Промышленные методы «связывания» азота (дуговой, цианамидный, аммиачный), их сравнительная характеристика. Сырье в производстве аммиака. Методы получения азота, водорода и азотводородной смеси (ABC) для синтеза аммиака. Двустадийный процесс производства ABC из природного газа конверсией метана с последующей конверсией оксида углерода (II). Получение азота из воздуха методом глубокого охлаждения. Производство водорода из коксового газа.

Синтез аммиака из ABC как пример каталитического процесса, осуществляемого по циклической схеме. Теоретические основы синтеза. Состав катализатора, каталитические яды. Предкатализ, его назначение. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении. Устройство колонны синтеза. Использование теплоты реакции для поддержания автотермичности процесса.

Азотная кислота, ее свойства, промышленные сорта и области применения. Основные стадии производства азотной кислоты из аммиака.

Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа. Оптимальные условия окисления аммиака до оксида азота (II). Устройство контактного аппарата поверхностного контакта. Применяемые катализаторы. Теоретические основы процессов окисления оксида азота (II), димеризация и абсорбция оксида азота (IV). Влияние основных параметров на скорость процесса и равновесие в системе.

Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом. Преимущества метода.

Производство концентрированной азотной кислоты. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез азотной кислоты. Технологическая схема прямого синтеза азотной кислоты. Особенности процесса.

Основные направления развития производства аммиака и азотной кислоты и ее солей.

### ***Производство минеральных солей и удобрений***

Минеральные соли, их виды. Применение минеральных солей. Способы получения минеральных солей. Способы производства солей. Добыча и переработка природных солей (галлургия). Получение минеральных солей из природного минерального сырья или

других видов сырья. Синтетический способ производства солей. Типовые процессы солевой технологии. Классификация минеральных удобрений. Роль минеральных удобрений, средств защиты растений и синтетических кормовых добавок в интенсификации сельскохозяйственного производства.

Фосфорные удобрения, их классификация. Фосфатное сырье. Серноокислородное, фосфорнокислородное и азотнокислородное разложение трикальцийфосфата как пример гетерогенных некаталитических процессов в системе «т – ж». Производство простого суперфосфата. Теоретические основы процесса серноокислородного разложения фторапатита. Суперфосфатная камера непрерывного действия. Нейтрализация и гранулирование суперфосфата.

Фосфорная кислота, свойства и применение. Экстракционный и электротермический методы получения фосфорной кислоты. Производство двойного суперфосфата. Физико-химические основы процесса фосфорнокислородного разложения фторапатита. Принципиальная схема производства двойного суперфосфата бескамерным методом. Получение кормового преципитата и аммофоса. Азотнокислородное разложение фосфатного сырья с получением сложных удобрений, их свойства и применение.

Азотные удобрения, их классификация. Производство нитрата аммония, теоретические основы процессов. Использование теплоты нейтрализации в реакторе ИТН. Принципиальная схема производства нитрата аммония с частичным упариванием воды и безупрочным методом.

Производство карбамида. Синтез карбамида как пример гетерогенного процесса, осуществляемого при высоком давлении. Теоретические основы процесса синтеза карбамида с частичной циркуляцией не прореагировавших исходных веществ. Принципиальная схема процесса. Устройство колонны синтеза - реактора идеального вытеснения. Свойства и применение карбамида как удобрения, кормового продукта для животных и сырья в производстве полимерных материалов. Применение жидкого аммиака в качестве удобрения. Аммиакаты.

Калийные удобрения. Хлорид калия и бесхлорные удобрения. Методы выделения хлорида калия из сильвинита - галлургический и флотационный. Физико-химические основы разделения смеси природных солей методом избирательного растворения. Принципиальная схема процесса. Выделение хлорида калия из сильвинита методом флотации. Схема процесса.

Биохимические производства, их роль в народном хозяйстве. Типовые промышленные биохимические процессы и их аппаратное оформление. Производство кормового белка из нефтепродуктов.

### ***Производство силикатных материалов***

Классификация и характеристика продуктов силикатной промышленности. Их значение в народном хозяйстве. Состав силикатов и их строение. Диаграмма состояния «оксид кремния - оксид алюминия».

Сырье для производства силикатных материалов. Подготовка сырья. Типовые процессы технологии силикатов. Высокотемпературная обработка шихты и применяемые аппараты - шахтные, туннельные, барабанные вращающиеся и ванны печи.

Огнеупоры. Основные виды огнеупорных материалов. Алумосиликатные огнеупоры, их разновидности и принцип получения.

Стекла. Состав, строение и классификация стекол. Зависимость свойств стекла от его состава. Сырье в стекольной промышленности. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекломассы. Способы формования стеклянных изделий: вытягивание, прокат, литье, выдувание, прессование. Понятие о ситаллах.

Вязущие вещества. Сырье для производства вязущих веществ. Производство портландцемента. Физико-химические процессы производства. Принципиальная схема производства. Химизм затвердевания цементной массы.

Керамические материалы, их общая характеристика и классификация. Сырье для производства керамических материалов. Кирпич, фарфор, фаянс, огнеупоры, специальная керамика.

Керамика с электрическими, магнитными и оптическими функциями. Пьезокерамика. Керамика с химическими и ядерными функциями. Конструкционная керамика. Перспективы развития керамических материалов.

### ***Электрохимическое производство***

Электрическая энергия, использование ее в химической технологии. Электротермические и электрохимические процессы. Теоретические основы промышленного электролиза. Теоретическое и практическое напряжение при электролизе. Последовательность разряда ионов в растворе и расплаве. Количественные показатели процесса электролиза - выход по току и коэффициент использования энергии.

Производство хлора и гидроксида натрия электролизом раствора хлорида натрия как пример электрохимического процесса. Теоретические основы электролиза с железным (диафрагменный метод) и ртутным катодами. Их принципиальное различие и сравнительная характеристика. Области применения хлора и гидроксида натрия.

### ***Производство металлов***

Классификация металлов. Значение металлов для народного хозяйства. Сплавы. Металлургия. Сырье черной и цветной металлургии. Виды сырья. Классификация руд. Комплексное использование сульфидного сырья и комбинирование металлургического производства с сернокислотным.

Основные способы получения металлов - пирометаллургические, гидрометаллургические и электрометаллургические. Физико-химические основы процесса восстановления металлов из их соединений.

Цветная металлургия. Производство алюминия. Свойства алюминия и его сплавов, их значение для народного хозяйства. Сырье для производства алюминия. Способы выделения глинозема из руд: щелочные, кислотные и электротермические.

Получение глинозема ( $Al_2O_3$ ) мокрым щелочным способом (способ Байера) и способом спекания. Химизм процессов и принципиальная схема производства.

Производство алюминия из глинозема. Теоретические основы процесса электролиза. Первичные и вторичные процессы в системе «глинозем - криолит». Электролизеры с обожженными и самообжигающимися анодами. Устройство электролизера с самообжигающимся анодом. Технологические показатели процесса электролиза. Рафинирование алюминия. Сплавы на основе алюминия.

Черные металлы. Сплавы на основе железа, их классификация и свойства. Диаграмма состояния «железо - углерод», ее анализ и практическое использование.

Производство чугуна. Железные руды, их классификация, состав и подготовка. Агломерация и изготовление окатышей. Теоретические основы доменного процесса. Химические реакции, протекающие в доменной печи. Прямое и косвенное восстановление оксидов железа.

Устройство доменной печи - реактора полного вытеснения, работающего по принципу противотока. Регенераторы (кауперы), их роль. Оптимальные условия доменного процесса: состав шихты и дутья, температура, давление.

Пути интенсификации доменного процесса: применение кислорода, природного газа, совершенствование конструкции печи (укрупнение ее размеров, комплексная механизация, автоматизация контроля и управления). Использование доменных шлаков и доменного газа.

Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Кислородно-конверторный метод, его преимущества. Химические реакции, протекающие в конверторе: окисление углерода и примесей, образование шлаков, раскисление оксида железа (II). Устройство и режим работы конвертора. Сырье для кислородно-

конверторного способа выплавки стали, его особенности. Химические реакции в гетерогенной системе «газ - шлак - металл».

Мартеновский способ производства стали, его недостатки. Устройство мартеновской печи. Пути интенсификации мартеновского процесса: применение кислорода, сжатого воздуха, природного газа. Двухванные мартеновские печи.

Выплавка стали и ферросплавов в электрических печах. Электродуговые и индукционные печи. Качество стали. Переработка стали. Непрерывная разливка стали.

Прямое восстановление железа из руд. Сырье, его подготовка и переработка. Реакторы прямого восстановления железа из руд: барабанные вращающиеся печи, печи с «кипящим слоем». Основные восстановители. Химические реакции восстановления.

Рафинирование металлов: карбонильный способ, зонная плавка и др.

Порошковая металлургия. Промышленные методы порошковой металлургии - физико-химические и механические. Химические, физические и технологические свойства металлических порошков. Формование и спекание металлических порошков.

Перспективы развития черной и цветной металлургии в Амурской области, на Дальнем Востоке, в стране в целом.

### ***Переработка химического топлива***

Виды топлива, их характеристика. Запасы и роль топлива в энергетическом балансе страны. Происхождение различных видов топлива. Основные характеристики топлив: состав, энергетические характеристики, температура горения, теплотворная способность. Топливо как сырье химической промышленности.

Переработка твердого топлива. Виды переработки: пиролиз, газификация, гидрирование. Комплексное использование компонентов твердого топлива при его деструктивной переработке.

Коксование каменных углей. Сущность метода и физико-химические процессы, протекающие в шихте при коксовании. Устройство коксовой печи. Периодическая работа коксовой камеры и непрерывная работа коксовой батареи. Механизация и автоматизация процесса коксования. Сухое тушение кокса, его преимущества.

Продукты коксования. Прямой коксовый газ, его состав. Принципиальная схема улавливания и разделения коксового газа. Выделение каменноугольной смолы, улавливание соединений аммиака и сырого бензола. Переработка сырого бензола и каменноугольной смолы. Выделение и очистка ароматических соединений. Обратный коксовый газ, его использование.

Низкотемпературное коксование (полукоксование) торфа, сланцев, древесины. Цель процесса полукоксования твердых топлив.

Газификация твердого топлива. Автотермические и аллотермические процессы газификации. Газогенераторы газификации твердого топлива (в плотном слое, в «кипящем» слое, в аэрозольном потоке). Газификация в ванне с расплавленным железом. Подземная газификация угля.

Гидрирование твердого топлива. Гидрогазификация.

Переработка нефти и нефтепродуктов. Нефтеносные районы страны. Способы добычи, состав и свойства нефти. Проблема комплексного использования сырья при переработке нефти. Подготовка нефти к переработке.

Принципы переработки нефти и нефтепродуктов. Прямая перегонка нефти. Сущность метода и принципиальная схема двухступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Подготовка нефти к прямой гонке. Устройство трубчатых печей и ректификационных колонн. Состав и характеристика продуктов прямой гонки нефти.

Вторичная (химическая) переработка нефти. Пути увеличения выхода наиболее ценных нефтепродуктов и улучшения их качества.

Высокотемпературные методы деструктивной переработки нефтепродуктов: крекинг и ароматизация риформинг). Цель и разновидности крекинга нефтепродуктов. Ста-

бильность углеводов различных классов. Химические реакции, протекающие при высоких температурах.

Каталитический крекинг, применяемое сырье и катализаторы. Схема превращений, протекающих на алюмосиликатном катализаторе. Условия оптимального режима процесса. Продукты каталитического крекинга, их отличие от продуктов термического крекинга. Принцип использования движущегося слоя катализатора при каталитическом крекинге. Схема установки каталитического крекинга с совмещенным реактором и регенератором. Крекинг в кипящем слое катализатора.

Каталитический риформинг. Сырье и применяемые катализаторы. Химические реакции, протекающие при риформинге. Разновидности каталитического риформинга: производство высокооктанового бензина (облагораживание бензина) и индивидуальных ароматических углеводов (ароматизация). Принципиальные схемы процессов.

Продукты переработки нефти, их состав, свойства и применение. Октановая и цетановая характеристики моторных топлив. Очистка нефтепродуктов. Современная организация нефтехимического производства. Нефтехимические комбинаты.

Переработка газообразного топлива. Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, их использование в качестве топлива и химического сырья. Конверсия природного газа, ее разновидности: конверсия с водяным паром, неполное окисление, окислительный пиролиз. Применение конверсии для производства синтез-газа, азотводородной смеси (АВС), ацетилена и водорода. Переработка крекинг-газа. Алкилирование бутиленовой фракции.

### ***Промышленный органический синтез***

Разновидности и сырье промышленного органического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода (II), алканов и алкенов, ацетилена, нафтенных и ароматических углеводов. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе: гидрирование, дегидрирование, окисление, восстановление, гидратация, гидролиз, алкилирование, сульфирование, хлорирование, нитрование и др.

Производство и переработка ацетилена. Методы получения ацетилена, их сравнительная характеристика. Производство ацетилена термоокислительным пиролизом метана, его преимущества.

Производство ацетальдегида гидратацией ацетилена по реакции Кучерова в паровой фазе и каталитическим окислением этилена. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида каталитическим окислением ацетальдегида. Принципиальная схема их совместного производства.

Производство метанола из синтез-газа. Теоретические основы и принципиальная схема производства. Применение метанола. Производство формальдегида из метанола и селективным каталитическим окислением метана.

Производство этанола. Классификация и сравнительная характеристика промышленных способов производства этанола. Биохимический и гидролизный способы получения этанола. Производство этанола серноокислотной гидратацией и прямой гидратацией на фосфорнокислотном катализаторе. Химизм и принципиальная схема процесса прямой гидратации этилена.

Производство высших жирных спиртов и кислот окислением парафина. Химизм и принципиальная схема процесса. Выделение продуктов реакции и их применение. Синтетические моющие средства (СМС), поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Производство бутадиена-1,3 из этилового спирта и каталитическим дегидрированием бутана. Химизм и принципиальная схема процесса. Производство изопрена из изопентана. Применение бутадиена-1,3 и изопрена.

Производство стирола из бензола через этилфенол. Физико-химические основы процессов алкилирования бензола и дегидрирования этилбензола. Принципиальная схема процесса.

Производство капролактама прямым окислением циклогексана. Химизм процесса. Применение стирола и капролактама.

### *Производство полимерных материалов*

Полимерные материалы, их классификация, состав и общие свойства. Высокомолекулярные соединения (ВМС) как основа полимерных материалов. Строение и классификация ВМС. Специфические свойства ВМС как функция их строения и молекулярной массы. Элементарное звено, макромолекула. Фазовое и физическое состояние ВМС. Основные способы производства синтетических ВМС: полимеризация, сополимеризация, поликонденсация, сополиконденсация. Понятие о мономерах. Радикальная и ионная, цепная и ступенчатая полимеризация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Технические способы проведения полимеризации и поликонденсации.

Эластомеры (каучуки). Особенности высокоэластичного состояния ВМС. Классификация и основные свойства каучуков. Натуральный каучук, его строение. Синтетические каучуки. Производство бутадиен-стирольного каучука методом эмульсионной полимеризации. Физико-химические основы и принципиальная схема процесса. Стереорегулярные каучуки, их строение. Применяемые катализаторы. Производство стереорегулярного изопренового каучука. Физико-химические основы процесса стереоспецифической полимеризации и принципиальная схема процесса

Переработка каучуков в резиновые изделия. Типовые процессы и аппараты резиновой промышленности. Вулканизация каучука. Принцип метода. Вулканизирующие агенты. Химизм вулканизации непредельных каучуков серой. Виды резиновых изделий.

Пластмассы, их классификация, состав, основные свойства и области применения. Компоненты пластических масс. Производство пластмасс.

Полимеризационные ВМС и пластмассы на их основе. Полиэтилен. Принципиальная схема производства полиэтилена высокого и низкого давления. Полипропилен. Полистирол.

Поликонденсационные ВМС и пластмассы на их основе. Производство фенолформальдегидных полимеров. Новолаци и резола, условия их получения, отверждение до резитов. получение пресс-порошков, волокнистых и слоистых пластиков.

Химические волокна, их классификация, основные свойства и применение. Типовые методы формования химических волокон из растворов и расплавов. Производство искусственных волокон на основе целлюлозы: вискозного и ацетатного. Химизм процессов. Производство синтетических волокон из лавсана (полиэтилентерефталата) и капрона (поликапролактама). Химизм процессов.

Основные направления единой научно-технической политики развития химико-технологических производств

Экологизация общественного производства. Новые методы добычи сырья и новые виды энергии. Новые технологии и новые материалы.

Малоотходные и безотходные технологические процессы и схемы в химической промышленности. Критерии экологичности технологических процессов. Основные направления в развитии безотходной и малоотходной технологии.

Территориально-промышленные комплексы и размещение химических производств. Особенности развития отдельных ТПК. Территориальная комплексная схема охраны природы. Энергообеспечение ТПК и охрана окружающей среды. Экологическая безопасность химических производств.

Экологический паспорт промышленного предприятия.

Эталонные проекты безотходных производств.

Комплексная переработка полезных ископаемых. Основные экологические проблемы, возникающие при этом.

Переработка и использование отходов. Обезвреживание и утилизация отходов предприятий химической промышленности. Использование отходов производств. Роль промышленности строительных материалов в использовании отходов производств. Ис-

пользование отходов цветной и черной металлургии; золы и шлаков тепловых электростанций; пиритных огарков; электротермофосфорных шлаков; гипсовых отходов; отходов добычи и обогащения угля, вскрышных пород и т.д.

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Прикладная химия». Прикладная химия представляет собой интегрированную область знаний, базирующуюся на комплексе химических дисциплин, изученных студентами на предыдущих курсах.

Дисциплина «Прикладная химия» в педагогических вузах должна обеспечивать подготовку высококвалифицированных бакалавров, знающих состояние химической промышленности страны и перспективы ее развития, способы добычи, подготовки и комплексной переработки важнейших видов химического сырья. Бакалавр должен знать теоретические основы, технологические процессы и типовые аппараты основных химических производств, использование продукции химической промышленности в народном хозяйстве, иметь представление об экономике химической промышленности, методах охраны окружающей среды от вредного влияния продуктов и отходов химической промышленности, ясно представлять значение химизации народного хозяйства, ее основные направления.

Современные промышленные предприятия представляют собой сочетание производств различного профиля. Наряду с развитием химической промышленности и увеличением числа химических производств происходит их типизация. При этом новые технологические процессы и системы управления разрабатываются на основании научного подхода, изучения отдельных химико-технологических процессов базируется на общих теоретических основах химической технологии как науки. Эти общие научные принципы излагаются в первой части лекционного курса, которая предшествует изучению конкретных химико-технологических процессов.

Во второй части лекционного курса изучаются наиболее типичные, важнейшие химические производства. При этом необходимо подчеркнуть, избегая дублирования, использование общих научных принципов и закономерностей химической технологии на конкретных примерах.

В процессе изучения каждого производства студенты должны ознакомиться со свойствами получаемого продукта, сырьевыми и энергетическими ресурсами, рассмотреть технологическую схему производства и обосновать оптимальный технологический режим его отдельных стадий. В заключение необходимо давать представление о химико-технологических показателях производства, области применения данного продукта, требованиях по охране окружающей природной среды и утилизации отходов.

В процессе проведения лабораторного практикума студенты должны закрепить и углубить знания, полученные в лекционном курсе, приобрести практические навыки в проведении исследования и количественной обработке результатов проводимой работы, ознакомиться с современными методами анализа сырья и получаемых продуктов. Экспериментальные исследования проводятся на установках, моделирующих производственные. При постановке работ следует стремиться к тому, чтобы такие операции как анализ полученного продукта, определение его констант, снятие параметров процесса органически включались в соответствующую технологическую работу и выполнялись в объеме, необходимом для решения поставленных в этой работе задач.

Прикладная химия изучается на протяжении 10 семестра, углубление знаний осуществляется в процессе выполнения обширного лабораторного практикума и закрепляется при прохождении педагогической практики.

Программа дисциплины составлена в соответствии с учебным планом по специальности и Государственным образовательным стандартом ВО.

Учебно-методические материалы по подготовке лекционных и лабораторных занятий представлены отдельно по каждой теме в соответствии с программой дисциплины и последовательностью изучения дисциплины: «Общие вопросы прикладной химии»; «Теоретические вопросы прикладной химии»; «Производство неорганических веществ»; «Производство минеральных удобрений»; «Производство силикатных материалов»; «Металлургия»; «Химическая переработка топлива»; «Производство органических веществ»; «Производство высокомолекулярных соединений».

В каждой теме даны учебно-методические материалы лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме и особенности изучаемого материала, приводится список основной и дополнительной литературы.

Представлены задания для самостоятельного изучения предмета, варианты контрольных работ, итоговые контрольные тесты, которые позволяют проверить уровень усвоения изученного материала. Контрольные тесты содержат задания разного содержания и уровня сложности, что позволяет достоверно оценить полноту знаний студентов.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной и учебно-методической литературы представлен в отдельном разделе данной работы. Кроме того, в материалах по подготовке лабораторных занятий по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов  
по дисциплине**

Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
I. Введение. Основные научные принципы и закономерности прикладной химии	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка к экзамену	16
II. Основные химические производства	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка к контрольной работе Подготовка к экзамену	28
Всего		44

**5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**План лабораторных работ**

№	Лабораторная работа	Практикум
---	---------------------	-----------

1	Лабораторная работа 1: Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.	[1] стр. 8
2	Лабораторная работа 2: Приготовление рабочих растворов	[1] стр. 8
3	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	[1] стр. 98
4	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	[1] стр. 89
5	Лабораторная работа 5: Получение аммиака из азота воздуха и водорода	[1] стр. 87
6	Лабораторная работа 6: Получение аммонийной селитры	[1] стр. 100
7	Лабораторная работа 7: Получение легкоплавких стекол	[1] стр. 95
8	Лабораторная работа 8: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	[1] стр. 92
9	Лабораторная работа 9: Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	[1] стр. 78
11	Лабораторная работа 10: Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.	[1] стр. 79

[1] Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

**Лабораторная работа 1:** Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.

**Вопросы к занятию:**

1. Введение. Правила поведения в лаборатории химической технологии, правила техники безопасности и оказание первой помощи.
2. Типовые расчеты в химической технологии.
3. Расчёт материального и энергетического баланса.
4. Практические расходные коэффициенты, выход продукта, производительность аппарата, интенсивность аппарата, удельные капитальные затраты

**Лабораторная работа 2:** Приготовление рабочих растворов

**Вопросы к занятию:**

1. Способы выражения концентрации растворенного вещества.
2. Растворы в лабораторных работах практикума.

**Лабораторная работа 3:** Определение жёсткости воды и её умягчение

**Вопросы к занятию:**

1. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод.
2. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.
3. Сырьё, его виды, классификация, подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья.
4. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии.

**Лабораторная работа 4:** Получение серной кислоты контактным способом.

**Вопросы к занятию:**

1. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.
2. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Типы обжиговых печей.

3. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса.

4. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактными способом из колчедана.

5. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме» и способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

**Лабораторная работа 5:** Получение аммиака из азота воздуха и водорода

**Вопросы к занятию:**

1. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.

2. Синтез аммиака как пример каталитического гетерогенного процесса. Теоретические основы синтеза.

3. Производство аммиака. Принципиальная схема производства при среднем давлении.

**Лабораторная работа 6:** Получение аммонийной селитры

**Вопросы к занятию:**

1. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений для народного хозяйства. Классификация и характеристика минеральных удобрений.

2. Способы получения солей. Производство карбамида. Принципиальная схема производства карбамида.

3. Азотные удобрения, их классификация. Производство аммонийной селитры.

4. Калийные удобрения. Физико-химические процессы их получения.

5. Фосфорные удобрения, их классификация, сырьё. Производство простого и двойного суперфосфата.

6. Биохимические производства, их роль в народном хозяйстве. Производство БВК.

**Лабораторная работа 7:** Получение легкоплавких стекол

**Вопросы к занятию:**

1. Силикаты. Классификация, сырьё, типовые технологические процессы производства силикатов.

2. Производство строительных материалов: извести, кирпича.

3. Огнеупоры. Основные виды огнеупоров, принципы их получения.

4. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства.

5. Стекло. Состав, строение, классификация стёкол. Варка стекла. Переработка стекла.

**Лабораторная работа 8:** Получение никелевого покрытия электрохимическим способом

**Вопросы к занятию:**

1. Сырьё цветной и чёрной металлургии. Основные показатели сырья. Перспективы развития цветной и чёрной металлургии в Амурской области.

2. Чугун, его характеристика. Устройство доменной печи. Доменный двор.

3. Сталь, характеристика стали. Марки стали. Отличие стали от чугуна.

4. Химические процессы, лежащие в основе производства стали.

5. Алюминий, сплавы на основе алюминия. Сырьё для производства алюминия.

6. Получение глинозёма: а) способом Байера; б) сухим щелочным способом.

7. Химические процессы электролиза в производстве алюминия.

8. Устройство и работа электролизера с обожжёнными анодами и самообжигающимися анодами.

**Лабораторная работа 9:** Количественное определение жирных кислот при окислении парафина

**Вопросы к занятию:**

1. Промышленный органический синтез, его разновидности и сырьё. Синтезы на основе оксидов углерода, алканов, алкенов и других углеводородов. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе.

2. Производство метанола из синтез-газа. Теоретические основы и принципиальная схема производства.

3. Промышленные способы производства этанола. Принципиальная схема производства этанола гидратацией этилена.

4. Производство бутадиена - 1,3. Химизм и принципиальная схема процесса производства.

**Лабораторная работа 10:** Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.

1. Синтетические моющие средства.

2. Мыло. Виды, свойства.

3. Физико-химические основы стирки.

4. Производство синтетических моющих средств.

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
УК-1 ОПК-8 ПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две незначительные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (под-

			держивается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
УК-1 ОПК-8 ПК-2	Тест	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий.  Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	
УК-1 ОПК-8 ПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
УК-1 ОПК-8 ПК-2	Учебные задачи	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов

		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
--	--	----------------------	--

## 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

### Критерии оценивания устного ответа на экзамене

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если студент:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;
2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

### Вопросы к экзамену

1. Понятие и содержание науки «Прикладная химия», связь ее с другими науками. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Особенности отраслевой структуры химического комплекса. Современное состояние химической промышленности, химизация народного хозяйства.

2. Сырьё, его виды, классификация, общая подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья. Механические и физико-химические методы обогащения сырья.
3. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.
4. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.
5. Химико-технологический процесс, его структура. Классификация химико-технологических процессов. Организация химико-технологического процесса.
6. Общая характеристика и классификация процессов химической технологии (5 групп процессов).
7. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов. Свойства твёрдых катализаторов.
8. Контактные аппараты. Устройство и показатели работы контактных аппаратов.
9. Типы технологических схем, технологические и технико-экономические показатели химического производства. Балансы производства продукции.
10. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.
11. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Сжигание серы и сероводорода при производстве сернистого газа.
12. Типы обжиговых печей и печей для сжигания серы в производстве серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа.
13. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.
14. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме», способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.
15. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.
16. Способы производства азота и водорода для синтеза аммиака.
17. Синтез аммиака как пример каталитического процесса. Теоретические основы синтеза. Производство аммиака. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении.
18. Азотная кислота, её свойства, применение. Основные стадии производства. Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа.
19. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, его преимущества. Производство концентрированной азотной кислоты.
20. Способы получения солей. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений для народного хозяйства. Классификация и характеристика минеральных удобрений.
21. Азотные удобрения, их классификация. Производство аммонийной селитры.
22. Карбамид. Производство карбамида. Принципиальная схема производства.
23. Калийные удобрения. Физико-химические процессы их получения.
24. Фосфорные удобрения, их классификация, сырьё. Производство простого и двойного суперфосфата. Принципиальная схема производства.
25. Силикаты. Классификация, сырьё, типовые технологические процессы производства силикатов. Производство строительных материалов: извести, кирпича.
26. Огнеупоры. Основные виды огнеупоров, принципы их получения. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства.

27. Стекло. Состав, строение, классификация стёкол. Варка стекла. Переработка стекла.
28. Теоретические основы промышленного электролиза. Количественные показатели процесса электролиза. Производство хлора и гидроксида натрия методом электролиза. Теоретические основы электролиза с диафрагменным и ртутным катодами.
29. Metallургия. Сырьё чёрной и цветной металлургии. Основные способы получения металлов.
30. Цветная металлургия. Производство алюминия. Методы получения глинозема. Химизм процесса производства алюминия и принципиальная схема производства.
31. Сплавы. Сплавы чёрной и цветной металлургии. Производство чугуна. Теоретические основы доменного процесса. Устройство и работа доменной печи. Доменный двор.
32. Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Мартеновский способ выплавки стали, его особенности.
33. Кислородно-конверторный способ производства стали, его особенности. Производство электростали. Технологическая схема производства.
34. Принципиальная схема прямого восстановления железа из руд. Порошковая металлургия.
35. Топливо. Классификация топлив. Основные способы переработки твердых, жидких и газообразных топлив.
36. Переработка твердого топлива. Коксование. Полукоксование. Улавливание и переработка продуктов коксования.
37. Газификация твердого топлива. Автотермические процессы. Аллотермические процессы.
38. Нефть. Характеристика, классификация, подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки нефти. Перегонка нефти. Технологическая схема производства.
39. Химические методы переработки нефти и нефтепродуктов. Классификация и краткая характеристика методов вторичной переработки нефти.
40. Термические способы переработки нефти. Принципиальная схема термического крекинга.
41. Каталитический крекинг нефти. Технологическая схема производства.
42. Газообразное топливо. Характеристика и способы переработки. Конверсия метана. Технологическая схема производства.
43. Промышленный органический синтез. Классификация и общая характеристика производства продуктов промышленного органического синтеза. Сырьё. Типовые химико-технологические процессы.
44. Синтез метанола. Технологическая схема производства.
45. Производство этилового спирта. Биохимический и гидролизный способы производства. Технологическая схема производства.
46. Производство этанола способом каталитической гидратации этилена. Технологическая схема производства.
47. Производство бутадиена. Технологическая схема производства.
48. Производство изопрена. Технологическая схема производства.
49. Производство стирола. Технологическая схема производства.
50. Производство капролактама. Химизм процесса.
51. Способы получения ацетилена. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.
52. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.
53. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.

54. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения ВМС. Полимеризация. Классификация и характеристика методов. Поликонденсация. Классификация и характеристика методов.

55. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.

56. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.

57. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.

58. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика. Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.

59. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.

60. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства. Производство резины. Принципиальная схема производства.

#### Список терминов (рассмотреть к экзамену)

- |                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| 1. Абсорбция       | 19. Промоторы                      |
| 2. Адсорбция       | 20. Реактор                        |
| 3. Баббиты         | 21. Ректификация                   |
| 4. Байпасирование  | 22. Рекультивация                  |
| 5. Барботирование  | 23. Рекуперация                    |
| 6. Батарея         | 24. Синтез-газ                     |
| 7. Газификация     | 25. Скруббер                       |
| 8. Гидролизат      | 26. Технологический режим          |
| 9. Грохот          | 27. Трегеры (носители)             |
| 10. Дезинтегратор  | 28. Фенопласты                     |
| 11. Иониты         | 29. Ферментер                      |
| 12. Ионообменники  | 30. Флотация                       |
| 13. Классификация  | 31. Химико-технологическая система |
| 14. Огнеупоры      | 32. Химико-технологическая схема   |
| 15. Огнеупорность  | 33. Шамот                          |
| 16. Пластификаторы | 34. Шликер                         |
| 17. Платформинг    | 35. Эксгаустер                     |
| 18. Полупродукт    | 36. Экструдер                      |

### 6.3 Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций: УК-1, ОПК-8, ПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка /

			ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>• УК-1.1 Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовность к нему;</li> <li>• УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;</li> <li>• УК-1.3 Аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.</li> </ul>

**1. Какой из перечисленных процессов является ключевой стадией в сернокислотном контактном способе производства серной кислоты?**

- 1) Обжиг пирита
- 2) Окисление сернистого ангидрида ( $\text{SO}_2$ ) в серный ангидрид ( $\text{SO}_3$ )
- 3) Абсорбция  $\text{SO}_3$  разбавленной серной кислотой
- 4) Очистка печного газа

Ответ: 2

**2. Основным сырьем для производства аммиака по методу Габера-Боша является:**

- 1) Азот воздуха и водород из природного газа
- 2) Нитрат натрия и водород
- 3) Азотная кислота и аммиачная вода
- 4) Мочевина и вода

Ответ: 1

**3. Какой из перечисленных материалов является типичным продуктом силикатной промышленности?**

- 1) Полиэтилен
- 2) Стекло
- 3) Серная кислота
- 4) Аммиак

Ответ: 2

**4. Что является основной целью процесса реформинга в нефтепереработке?**

- 1) Получение водорода и синтез-газа из углеводородов
- 2) Удаление серы из топлива
- 3) Увеличение выхода бензина и повышение его октанового числа
- 4) Разделение нефти на фракции

Ответ: 3

**5. Какие факторы являются критически важными для протекания гетерогенно-каталитической реакции (например, синтеза аммиака)? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Удельная поверхность катализатора
- 2) Цвет катализатора
- 3) Адсорбционная способность катализатора
- 4) Температура и давление в реакторе
- 5) Растворимость катализатора в воде

Ответ: 1, 3, 4

**6. Какие из перечисленных процессов можно отнести к электрохимическим производствам? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Электролиз раствора хлорида натрия
- 2) Производство аммиака
- 3) Электролитическое рафинирование меди
- 4) Крекинг углеводородов
- 5) Гальванотехника (нанесение покрытий)

Ответ: 1, 3, 5

**7. Какие из перечисленных соединений можно получить методами промышленного органического синтеза? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Поливинилхлорид (ПВХ)
- 2) Метанол
- 3) Серная кислота
- 4) Стирол
- 5) Цемент

Ответ: 1, 2, 4

**8. Установите соответствие между видом сырья и основным получаемым из него продуктом:**

1. Апатиты и фосфориты : А) Минеральные фосфорные удобрения
2. Природный газ : Б) Аммиак и метанол
3. Каменная соль (галит) : В) Хлор и едкий натр
4. Бокситы : Г) Алюминий

**9. Установите соответствие между производственным процессом и его основным целевым продуктом:**

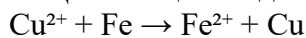
1. Контактный процесс : А) Серная кислота
2. Процесс Оствальда : Б) Азотная кислота

3. Процесс Сольвея : В) Бензин повышенного октанового числа

4. Крекинг : Г) Сода кальцинированная ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

**10. Установите соответствие между процессом и его химической сущностью:**

1. Цементация меди железом : А) Окислительно-восстановительная реакция в растворе:



2. Окисление метана в синтез-газ : Б) Парциальное окисление:  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$

3. Гидрометаллургия : В) Извлечение металлов из руд с помощью водных растворов

4. Пиролиз углеводородов : Г) Термическое разложение без доступа кислорода

**11. Установите правильную последовательность стадий переработки химического топлива (нефти) по возрастанию температуры кипения фракций:**

А) Бензин

Б) Лигроин

В) Газойль (дизельное топливо)

Г) Мазут

Д) Резидуум (гудрон)

**12. Установите последовательность стадий классического сернокислотного контактного процесса:**

А) Обжиг серосодержащего сырья (пирита)

Б) Очистка и осушка печного газа

В) Окисление  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  на ванадиевом катализаторе

Г) Абсорбция  $\text{SO}_3$  в серной кислоте

**13. Установите последовательность стадий гидрометаллургического получения металла (на примере цинка):**

А) Обогащение и обжиг руды (если необходимо)

Б) Выщелачивание руды серной кислотой

В) Очистка раствора от примесей (цементация)

Г) Электролитическое выделение металла из раствора

**14. Какой тип химической реакции (по механизму) преобладает на стадии обжига сульфидных руд при получении цветных металлов?**

Ответ: Окислительно-восстановительная реакция.

**15. Назовите основной научный принцип химической технологии, который заключается в максимальном смещении химического равновесия в сторону продуктов путем удаления одного из них из зоны реакции.**

Ответ: Принцип Ле Шателье (или принцип смещения равновесия).

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<b>ОПК-8.</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	<b>ОПК-8.3</b> Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области.

1. В производстве аммиака по методу Габера-Боша для смещения равновесия  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  в сторону продукта применяют повышенное давление. С точки зрения

**принципа Ле Шателье, это связано с:**

- 1) Увеличением скорости прямой реакции
- 2) Уменьшением объема системы в ходе прямой реакции
- 3) Снижением энергии активации реакции
- 4) Экзотермическим характером реакции

**Ответ: 2**

**2. При выборе сырья для химического производства важна его доступность и чистота. Какое из перечисленных сырьевых источников является основным для производства серной кислоты контактным способом в современных условиях?**

- 1) Самородная сера
- 2) Пирит ( $\text{FeS}_2$ )
- 3) Отходящие газы металлургических производств
- 4) Сероводород природного газа

**Ответ: 1**

**3. В силикатной промышленности производство цемента основано на высокотемпературном спекании сырьевой смеси. Какой тип химических реакций преобладает в этом процессе?**

- 1) Реакции ионного обмена в растворе
- 2) Твердофазные реакции с участием оксидов
- 3) Гомогенные газофазные реакции
- 4) Электрохимические реакции

**Ответ: 2**

**4. Для производства полимерных материалов методом полиприсоединения характерно:**

- 1) Выделение низкомолекулярного побочного продукта (воды, аммиака).
- 2) Наличие в мономере двойной связи или цикла, которые раскрываются.
- 3) Постепенное увеличение молекулярной массы без выделения побочных продуктов.
- 4) Обязательное использование инициаторов радикального типа.

**Ответ: 3**

**5. При подготовке к лабораторной работе по синтезу комплексных соединений учитель должен объяснить, какие факторы влияют на их устойчивость. Какие из утверждений являются ВЕРНЫМИ? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Хелатный эффект повышает устойчивость комплекса по сравнению с аналогичными монодентатными лигандами.
- 2) Комплексы с лигандами, создающими сильное поле, всегда более устойчивы, чем со слабым полем, независимо от металла.
- 3) Константа устойчивости комплекса не зависит от pH раствора.
- 4) Для ионов  $d^3$  ( $\text{Cr}^{3+}$ ) и  $d^6$  (низкоспиновый  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ) характерна повышенная кинетическая инертность.
- 5) Природа центрального иона (заряд, размер) – ключевой фактор термодинамической устойчивости.

**Ответ: 1, 4, 5**

**6. При изучении производства силикатных материалов (стекла) важно понимать роль шихтовых материалов. Какие из перечисленных оксидов являются типичными стеклообразователями (основой сети)? (Выберите 3 варианта)**

- 1) SiO<sub>2</sub>
- 2) B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 3) Na<sub>2</sub>O
- 4) CaO
- 5) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**Ответ: 1, 2, 5**

**7. Какие из перечисленных утверждений о роли воды в химической промышленности являются ВЕРНЫМИ? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Умягчение воды удаляет в основном хлорид-ионы.
- 2) В качестве хладагента в оборотных системах может использоваться только дистиллированная вода.
- 3) Высокое солесодержание (жесткость) питательной воды для паровых котлов приводит к образованию накипи.
- 4) Водоподготовка часто включает стадии коагуляции, фильтрации и ионного обмена.
- 5) В некоторых процессах (гидролиз, гидратация) вода выступает в качестве химического реагента.

**Ответ: 3, 4, 5**

**8. Установите соответствие между промышленным процессом и основным научным принципом/закономерностью, лежащей в его основе:**

1. Окисление SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> в сернокислотном производстве (применение катализатора V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) :  
А) Снижение энергии активации реакции для достижения приемлемой скорости при умеренных температурах.
2. Синтез аммиака (повышенное давление ~300 атм) : Б) Принцип смещения равновесия в сторону уменьшения объема системы.
3. Электролитическое рафинирование меди : В) Процесс, движущей силой которого является внешний источник электрической энергии.
4. Обжиг известняка (CaCO<sub>3</sub> → CaO + CO<sub>2</sub>) : Г) Реакция, скорость которой лимитируется диффузией через слой продукта (топохимическая).

**9. Установите соответствие между методом синтеза неорганических веществ и получаемым с его помощью конкретным соединением или материалом:**

1. Твердофазный синтез : А) Феррит бария (BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>) для постоянных магнитов
2. Синтез в растворах электролитов : Б) Гексацианоферрат(II) калия (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>])
3. Окислительно-восстановительный синтез : В) Перманганат калия (KMnO<sub>4</sub>) из пиролюзита (MnO<sub>2</sub>)
4. Осаждение из газовой фазы (CVD) : Г) Наноразмерные покрытия нитрида титана (TiN) на инструменты

**10. Установите соответствие между типом химической реакции в неорганическом синтезе и конкретным промышленным примером:**

1. Реакция присоединения : А) Синтез мочевины: 2NH<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> → (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO + H<sub>2</sub>O.
2. Окислительно-восстановительная реакция : Б) Получение диоксида марганца электро-

лизом:  $\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$ .

3. Твердофазная реакция : В) Спекание соды, оксида кремния и известняка при производстве стекла.

4. Реакция двойного обмена (осаждение) : Г) Производство гипохлорита натрия:  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH (хол.)} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ .

**11. Учитель выстраивает логику объяснения производства азотной кислоты из аммиака. Расположите стадии процесса Оствальда в правильной технологической последовательности:**

- А) Каталитическое окисление аммиака на Pt-Rh сетке.
- Б) Окисление NO кислородом воздуха до NO<sub>2</sub>.
- В) Охлаждение и компримирование нитрозных газов.
- Г) Абсорбция оксидов азота водой в тарельчатых колоннах.

**12. При изучении темы «Переработка нефти» важно понимать последовательность получения продуктов. Расположите процессы переработки в порядке их типичного применения на НПЗ (от первичной к вторичной переработке):**

- А) Атмосферно-вакуумная перегонка (ректификация)
- Б) Гидроочистка бензиновой фракции
- В) Каталитический крекинг
- Г) Пиролиз

**13. В теме «Электрохимические производства» важно понять последовательность событий при электролизе. Расположите процессы на катоде при электролизе водного раствора NaCl в правильной логической цепи:**

- А) Миграция ионов под действием электрического поля.
- Б) Подвод ионов Na<sup>+</sup> и H<sup>+</sup> из объема раствора к катоду.
- В) Разряд ионов водорода ( $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ).
- Г) Образование OH<sup>-</sup>-ионов и создание щелочной среды.

**14. В контексте химии поверхности, как называется явление снижения каталитической активности со временем из-за блокировки активных центров посторонними веществами?**

Ответ: Отравление катализатора.

**15. Какой процесс, основанный на реакциях двойного обмена с образованием осадка, лежит в основе промышленного получения фосфорных удобрений – простого суперфосфата?**

Ответ: Обработка (разложение) фосфорита серной кислотой:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ .

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<p><b>ПК-2.</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теор-</li> </ul>

**1. При промышленном синтезе аммиака методом Габера-Боша используют железный катализатор с промоторами ( $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ). С позиций химии поверхности и катализа, основная роль промотора  $Al_2O_3$  заключается в:**

- 1) Увеличении удельной поверхности за счет создания пористой структуры.
- 2) Снижении энергии активации реакции синтеза аммиака.
- 3) Увеличении основности поверхности катализатора.
- 4) защите железа от окисления.

Ответ: 1

**2. При производстве алюминия электролизом криолит-глиноземного расплава на угольном аноде протекает реакция с выделением  $CO_2$ . С позиций электрохимии, это является примером:**

- 1) Катодного восстановления алюминия.
- 2) Анодного окисления кислородных ионов:  $2O^{2-} - 4e^- \rightarrow O_2$ , который затем реагирует с углеродом анода.
- 3) Электролиза воды, содержащейся в глиноземе.
- 4) Разложения криолита под действием тока.

Ответ: 2

**3. В производстве серной кислоты для абсорбции  $SO_3$  используют не воду, а 98 % серную кислоту. С точки зрения кинетики и массопередачи, это предотвращает:**

- 1) Образование тумана серной кислоты, который плохо улавливается.
- 2) Разложение серной кислоты на  $SO_3$  и воду.
- 3) Слишком бурную экзотермическую реакцию.
- 4) Восстановление  $SO_3$  до  $SO_2$ .

Ответ: 1

**4. При выборе условий для синтеза надпероксида калия ( $KO_2$ ) путем сжигания калия в кислороде необходимо учитывать, что дальнейшее окисление  $KO_2$  до  $K_2O_2$  и  $K_2O$  термодинамически возможно. Какое фундаментальное понятие химической термодинамики позволяет предсказать, в каких условиях (парциальное давление  $O_2$ ) будет стабилен  $KO_2$ ?**

- 1) Энтальпия образования.
- 2) Энергия Гиббса реакции.
- 3) Диаграмма стабильности (напр., диаграмма Эллингема для оксидов).
- 4) Константа скорости реакции.

Ответ: 3

**5. При изучении коррозии металлов рассматривают механизм электрохимической коррозии железа во влажном воздухе. Какие из следующих утверждений, основанных на электрохимии, являются верными для этого процесса? (Выберите 3 варианта)**

- 1) На катодных участках происходит восстановление кислорода:  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ .
- 2) Анодный процесс:  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ .
- 3) Образующийся гидроксид железа(II) далее окисляется до ржавчины ( $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ ).
- 4) Процесс не требует наличия электролита.

5) Скорость коррозии не зависит от pH среды.

Ответ: 1, 2, 3

**6. Учитель разбирает с учениками процесс производства стекла. Какие из следующих утверждений, основанных на физической химии силикатов, верны? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Стеклообразное состояние является термодинамически неустойчивым (метастабильным).
- 2) Основной стеклообразующий оксид ( $\text{SiO}_2$ ) образует непрерывный трехмерный каркас.
- 3) Оксиды-модификаторы ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ) разрывают связи  $\text{Si-O-Si}$ , уменьшая вязкость расплава.
- 4) Процесс варки стекла – это типичная твердофазная реакция.
- 5) Отжиг стекла необходим для снятия внутренних напряжений, возникающих из-за неравномерного охлаждения.

Ответ: 1, 2, 3

**7. Анализируя процесс обжига известняка ( $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ), учитель объясняет его механизм. Какие из утверждений, основанных на химии твердого тела, являются корректными? (Выберите 3 варианта)**

- 1) Это типичная топохимическая реакция, идущая на границе раздела фаз.
- 2) Скорость процесса лимитируется скоростью химической реакции на поверхности.
- 3) Продукты реакции ( $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ ) образуют отдельные фазы.
- 4) Образующийся слой  $\text{CaO}$  затрудняет отвод  $\text{CO}_2$  и подвод тепла к фронту реакции.
- 5) Это реакция разложения, протекающая одновременно во всем объеме куска известняка.

Ответ: 1, 3, 4

**8. Установите соответствие между фундаментальным законом/принципом физической химии и его применением в конкретном химико-технологическом процессе:**

1. Закон Фика (диффузия) : А) Расчет скорости роста оксидной пленки на металле при высоких температурах.
2. Принцип Ле Шателье : Б) Обоснование применения повышенного давления в синтезе аммиака ( $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ).
3. Уравнение Нернста (электрохимия) : В) Расчет ЭДС гальванического элемента, используемого в аналитических датчиках.
4. Правило фаз Гиббса : Г) Определение состава и числа степеней свободы в системе «расплав – кристалл» при выращивании монокристаллов.

**9. Установите соответствие между типом химической реакции (по механизму) и ее характерным примером из промышленного неорганического синтеза:**

1. Топохимическая реакция : А) Получение ферритов спеканием оксидов:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnFe}_2\text{O}_4$ .
2. Окислительно-восстановительная реакция в расплаве : Б) Получение перманганата калия сплавлением пиролюзита с гидроксидом калия и нитратом калия:  $2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 (\text{KNO}_3) \rightarrow 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
3. Реакция присоединения в газовой фазе : В) Производство мочевины:  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
4. Реакция обмена в растворе с комплексообразованием : Г) Выщелачивание золота цианидным процессом:  $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4\text{NaOH}$ .

**10. Установите соответствие между основным научным принципом химической технологии и его практической реализацией:**

1. Противоток : А) Организация движения потоков теплоносителя и реагирующей смеси в теплообменниках для увеличения движущей силы.
2. Рециркуляция (рекуперация) : Б) Возврат непрореагировавших реагентов в начало процесса (например, в синтезе аммиака).
3. Интенсификация массообмена : В) Увеличение поверхности контакта фаз (насадка в колоннах, барботаж, распыление).
4. Каскадирование : Г) Последовательное соединение аппаратов для увеличения общего выхода продукта (например, в абсорбционных колоннах).

**11. Учитель выстраивает логическую цепочку объяснения процесса производства азотной кислоты. Расположите стадии с точки зрения последовательности химических превращений азота:**

- А) Каталитическое окисление аммиака до NO.
- Б) Окисление NO до NO<sub>2</sub> кислородом воздуха.
- В) Абсорбция NO<sub>2</sub> водой с образованием HNO<sub>3</sub>.

**12. Объясняя стадийность гидрометаллургического процесса, расположите этапы извлечения меди из окисленной руды в правильном порядке:**

- А) Выщелачивание руды разбавленной серной кислотой:  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
- Б) Очистка раствора сульфата меди от примесей.
- В) Цементация меди из раствора железом:  $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ .
- Г) Электролитическое рафинирование катодной меди.

**13. При изучении многостадийного органического синтеза (напр., получение анилина из бензола) важно понимать последовательность превращений. Расположите стадии в логическом порядке:**

- А) Смешение реагентов, контроль температуры.
- Б) Нитрование бензола до нитробензола.
- В) Восстановление нитробензола до анилина (например, железом в кислой среде).
- Г) Очистка и выделение анилина.

**14. Какой процесс лежит в основе первой стадии очистки природной воды на промышленных предприятиях – коагуляции, когда в воду добавляют сульфат алюминия?**

Ответ: Нейтрализация заряда коллоидных частиц ионами Al<sup>3+</sup>.

**15. С позиций теории растворов, какое явление лежит в основе процесса опреснения морской воды методом обратного осмоса?**

Ответ: Осмотическое давление.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаи-

модействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## **8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## **9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

### **9.1 Литература**

#### **Основная литература**

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология: учебник для вузов /В.С. Бесков. - М.: Академкнига, 2006. – 452 с. (30 экз.)
2. Жидков, В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с. (28 экз.)

#### **Дополнительная литература**

1. Соколов, Р.С. Химическая технология. В 2 т. / Р.С. Соколов. - М.: Владос, 2000. - Т.1. – 368 с. (5 экз.)
2. Соколов, Р.С. Химическая технология. В 2 т. / Р.С. Соколов. - М.: Владос, 2000. - Т.2. – 448 с. (5 экз.)

### **9.2 Базы данных и информационно-справочные системы**

1. Сайт о химии <http://www.xumuk.ru/>
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru>
3. Популярная библиотека химических элементов <http://n-t.ru/ri/ps/>
4. Электронная библиотека МГУ по химии <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

### **9.3 Электронно-библиотечные ресурсы**

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник <http://polpred.com/news>.
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## **10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения практических занятий также используется:

**Лаборатория химической технологии**, оснащенная следующим оборудованием:

- Комплект учебной мебели
- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Принтер
- Экспозиционный экран
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллер» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131 (1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-ЗКМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

**Используемое программное обеспечение:** Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

**Разработчик:** Жидков В.В., кандидат химических наук, доцент.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году на заседании кафедры (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 32	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры (протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 2026 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения:	
№ страницы с изменением:	
Исключить:	Включить: