

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 31.05.2021 07:45:15

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576517a8999f3190892af53989420420336ffbf573a434e57789



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«Благовещенский государственный педагогический университет»**

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ  
СРЕДНЕГО ЗВЕНА**

**Рабочая программа дисциплины**

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**И.А. Трофимцова**

**«29» декабря 2021 г.**

**Рабочая программа учебной дисциплины**

**МДК.02.01 ОСНОВЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗОВ  
ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности**

**18.02.12 Технология аналитического контроля  
химических соединений**

**Квалификация выпускника**

**Техник**

**Принята на заседании кафедры  
химии**

**(протокол № 4 от «29» декабря 2021 г.)**

**Благовещенск 2021**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
<b>4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
<b>5 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>47</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1. Цель дисциплины:** формирование способности проводить качественные и количественные анализы природных и промышленных материалов с применением химических и физико-химических методов анализа, в том числе профессиональными и общими компетенциями

### **1.2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Учебная дисциплина Основы качественного и количественного анализов природных и промышленных материалов МДК.02.01 входит в общепрофессиональный цикл, имеет межпредметные связи с общепрофессиональными дисциплинами «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия».

### **1.3. Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:**

- ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
- ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
- ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- ПК 2.1. Обслуживать и эксплуатировать лабораторное оборудование, испытательное оборудование и средства измерения химико-аналитических лабораторий.
- ПК 2.2. Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами.
- ПК 2.3. Проводить метрологическую обработку результатов анализов.

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

#### **уметь:**

- осуществлять аналитический контроль входного сырья, промежуточных продуктов технологического процесса существующим нормативам; проводить калибровку лабораторного оборудования;
- работать с нормативными документами на лабораторном оборудовании;
- выполнять отбор и подготовку проб природных и промышленных объектов;
- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов химическими методами;
- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов физико-химическими методами;
- проводить сравнительный анализ качества продукции в соответствии со стандартными образцами состава;
- осуществлять идентификацию синтезированных веществ;
- использовать информационные технологии при решении производственно-ситуационных задач;
- находить причину несоответствия анализируемого объекта ГОСТам;

- осуществлять аналитический контроль окружающей среды;
- выполнять химический эксперимент с соблюдением правил безопасной работы;
- работать с нормативной документацией;
- представлять результаты анализа;
- обрабатывать результаты анализа с использованием информационных технологий;
- оформлять документацию в соответствии с требованиями отраслевых и/или международных стандартов;
- проводить статистическую оценку получаемых результатов и оценку основных метрологических характеристик;
- оценивать метрологические характеристики метода анализа;
- знать:**
- способы получения промышленных неорганических и органических продуктов;
- современные технологические схемы основных производств неорганических и органических продуктов;
- основные закономерности процессов производства промышленных продуктов;
- теоретические основы пробоотбора и пробоподготовки;
- классификации методов химического анализа;
- классификации методов физико-химического анализа;
- показатели качества методик количественного химического анализа;
- правила эксплуатации посуды, оборудования, используемого для выполнения анализа;
- методы анализа воды, требования к воде;
- методы анализа газовых смесей;
- виды топлива;
- методы анализа органических продуктов;
- методы анализа неорганических продуктов;
- методы анализа металлов и сплавов;
- методы анализа почв;
- методы анализа нефтепродуктов;
- основные метрологические характеристики метода анализа;
- правила представления результата анализа;
- виды погрешностей;
- методы статистической обработки данных.

**1.5. Общая трудоемкость** дисциплины «Основы качественного и количественного анализов природных и промышленных материалов» составляет 320 ч. максимальной учебной нагрузки обучающегося в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 260 ч.; самостоятельной работы обучающегося 50 ч.

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и уроках. Предусмотрена самостоятельная работа обучающихся по темам и разделам. Программа предусматривает использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

#### **1.6. Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>320</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>260</b>
в том числе:	
- лекции, уроки	76
- практические занятия	66
- лабораторные занятия	118

<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>50</b>
<b>Консультации</b>	
Промежуточная аттестация:	экзамен 10

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем в часах
1	2	3
<b>Тема 1.</b> <i>Основные понятия химико-технологического процесса</i>	<b>Содержание</b> <i>Лекционные занятия:</i> 1. Технология, технологический процесс, технологическая система: общие понятия, структура. Химическое производство и химико-технологический процесс. 2. Классификация химико-технологических процессов (ХТП). Сырьевая и энергетическая подсистемы химико-технологических процессов.	<b>2</b>
<b>Тема 2.</b>	<b>Содержание</b>	

<p><b>Производство неорганических продуктов</b></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>3. Производство серной кислоты контактным способом. Получение двуокиси серы из пирита. Использование серы для получения пирита.</p> <p>4. Технологическая схема производства серной кислоты. Химизм процесса. Отходы сернокислого производства. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>5. Производство аммиака. Теоретические основы синтеза аммиака. Факторы, влияющие на выход аммиака.</p> <p>6. Устройство колонны синтеза. Технологическая схема получения аммиака. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>7. Производство азотной кислоты. Теоретические основы. Технологическая схема производства разбавленной и концентрированной азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Очистка отходящих газов производства азотной кислоты. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>8. Производство минеральных удобрений. Производства аммиачной селитры.</p> <p>9. Производство простого суперфосфата и двойного суперфосфата. Производство фосфорной кислоты. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>10. Производство гидроксида натрия. Теоретические основы получения гидроксида натрия.</p> <p>11. Производство соляной кислоты. Прямой синтез хлористого водорода. Абсорбция хлористого водорода водой. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>12. Производство кальцинированной соды. Теоретические основы производства соды. Технологическая схема. Переработка отходов. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>13. Производство извести. Технология и оборудования для получения извести. Гашеная известь. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p>	<p>12</p>
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям. Обработка и оформление результатов практических занятий.</p>	<p>5</p>

	<p><b>Практическое занятие №1.</b> Разработка технологии производства. Выбор технологии производства, продукта, оборудования. Контроль качества выпускаемого продукта на различных этапах.</p> <p><b>Практическое занятие №2.</b> Разработка схемы очистки отходящих газов и сточных вод от загрязняющих веществ в производственном цикле.</p> <p><b>Практическое занятие №3.</b> Расчёт производительности, интенсивности работы аппаратов при производстве удобрений. Контроль качества выпускаемого продукта на различных этапах.</p> <p><b>Практическое занятие №4.</b> Очистка хромсодержащих сточных вод. Технологическая схема процесса утилизации хромсодержащих сточных вод. Условия проведения процесса. Обработка и представление результата.</p>	<b>17</b>
	<p><b>Лабораторная работа № 1.</b> «Техника безопасности. Правила поведения в химической технологии при пожаре. Оказание первой помощи пострадавшему.»</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<b>2</b>
<b>Тема 3.</b>	<b>Содержание</b>	

<p><b>Производство металлов и сплавов</b></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>14. Metallургия черных металлов. Общая характеристика железных руд. Подготовка руд к плавке: дробление, измельчение и классификация. Промышленные выбросы, образующиеся при подготовке руды, их очистка.</p> <p>15. Доменное производство. Получение чугуна. Колошниковый газ и его очистка.</p> <p>Использование доменного шлака.</p> <p>16. Производство стали. Удаление газов из сталей. Конвертерный способ получения стали. Очистка конвертерных газов. Очистка сточных вод сталеплавильного завода.</p> <p>17. Производство меди. Подготовка медных руд к плавке. Обжиг медного концентрата.</p> <p>Получение черновой меди: плавка медных концентратов на штейн, конвертирование медного штейна.</p> <p>18. Огневое рафинирование черновой меди. Электролитическое рафинирование меди.</p> <p>Способы регенерации электролита. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>19. Производство алюминия. Производство глинозема и криолита. Электролитическое получение металлического алюминия. Очистка алюминия от примесей. Переработка и использование бокситных шламов. Точки контроля выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>20. Получение цинка. Подготовка цинковых руд к выщелачиванию. Теоретические основы выщелачивания. Схемы и способы выщелачивания. Очистка растворов сульфата цинка от примесей. Точки контроля качества выпускаемого продукта на различных стадиях.</p> <p>21. Литейное производство. Литейные материалы и их свойства. Основные этапы литейного производства. Источники пылегазовыделений и очистка газопылевых выбросов.</p> <p>22. Специальные методы литья: литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье в постоянные формы, кокильное литье, центробежное литье.</p> <p>23. Прокатное производство. Сточные воды прокатных цехов и их очистка. Методы утилизации окалинмаслосодержащих осадков.</p> <p>24. Технология гальванического производства. Очистка и обезвреживание сточных вод. Нейтрализация сточных вод и осаждение тяжелых металлов. Доочистка сточных вод гальванического производства.</p>	<p>11</p>
	<p><b>Лабораторная работа № 2.</b> «Получение металлов восстановлением углеродом их оксидов»</p> <p><b>Лабораторная работа № 3.</b> Получение металлов и сплавов действием газообразных восстановителей на их оксиды</p> <p><b>Лабораторная работа № 4.</b> Определение коррозионной стойкости металлов в кислой и нейтральной средах</p>	<p>9</p>
<p><b>Тема 4.</b></p>	<p><b>Содержание</b></p>	



<b>Получение нефтепродуктов</b>	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>25. Технология переработки нефти. Состав, свойства и классификация нефти. Добыча нефти, подготовка ее к переработке. Ассортимент нефтепродуктов, получаемых на нефтеперерабатывающих предприятиях</p> <p>26. Первичная переработка нефти. Термические и каталитические процессы переработки нефти. Очистка нефтепродуктов. Технологические схемы и аппаратное оформление процессов переработки нефти. Точки контроля качества выпускаемых продуктов на различных стадиях.</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<b>2</b>
<b>Тема 5. Производство органических продуктов</b>	<b>Содержание</b>	
	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>27. Технология полимерных материалов. Общие сведения о полимерах. Свойства и применение полимерных материалов. Производство пластических масс. Состав и свойства пластических масс. Полиэтилен, основные методы получения. Технологическая схема.</p> <p>28. Технология производства резины. Основные сведения о свойствах и назначениях резин и каучуков. Общая схема производства резиновых изделий. Ингредиенты резиновых смесей и их назначение. Основные процессы резинового производства. Контроль качества выпускаемых продуктов на различных стадиях.</p> <p>29. Технология производства химических волокон. Общая схема технологического процесса получения химических волокон. Контроль качества выпускаемых продуктов на различных стадиях.</p>	<b>3</b>
	<p><b>Практическое занятие 5</b></p> <p>Производство высокомолекулярных соединений</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<b>4</b>
<b>Тема 6.</b>	<b>Содержание</b>	

<p><b>Методы отбора проб</b></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>30. Место пробоотбора в химическом анализе. Понятие проба. Виды проб. Партия. Средняя проба. Точечная проба. Генеральная проба. Промежуточная проба. Готовая проба. Лабораторная проба. Квадратование. Рабочий план пробоотбора.</p> <p>31. Измельчение проб. Гомогенизация проб. Отбор проб сыпучих материалов. Метод вычерпывания. Инструменты, применяемые при отборе проб сыпучих материалов. Метод фракционного пробоотбора.</p> <p>32. Пробоотбор металлов и сплавов. Отбор жидких металлов. Ручные и автоматизированные способы отбора проб. Устройство погружного зонда для отбора проб. Получение стружки и скапины. Отбор проб шлаков. Отбор проб металлосодержащего вторичного сырья. Отбор проб ювелирных сплавов.</p> <p>33. Отбор проб жидкостей и полужидких материалов. Отбор проб с различной глубины. Принцип работы пробоотборного устройства типа батометр. Хранение проб жидкостей.</p> <p>34. Отбор проб поверхностных, подземных и сточных вод. Разовый, периодический, регулярный отбор проб. Простые и смешанные пробы. Среднесменная, среднесуточная и среднепропорциональная смешанные пробы. Приборы и приспособления для отбора проб. Сосуды для отбора и хранения проб воды.</p> <p>35. Отбор проб из рек и ручьев, водохранилищ, озер и прудов. Отбор проб из родников, колодцев, скважин и дренажей. Отбор проб грунтовых вод, морской воды. Отбор проб на водопроводных станциях, из сети и водопроводных кранов. Консервация проб воды.</p> <p>36. Отбор проб атмосферных осадков. Места отбора проб осадков. Осадкосборники. Отбор проб дождевой воды, снега и льда. Суммарные и единичные пробы. Устройства для отбора проб льда и снега. Хранение проб.</p> <p>37. Отбор проб почв. Частота отбора проб почв. Инструменты для отбора проб почв. Транспортировка и хранения проб почв. 49. Отбор проб донных отложений. Хранение и транспортировка проб донных отложений. Оборудование, применяемое для отбора проб донных отложений. Принцип работы ковша Ван Вина. Пробоотборник Бикера.</p> <p>38. Особенности отбора проб из воздуха. Выбор места отбора проб. Виды проб. Представительная проба. Простые и смешанные пробы. Пробоотбор с концентрированием. Метод аспирационного и вакуумного отбора. Учет изменения метеопараметров среды при отборе проб воздуха.</p> <p>39. Отбор проб воздуха в контейнеры. Стекланные шприцы, газовые пипетки, мешки из полимерных пленок, резиновые камеры. Применение ротаметра. Отбор проб воздуха в жидкие среды. Отбор проб на твердые сорбенты. Криогенное концентрирование. Концентрирование микропримесей на фильтрах. первичных отобранных проб. Ручное сокращение пробы топлива. Приготовление аналитической пробы топлива.</p>	<p>12</p> <p>10</p>
----------------------------------	--	---------------------

	<p>40. Методы отбора проб твердого топлива. Порядок и нормы отбора проб. Отбор проб из вагонов. Количество точечных проб. Механические отборники. Схема отбора порций твердого топлива. Документация отбора проб. Обработка и разделка</p> <p>41. Отбор проб нефтепродуктов. Порядок и нормы отбора проб. Отбор проб из вертикальных резервуаров. Стационарные пробоотборники. Переносные пробоотборники. Отбор проб нефтепродукта из горизонтального резервуара. Отбор проб нефтепродуктов из наливных судов. Отбор проб из железнодорожных и автомобильных цистерн. Отбор проб из трубопровода. Отбор проб нефтепродуктов из канистр.</p> <hr/> <p><i>Практические занятия</i></p> <p><b>Практическое занятие № 6</b> Работа с ГОСТ 10742-71 «Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний».</p> <p><b>Практическое занятие № 7</b> «Работа с ГОСТ 7565.81» Чугун, сталь и сплавы. Методы отбора проб.</p> <p><b>Практическое занятие № 8</b> Работа с ГОСТ 21560.0-82 «Удобрения минеральные. Методы отбора и подготовки проб».</p> <p><b>Практическое занятие № 9</b> Работа с ГОСТ 2517-2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб».</p> <p>ГОСТ 13196-93 «Средства измерения уровня и отбора проб нефти и нефтепродуктов.</p> <p>ГОСТ 31873-2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы ручного отбора проб».</p> <p><b>Практическое занятие № 10</b> Работа с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Работа с ГОСТ 31942 - 2012 (ISO 19458:2006) «Вода. Отбор проб для микробиологического анализа».</p> <p>Работа с ПНД Ф 12.15.1-08 Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод (издание 2015 года).</p> <p><b>Практическое занятие № 11</b> Устройство электроаспиратора. Отбор пробы воздуха электроаспиратором»</p> <hr/> <p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических занятий.</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<p>24</p> <p>5</p>
Тема 7.	<b>Содержание</b>	

<b>Пробоподготовка</b>	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>42. Методы вскрытия проб. Предварительная химическая подготовка проб.</p> <p>Переведение пробы в раствор. Выбор растворителя. Разложение пробы. Полнота вскрытия пробы.</p> <p>43. «Сухие» способы разложения. Сплавление пробы. Выбор плавня. Выбор тигля для разложения пробы. Сплавление со щелочными плавнями. Сплавление с кислотными плавнями. Разложение спеканием. Разложение при нагревании с солями аммония.</p> <p>44. «Мокрые» способы разложения. Обработка пробы минеральными кислотами.</p> <p>Обработка органическими кислотами. Обработка водными растворами солей и оснований. Скорость разложения.</p> <p>45. Разрушение органических веществ (минерализация пробы). «Сухое» озоление для определения неорганических веществ в органических материалах: озоление без добавок, озоление с добавками.</p> <p>46. Прокаливание пробы на воздухе. Сочетание прокаливания со спеканием.</p> <p>Сплавление с добавлением окислителя. Источники погрешности при озолении. «Мокрое «озоление»».</p>	<b>5</b>
	<p><i>Лабораторные работы</i></p> <p><b>Лабораторная работа № 5.</b> Приготовление растворов для «мокрого» разложения пробы.</p> <p><b>Лабораторная работа № 6.</b> Комплексометрическое определение содержания железа в бокситах после щелочного сплавления</p> <p><b>Лабораторная работа № 7.</b> Получение вторичной пробы. Определение содержания сульфата меди йодометрическим методом.</p> <p>-----</p> <p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий.</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<b>9</b>
<b>Тема 8. Технический анализ и его назначение</b>	<b>Содержание</b>	
	<p><i>Лекционные занятия:</i></p> <p>47. Назначение технического анализа. Методы технического анализа. Виды технического анализа: маркировочные анализы, арбитражные анализы, экспрессные анализы.</p> <p>48. Основные физико-химические методы, применяемые в техническом анализе.</p> <p>Расчеты в техническом анализе. Методы оценки качества результатов анализа.</p>	<b>2</b>
	<p><b>Практическое занятие 12.</b> Решение задач по техническому анализу различных материалов химическими и физико-химическими методами</p>	<b>4</b>
<b>Тема 9.</b>	<b>Содержание</b>	

<b>Анализ воды</b>	<p>49. Анализ воды. Классификация природных вод. Примеси, содержащиеся в воде (взвешенные вещества, коллоидно-растворенные вещества, истинно-растворенные вещества).</p> <p>50. Требования, предъявляемые к питьевой воде. Показатели качества. Характеристика воды для промышленных целей.</p> <p>51. Методы определения основных характеристик воды и их метрологические характеристики. Оформление результатов анализа проб воды.</p> <hr/> <p><b>Лабораторное занятие № 8</b>  Определение содержания алюминия по ГОСТ 18165-2014 Вода. Методы определения содержания алюминия. Обработка и представление результата.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 9.</b> Определение ортофосфатов в воде фотометрическим методом.  Построение градуировочного графика. Обработка и представление результата.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 10.</b> Определение различных видов щелочности воды титриметрическим методом.  Обработка и представление результатов.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 11.</b> Определение различных видов кислотности воды титриметрическим методом.  Обработка и представление результатов.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 12.</b> Определение перманганатной окисляемости воды титриметрическим методом.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 13.</b> Определение бихроматной окисляемости воды титриметрическим методом.</p> <hr/> <p><b>Практическое занятие № 13.</b> Расчеты и обработка результатов анализа воды.</p> <p><b>Практическое занятие № 14.</b> Решение расчетных задач по теме «Технический анализ вод».</p>	<p>18</p> <p>8</p>
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий</p> <p><b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<p>5</p>

<p><b>Тема 10.</b> <i>Анализ газов</i></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 52. Анализ газов. Группы промышленных газов: горючие газовые смеси, сырьевые газы в химической промышленности, отбросные газы топок химических производств, газы воздуха помещений промышленных предприятий. 53. Методы анализа газов и их метрологические характеристики. Хроматографический анализ газов. 54. Объемные газоанализаторы. Измерение концентрации вредных веществ индикаторными трубками. Воздухозаборные устройства для индикаторных трубок. Комплекты индикаторных средств. 55. Расчеты в газовом анализе. Оформление и обработка результатов анализа проб газа.</p>	4
	<p><i>Практическое занятие № 15.</i> Устройство и принцип действия автоматических газоанализаторов. <i>Практическое занятие № 16.</i> Знакомство с современными приборами для отбора проб и анализа загрязняющих веществ в воздухе (<i>экскурсия в ЦЛАТИ по УФО</i>).</p>	8
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий. <b>Зачетное занятие по теме</b></p>	6
<p><b>Тема 11.</b> <i>Анализ твердого топлива</i></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 56. Классификация твердого топлива. Виды влаги в твердом топливе: внешняя влага, аналитическая влага, химически связанная влага. Сухая масса топлива. Горючая масса топлив. Минеральная часть топлива. Негорючая часть топлива. 57. Методы определения влаги в твердом топливе. Определение содержания серы в твердом топливе. Определение содержания золы в твердом топливе. Определение выхода летучих веществ. 58. Теплотворная способность топлива. Расчет теплотворной способности по данным элементного и технического анализа. Оформление результатов анализа твердого топлива. Метрологическая обработка результатов анализа топлива</p>	3

<p><b>Тема 12.</b> <b>Анализ нефтепродуктов</b></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 59. Анализ нефти и нефтепродуктов. Топливо жидкое и газообразное. Нефтяные масла и пластичные смазки. Нефтепродукты промышленного и бытового назначения. 60. Определение основных показателей нефтепродуктов: плотности, вязкости, температуры каплепадения, температуры застывания и текучести, температуры вспышки и воспламенения. 61. Определение фракционного состава, содержания влаги, содержания сернистых соединений, содержания кислот и щелочей, содержания механических примесей. Оформление результатов анализа нефтепродуктов. Метрологическая обработка результатов анализа нефтепродуктов.</p> <hr/> <p><i>Лабораторное занятие № 14.</i> Определение йодного числа в нефтепродуктах. <i>Лабораторное занятие № 15.</i> Определение водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах. <i>Лабораторное занятие № 16.</i> Определение кинематической вязкости нефтепродуктов. <i>Лабораторное занятие № 17.</i> Определение фракционного состава нефтепродуктов.</p>	<p><b>12</b></p>
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий. <b>Зачетное занятие по теме</b></p>	<p><b>5</b></p>

<p><b>Тема 13.</b> <b>Анализ продуктов органического синтеза</b></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 62. Константы, характеризующие чистое органическое вещество. Определение физических свойств органических веществ. Определение температуры плавления и затвердевания. Определение температуры кипения. 63. Определение влаги органических веществ различными методами. Определение элементарного состава органических веществ. Определение углерода и водорода. Определение содержания азота. Определение содержания хлора 64. Определение функциональных групп: аминогруппы, нитрогрупп, карбонильной группы, оксигруппы, гидроксильной группы. Определение йодного, бромного, кислотного, эфирного, перекисного числа, числа омыления. Метрологическая обработка результатов анализа.</p>	3
	<p><i>Лабораторное занятие № 14.</i> Определение массовой доли чистого глицерина в сыром глицерине по ГОСТ 7482 Межгосударственный стандарт. Глицерин. Правила приемки и методы испытаний. Обработка и представление результата. <i>Лабораторное занятие № 15.</i> Фотометрическое определение содержания никотиновой кислоты в препарате. Обработка и представление результата. <i>Лабораторное занятие № 16.</i> Спектрофотометрическое определение содержания цианкобаламина в препарате. Обработка и представление результатов. <i>Лабораторное занятие № 17.</i> Определение аскорбиновой кислоты и глюкозы рефрактометрическим методом. Обработка и представление результата.</p>	12
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий. <b>Зачетное занятие по теме</b></p>	5



<p><b>Тема 14.</b> <i>Анализ неорганических продуктов</i></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 65. Контроль в производстве серной кислоты. Анализ колчедана. Анализ серной кислоты. Определение содержания моногидрата. Анализ олеума. 66. Анализ фосфорной кислоты. 67. Контроль в производстве соды. Анализ кальцинированной соды. 68. Анализ силикатных материалов. 69. Анализ удобрений. Анализ фосфорных удобрений. Усвояемые и неусвояемые фосфорные удобрения. Анализ суперфосфатов. 70. Контроль в производстве азотных удобрений. Определение аммиачного азота. Определение азота в нитратах и нитритах.</p> <p>-----</p> <p><i>Лабораторное занятие №18.</i> Определение моногидрата в серной кислоте. ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая. Технические условия. <i>Лабораторное занятие № 19.</i> Определение висмута и алюминия в анализируемом препарате. <i>Лабораторное занятие №20.</i> Определение свинца в анализируемом препарате.</p>	<p><b>6</b></p> <p><b>9</b></p>
	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b> Изучение и повторение теоретического материала по теме. Подготовка к зачетному занятию. Обработка и оформление результатов практических и лабораторных занятий <b>Зачетное занятие по теме</b></p>	
	<p><b>Тема 15.</b> <i>Анализ металлов и сплавов С</i></p>	<p><i>Лекционные занятия:</i> 71. Анализ металлов и сплавов. Черные и цветные металлы. Общие сведения о металлах и сплавах. Чугуны и стали. 72. Методы определения содержания углерода. 73. Основные методы определения серы. 74. Определение фосфора. 75. Определение никеля, марганца, хрома, меди фотометрическим методом. 76. Анализ медных и алюминиевых сплавов. Обработка результатов анализа.</p> <p>-----</p> <p><i>Лабораторное занятие № 21.</i> Определение массовой концентрации ванадия. ГОСТ 22898-78 «Коксы нефтяные малосернистые. Технические условия». Обработка и представление результатов <i>Лабораторное занятие № 22.</i> Фотометрическое определение ионов никеля. Обработка и представление результатов. <b>Зачетное занятие по теме</b></p>
<p><b>Промежуточная аттестация: экзамен</b></p>		<b>10</b>
<p><b>Всего: 76/66/118/50/10</b></p>		<b>260</b>

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия лаборатории:

1	<p><b>Ауд. 219 «А». Лаборатория неорганического синтеза</b> 16 посадочных мест. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы.</p> <p>Комплект учебной мебели, аудиторная доска, компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением, мультимедийный проектор, экспозиционный экран.</p> <p>Центрифуга лабораторная ОПН 8 с ротором, прибор ПТП-М (прибор для определения температуры плавления), муфельная печь, модуль «Электрохимия», модуль «Термический анализ», модуль «Термостат», фотоэлектроколориметр, колориметр-нефелометр фотоэлектрический, центрифуга, микроцентрифуга, потенциостат, иономер, лабораторный универсальный иономер, комплект-лаборатория «Пчелка У» (прибор для контроля химической загрязненности воздуха, воды, почвы), РН-метр, магнитная мешалка, весы ВЛКТ-500М, весы лабораторные ЕК-410 (технические).</p> <p>Используемое программное обеспечение: Microsoft®WINEDUperDVC AllNg Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllNg License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.</p>	675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Ленина, д. 104, помещение № 7.	Оперативное управление	Право оперативного управления 28АБ 099066 от 28.10.2015 г.	Х
---	--	---	------------------------	--	---

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

##### 3.2.1. Литература

##### Основная литература:

1. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды: учебник / Л. С. Алексеев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 159 с.

2. Антипов, М. А. Оценка качества подземных вод и методы их анализа: учебное пособие / М. А. Антипов, И. В. Заикина, Н. А. Безденежных. – СПб.: Проспект Науки, 2013. – 136 с.
3. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. ЛЗ, 2015. – 678 с.
4. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 469 с.: ил.
5. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пос. / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек и др. – 2-е изд., стер. – М.: НИЦ ИНФРА-М; мн.: Нов. знание, 2014. – 542 с.
6. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учебное пособие / А. И. Жебентяев. – М.: НИЦ Инфра-М; мн.: Нов. знание, 2013. – 206 с.
7. 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.
8. Мовчан, Н. И. Основы аналитической химии. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.И. Мовчан [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012.– 195 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61991.html>. – ЭБС «IPRbooks».
9. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа: учебное пособие / В. Д. Рябов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 336 с.
10. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: лабораторный практикум: учеб. пособие / А. Н. Трифонова, И. В. Мельситова. – Минск: Высшая школа, 2013. – 160 с.

#### Дополнительная литература

1. Амелин, А. Г. Технология серной кислоты: учеб. пособие для вузов / А. Г. Амелин. – М.: Химия, 1983. – 360 с.
2. Будников, Г. К. Основы современного электрохимического анализа / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев. – М.: Мир: Бином: Лаборатория знаний, 2003. – 592 с.
3. Булатов, М. И. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – Л.: Химия, 1986. – 376 с.
4. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°». 2012. – 224 с.
5. Васильев, В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: учебник / В. П. Васильев. – 3-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2007. – 384 с.
6. Васильев, В. П. Аналитическая химия: лабораторный практикум / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина. – 3-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2006. – 414 с.
7. Гольберт, К. А. Введение в газовую хроматографию / К. А. Гольберт, М. С. Вигдергауз. – М.: Химия, 1990. – 351 с.
8. Золотова, Ю. А. История и методология аналитической химии: учеб. пособие / Ю. А. Золотова, В. И. Вершинин. – М.: Академия, 2007. - 464 с.
9. Золотова, Ю. А. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. / Ю. А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2004. – 359 с.

10. Золотова, Ю. А. Основы аналитической химии: практическое руководство / Ю. А. Золотова. – М.: Химия, 2001. – 463 с.
11. Ищенко, А. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2 т. Т. 2/ А. А. Ищенко. – М.: Академия, 2012. – 351 с.
12. Карпов, Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 243 с.
13. Классен, П. В. Основные процессы технологии минеральных удобрений / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. – М.: Химия, 1990. – 302 с. <https://e.lanbook.com/book/146674>
14. Мельников, Е. Я. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений / Е. Я. Мельников. – М.: Химия, 1983. – 432 с.
15. Мухленов, И. П. Общая химическая технология: учеб. для химико-технол. специальностей вузов. В 2 ч. Ч. 2. Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов. – М.: Высш. шк., 1984. – 263 с.
16. Отто, М. Современные методы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 / М. Отто; пер. с нем; под ред. А. В. Гармаша; – М.: Техносфера, 2006. – 416 с.
17. Позин, М. Е. Технология минеральных удобрений: учеб. для вузов / М. Е. Позин. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.
18. Соколов, Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для вузов. В 2 т. Т. 1. Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. – М.: Владос, 2003. – 368 с.
19. Соколов, Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для вузов. В 2 т. Т. 2. Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов / Р. С. Соколов. – М.: Владос, 2003. – 448 с.
20. Спейт, Д. Г. Анализ нефти: справочник / Д. Г. Спейт, Л. Г. Нехамкина, Е. А. Новиков. – СПб: Профессия, 2010. – 480 с.
21. Федюкин, В. К. Основы отраслевых технологий и организации производства: Учебник/ В. К. Федюкин. – СПб.: Политехника, 2004. – 206 с.

### 3.2.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. XuMuK.ru <http://www.xumuk.ru>
2. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
3. Портал научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляются преподавателем в процессе проведения лекционных занятий и уроков, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Критерии оценки	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
---	-----------------	---

<p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эксплуатировать лабораторное оборудование в соответствии с заводскими инструкциями;</li> <li>- осуществлять отбор проб с использование специального оборудования;</li> <li>- проводить калибровку лабораторного оборудования;</li> <li>- работать с нормативными документами на лабораторное оборудование;</li> <li>- выполнять отбор проб природных и промышленных объектов;</li> <li>- выполнять подготовку проб природных и промышленных объектов;</li> <li>- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов химическими методами;</li> <li>- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов физико-химическими методами;</li> <li>- проводить сравнительный анализ качества продукции в соответствии со стандартными образцами состава;</li> <li>- осуществлять идентификацию синтезированных веществ;</li> <li>- использовать информационные технологии при решении производственно-ситуационных задач;</li> <li>- находить причину несоответствия анализируемого объекта гостам;</li> <li>- осуществлять аналитический контроль окружающей среды;</li> <li>- выполнять химический эксперимент с соблюдением правил безопасной работы;</li> <li>- работать с нормативной документацией;</li> <li>- представлять результаты анализа;</li> <li>- обработать результаты</li> </ul>	<p>Демонстрирует умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эксплуатировать лабораторное оборудование в соответствии с заводскими инструкциями;</li> <li>- осуществлять отбор проб с использование специального оборудования;</li> <li>- проводить калибровку лабораторного оборудования;</li> <li>- работать с нормативными документами на лабораторное оборудование;</li> <li>- выполнять отбор проб природных и промышленных объектов;</li> <li>- выполнять подготовку проб природных и промышленных объектов;</li> <li>- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов химическими методами;</li> <li>- осуществлять химический анализ природных и промышленных объектов физико-химическими методами;</li> <li>- проводить сравнительный анализ качества продукции в соответствии со стандартными образцами состава;</li> <li>- осуществлять идентификацию синтезированных веществ;</li> <li>- использовать информационные технологии при решении производственно-ситуационных задач;</li> <li>- находить причину несоответствия анализируемого объекта гостам;</li> <li>- осуществлять аналитический контроль окружающей среды;</li> <li>- выполнять химический эксперимент с соблюдением правил безопасной работы;</li> <li>- работать с нормативной документацией;</li> <li>- представлять результаты анализа;</li> <li>- обработать результаты анализа с использованием информационных технологий;</li> <li>- оформлять документацию в соответствии с требованиями отраслевых и/или международных</li> </ul>	<p>Проверка тетрадей</p> <p>Экспертное наблюдение и оценивание выполнения лабораторных и практических работ.</p> <p>Текущий контроль в форме защиты практических и лабораторных работ</p> <p>Письменный опрос в форме тестирования.</p>
---	---	---

<p>анализа с использованием информационных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять документацию в соответствии с требованиями отраслевых и/или международных стандартов;</li> <li>- проводить статистическую оценку получаемых результатов и оценку основных метрологических характеристик;</li> <li>- оценивать метрологические характеристики метода анализа основных метрологических характеристик метода анализа;</li> <li>- правил представления результата анализа;</li> <li>- видов погрешности;</li> <li>- методов статистической обработки данных.</li> </ul> <p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- видов лабораторного оборудования, испытательного оборудования и средства измерения химико-аналитических лабораторий;</li> <li>- правил отбора проб с использование специального оборудования;</li> <li>- правил эксплуатации и калибровки лабораторного оборудования, испытательное оборудования и средства измерения химико-аналитических лабораторий;</li> <li>- теоретических основ пробоотбора и пробоподготовки;</li> <li>- классификацию методов химического анализа;</li> <li>- классификацию методов физико-химического анализа;</li> <li>- показатели качества методик количественного химического анализа;</li> <li>- правила эксплуатации посуды, оборудования, используемого для выполнения анализа;</li> </ul>	<p>стандартов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить статистическую оценку получаемых результатов и оценку основных метрологических характеристик;</li> <li>- оценивать метрологические характеристики метода анализа основных метрологических характеристик метода анализа;</li> <li>- правил представления результата анализа;</li> <li>- видов погрешности;</li> <li>- методов статистической обработки данных.</li> </ul> <p>Демонстрирует знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- видов лабораторного оборудования, испытательного оборудования и средства измерения химико-аналитических лабораторий;</li> <li>- правил отбора проб с использование специального оборудования;</li> <li>- правил эксплуатации и калибровки лабораторного оборудования, испытательное оборудования и средства измерения химико-аналитических лабораторий;</li> <li>- теоретических основ пробоотбора и пробоподготовки;</li> <li>- классификацию методов химического анализа;</li> <li>- классификацию методов физико-химического анализа;</li> <li>- показатели качества методик количественного химического анализа;</li> <li>- правила эксплуатации посуды, оборудования, используемого для выполнения анализа;</li> <li>- методов анализа воды, требования к воде;</li> <li>- методов анализа газовых сме-</li> </ul>	<p>Оценка в рамках текущего контроля результатов выполнения индивидуальных контрольных заданий, результатов выполнения самостоятельной работы устный индивидуальный опрос.</p>
--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- методов анализа воды, требования к воде;</li> <li>- методов анализа газовых смесей;</li> <li>- видов топлива, методов анализа;</li> <li>- методов анализа органических продуктов;</li> <li>- методов анализа неорганических продуктов;</li> <li>- методов анализа металлов и сплавов;</li> <li>- методов анализа почв;</li> <li>- методов анализа нефтепродуктов.</li> </ul>	<p>сей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- видов топлива, методов анализа;</li> <li>- методов анализа органических продуктов;</li> <li>- методов анализа неорганических продуктов;</li> <li>- методов анализа металлов и сплавов;</li> <li>- методов анализа почв;</li> <li>- методов анализа нефтепродуктов.</li> </ul>	
---	--	--

**Типовые контрольные задания, необходимые для оценки сформированности компетенций**

<b>Задания для оценки сформированности компетенций в результате изучения дисциплины</b>	
<b>Компетенции</b>	<b>Контрольные задания</b>
<p>ОК 1; ОК 2; ОК 3; ОК 4; ОК 5; ОК 7; ОК 9; ОК 10; ПК 2.1; ПК 2.2; ПК 2.3.</p>	<p><b>Вопросы к занятию 1:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сырьё, его виды, классификация, подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья.</li> <li>2. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии.</li> </ol> <p><b>Вопросы к занятию 2:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод.</li> <li>2. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.</li> </ol> <p><b>Вопросы к занятию 3:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.</li> <li>2. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Типы обжиговых печей.</li> <li>3. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса.</li> <li>4. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.</li> <li>5. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме» и способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.</li> </ol> <p><b>Вопросы к занятию 4:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.</li> <li>2. Синтез аммиака как пример каталитического гетерогенного процес-</li> </ol>

са. Теоретические основы синтеза.

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

#### **Вопросы к занятию 5:**

1. Азотная кислота, её свойства, применение. Основные стадии производства.

2. Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа.

3. Производство концентрированной азотной кислоты.

4. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, его преимущества.

#### **Вопросы к занятию 6:**

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.

#### **Вопросы к занятию 7:**

1. Теоретические основы промышленного электролиза.

2. Количественные показатели процесса электролиза.

3. Производство хлора и гидроксида натрия методом электролиза.

4. Теоретические основы электролиза с диафрагменным и ртутным катодами.

#### **Вопросы к занятию 8:**

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.

#### **Вопросы к занятию 9:**

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

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

3. Химические процессы электролиза в производстве алюминия.

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



**Вопросы к занятию 10:**

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.

**Вопросы к занятию 11:**

1. Твёрдое топливо. Переработка твёрдого топлива.
2. Коксование. Полукоксование. Улавливание и переработка продуктов коксования
3. Газификация твёрдого топлива.
4. Автотермические процессы. Аллотермические процессы.

**Вопросы к занятию 12:**

1. Газообразное топливо. Характеристика и способы переработки.
2. Конверсия метана. Технологическая схема производства.

**Вопросы к занятию 13:**

1. Нефть. Характеристика, классификация, подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки нефти. Перегонка нефти. Технологическая схема производства.
2. Химические методы переработки нефти и нефтепродуктов. Классификация и краткая характеристика методов вторичной переработки нефти.
3. Термические способы переработки нефти. Принципиальная схема термического крекинга.
4. Каталитический крекинг нефти. Технологическая схема производства.

**Вопросы к занятию 14:**

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

**Вопросы к занятию 15:**

1. Производство метанола из синтез-газа.
2. Теоретические основы и принципиальная схема производства метанола.
3. Промышленные способы производства этанола.
4. Принципиальная схема производства этанола гидратацией этилена.

**Вопросы к занятию 16:**

1. Производство бутадиена - 1,3. Химизм и принципиальная схема процесса производства.
2. Производство ацетилена. Методы производства, их сравнитель-

ная характеристика.

3. Переработка ацетилена.

**Вопросы к занятию 17:**

1. Производство ацетальдегида и уксусной кислоты.

2. Принципиальная схема производства ацетальдегида совместного производства.

3. Принципиальная схема производства уксусной кислоты.

**Вопросы к занятию 18:**

1. Производство стирола

2. Производство капролактама.

3. Химизм и принципиальная схема производства стирола.

4. Химизм и принципиальная схема производства капролактама.

**Вопросы к занятию 19:**

1. Полимерные материалы, их классификация и свойства.

2. Основная схема производства синтетических ВМС.

**Вопросы к занятию 20:**

1. Полиэтилен, его свойства, применение.

2. Принципиальная схема производства полиэтилена высокого давления.

3. Принципиальная схема производства полиэтилена низкого давления.

**Вопросы к занятию 21:**

1. Эластомеры. Классификация, основные свойства.

2. Синтетические каучуки. Принципиальная схема производства бутадиенстирольного каучука.

3. Стереорегулярные каучуки, их строение.

4. Принципиальная схема производства изопренового каучука.

5. Переработка каучуков в резиновые изделия.

6. Химизм, типовые процессы и аппараты резиновой промышленности.

**Вопросы к занятию 22:**

1. Пластмассы, их классификация, состав, свойства, применение.

2. Производство фенолформальдегидных полимеров.

**Вопросы к занятию 23:**

1. Производство искусственных волокон на основе целлюлозы.

2. Производство синтетических волокон.

3. Химизм процесса производств капрона.

**Вопросы к занятию 24:**

1. Какие предприятия занимаются добычей и переработкой руд цветных и чёрных металлов в Амурской области?

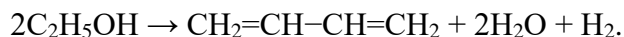
2. Опишите процесс пробирной плавки.

3. В чём заключается особенность плавления кварцевых, основных и глинистых руд?

**Контрольная работа I (Материальный баланс; сырьё; вода).**

**Вариант 1**

1. Суммарная реакция получения дивинила по способу С.В. Лебедева выражается уравнением



Выход дивинила составляет 80 %. Вычислите, сколько кг дивинила можно получить из 2000 м<sup>3</sup> 96%-го спирта ( $\rho = 80,0 \text{ кг/м}^3$ ). (Ответ: 72,12 т).

2. Цех карбидных смол на 1 т продукции расходует 30 м<sup>3</sup> оборотной воды. Вычислите годовую потребность цеха в хлоре для предупреждения

образования биологической пленки в теплообменных аппаратах, если доза хлора 8 мг/л, его производственные потери – 12%. Периодичность обработки два раза в год, а производительность цеха 9000 т/г. (Ответ: 484 т).

### **Вариант 2**

1. Годовая производительность установки по производству уксусной кислоты 20 тыс. т в год. Вычислите производительность в час, если цех работает 365 дней в году, из них 32 дня отводятся на ремонты, потери производства составляют 4%. (Ответ: 2602,6 кг/ч).

2. Обеззараживание воды подземных источников осуществляют ее озонированием. Определите производительность озонаторной установки, если она в течение 3 ч непрерывной работы обеспечивает обеззараживание 6000 м<sup>3</sup> воды. Необходимая доза озона для обеззараживания – 0,8 мг/л. Сколько израсходовано за это время воздуха, электроэнергии и воды для охлаждения оборудования озонаторной установки, если на 1 кг озона средний расчетный расход воздуха составляет 80 м<sup>3</sup>, электроэнергии – 35 кВт·ч, воды – 3 м<sup>3</sup>? Производственными потерями пренебречь. (Ответ: 1,6 кг/ч.; воздуха 384 м<sup>3</sup>; электроэнергии 168 кВт·ч; воды 14,4 м<sup>3</sup>).

### **Вариант 3**

1. Подсчитайте интенсивность полимеризатора сополимеризации дивинила со стиролом, если объём его 20 м<sup>3</sup>, а производительность 2160 кг полимера в сутки. (Ответ: 4,5 кг/(м<sup>3</sup>·ч)).

2. Норма хозяйственно-питьевого водопотребления для городских и промышленных районов на одного жителя составляет 500 л в сутки (с учётом расходов на местную промышленность, коммунальные услуги, строительство, транспорт и т. д.). Какую суммарную производительность должны иметь все озонаторные установки города с населением 600 тыс. человек, обеззараживающие питьевую воду, если доза озона 0,8 мг/л, а обрабатывается им 60 % всей воды? (Ответ: 144 кг/сут).

### **Вариант 4**

1. Составьте материальный баланс на получение 1 т карбида кальция, содержащего 90 % CaC<sub>2</sub>, сырьё – антрацит марки АК с содержанием 96 % углерода, а известь – 85 % CaO. (Ответ: приход и расход 1489 кг).

2. Вода, используемая для хозяйственно-питьевых нужд, с содержанием фтора менее 0,5 мг/л должна подвергаться фторированию. Определите массу 2,5%-го раствора NaF, приготовленного из фторида натрия с массовой долей основного вещества 0,9, необходимого для фторирования 1000 м<sup>3</sup> природной воды с содержанием фтора 0,4 мг/л до санитарной нормы 0,8 г/м<sup>3</sup>. (Ответ: 39,3 кг).

### **Вариант 5**

1. Для получения 1 т метилового спирта израсходовано 12065 м<sup>3</sup> синтез-газа (СО:Н<sub>2</sub> = 1:2). Рассчитайте выход метилового спирта при конверсии, если превращение за проход исходной смеси газов – 20%. (Ответ: 87%).

2. Определите время работы колонки с Na-катионитом до регенерации, если в нее поступает вода с жесткостью 5,0 ммоль/л и скоростью потока 10 м<sup>3</sup>/ч. Объём катионита 2 м<sup>3</sup>, его емкость поглощения 1200 моль/м<sup>3</sup>. (Ответ: 48 ч).

### **Вариант 6**

1. Составьте материальный баланс термического обогащения 100 кг мирабилита, в составе которого, помимо кристаллизационной 6%-й гигроскопической воды, в конечном продукте обнаружено 0,4% влаги (по массе).

2. Сколько потребуется универсального катионита КУ-2, емкость по-

глощения ( $E_n$ ) которого 2,2 моль/кг, для обеспечения (без учета регенерации) непрерывной двадцатидневной работы фильтров производительностью 70080 м<sup>3</sup> воды в год. Среднюю жесткость исходной воды принять равной 6,1 ммоль/л. (Ответ: 10,6 т).

#### Вариант 7

1. При химическом обогащении марганцевой руды через шлам, в составе которого 15% Mn (по массе), пропускают оксид серы (IV), затем добавляют дитионат кальция и в конечном итоге Ca(OH)<sub>2</sub>. При этом происходит следующее превращение



Напишите уравнения соответствующих реакций и определите расходные коэффициенты на реагенты этого процесса в расчёте на 100 т шлама. (Ответ: 17,45 т SO<sub>2</sub>; 54,52 т CaS<sub>2</sub>O<sub>6</sub>; 20,17 т Ca(OH)<sub>2</sub>).

2. Определите емкость поглощения катионита ( $E_n$ ), если высота его слоя в колонке 1,6 м, диаметр колонки 1,5 м, время работы без регенерации 75 ч. Жесткость поступающей в фильтр воды 5 ммоль/л, остаточная жесткость 0,02 ммоль/л, объемная скорость потока 8 м<sup>3</sup>/ч. (Ответ: 1057 моль/м<sup>3</sup>).

#### Вариант 8

1. Массовая доля Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в руде 70%, а Fe в концентрате 70%. Сколько концентрата может заменить 10 т такой руды? (Ответ: 7 т).

2. Анализ 25 мл природной воды показал наличие в ней 52,4 мг Ca<sup>2+</sup>, 4,35 мг Mg<sup>2+</sup> и 40 мг HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Рассчитайте некарбонатную жесткость воды.

#### Вариант 9

1. На некоторых обогатительных фабриках страны действуют установки для обогащения угля в тяжёлых средах со следующими показателями: производительность установки 250 т/ч сырья и 150 т/ч концентрата; зольность концентрата (в массовых долях) 20%, а сырья – 40%. Определите: 1) массу концентрата, полученного за сутки; 2) выход концентрата; 3) степень извлечения угля; 4) массу отходов и массовую долю в них угля. (Ответ: 3600 т; 60%; 80%; 2400 т; 30%).

2. Вода из природного источника с общим солесодержанием 2000 мг/л опресняется путём фильтрования через высокоёмкий водород-катионит и слабоосновной анионит. Остаточное солесодержание воды, подаваемой потребителям для хозяйственно-питьевых целей, 750 мг/л. Определите: 1) объёмы исходной и опреснённой воды, которые смешивают на станции водоочистки в течение суток, если её производительность 82,29 м<sup>3</sup>/ч; 2) сколько солей задерживают фильтры станции в сутки? (Ответ: 725 м<sup>3</sup> исходной и 1250 м<sup>3</sup> опреснённой воды; 39 т солей).

#### Вариант 10

1. Вычислите расходные коэффициенты на 1 т оксида серы (IV), если содержание серы в руде серного колчедана 45%, влаги – 1,5%, воздух на обжиг колчедана подают с избытком в 1,5 раза. (Ответ: 1111 кг; 3435 м<sup>3</sup>).

2. Исходный раствор каустической соды с массовой концентрацией 79 кг/м<sup>3</sup> подвергли упариванию, после чего его плотность при 303 К стала 1555 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует концентрации 840 кг/м<sup>3</sup> NaOH. Определите массу испарившейся воды в расчёте на 1000 кг исходного раствора. (Ответ: 865 кг).

#### Вариант 11

1. Составьте материальный баланс обжига колчедана, содержащего 41% серы и 4,5% воды. Концентрация оксида серы (IV) в обжиговом газе 11,5% (по объёму). Расчет вести на 100 кг колчедана. (Ответ: Приход: 100 кг колчедана, 78,1 кг кислорода, 257,06 кг азота; расход: 82 кг оксида серы

(IV), 69,97 кг огарка, 257,96 кг азота, 21,73 кг кислорода).

2. В калийной промышленности важной проблемой является регенерация галитовых отходов обогащения руд. Рассчитайте массу исходного рассола для содового производства, содержащего по техническим условиям ( $\text{кг/м}^3$ ): 305 NaCl, 5 KCl и 2 других примесей. Такого состава рассол можно получить из отходов переработки 1 млн. т сильвинита. Сколько KCl может быть регенерировано при этом из отходов? Массовые доли KCl и NaCl в сильвините соответственно равны 32 и 64%. В процессе обогащения сильвинита образуется концентрат, в составе которого 95% KCl и 4% NaCl (по массе), а степень извлечения KCl 80%. (Ответ: 1) 53638,5 т; 2) 2063298  $\text{м}^3$  рассола).

### Вариант 12

1. Для получения оптимального соотношения оксида серы (IV), кислорода и азота в газовой смеси, равного 7%  $\text{SO}_2$ ; 11%  $\text{O}_2$  и 82%  $\text{N}_2$  (по объёму), к 100 объёмам обжигового газа добавили 30 объёмов воздуха. Каков состав исходной смеси? (Ответ: 9,10 %  $\text{SO}_2$ ; 8%  $\text{O}_2$ ; 82,92%  $\text{N}_2$ ).

2. Примером комплексного использования сырья является использование продуктов коксования каменного угля. Определите массу сырого бензола, объём коксового газа и массовую концентрацию в нём аммиака по следующим параметрам коксохимического производства: 1) выход сырого бензола составляет 1,2% от массы коксуемого угля; 2) массовая доля бензола в сыром бензоле 70%, а степень его извлечения 95%; 3) при коксовании 1 т угля выделяется 340  $\text{м}^3$  (н.у.) коксового газа; 4) производственные потери аммиака составляют 4%. Сколько угля подверглось коксованию, если в результате использования полупродуктов получено 2000 т бензола и 3300 т сульфата аммония? (Ответ: 3007 т;  $852 \cdot 10^5 \text{ м}^3$ ;  $10,5 \text{ г/м}^3$ ; 250583 т).

### Вариант 13

1. Какой объём оксида серы (IV) нужно пропустить через контактный аппарат, чтобы получить 210 т 98%-й серной кислоты? Степень контактирования 98%. (Ответ: 48000  $\text{м}^3$  (у.н.)).

2. Ориентировочные расчёты показывают, что только на крупных электростанциях страны в зольных отходах накапливается ежегодно около 3 млн. т оксида железа (III). Такую золу можно использовать как потенциальное сырьё для получения железорудного концентрата. Какую массовую долю произведенного чугуна (111 млн. т) можно было бы получить при использовании 10-летних запасов золы тепловых ГРЭС? Суммарные потери в производстве 25%, посторонних элементов в чугуне – 5% (по массе). (Ответ: 13,24 %).

### Вариант 14

1. Составьте материальный баланс производства 1000  $\text{м}^3$  аммиака, если азотно-водородная смесь получается смешением сырого азота ( $\text{N}_2$  – 99,6%,  $\text{O}_2$  – 0,2%; Ar – 0,2 %) и сырого водорода ( $\text{H}_2$  – 99,6%;  $\text{CH}_4$  – 0,2%;  $\text{CO}$  – 0,2%). Синтез ведут под давлением  $30,3 \cdot 10^6$  Па, при температуре 673 К. Концентрация аммиака в газах после колонны синтеза 18%, а в циркуляционном газе 4%, содержание других газов в циркуляционном газе 3%. (Ответ: приход ( $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Ar,  $\text{CH}_4$ ) 876,6 кг; расход ( $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Ar,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ) 876,6 кг).

2. Жёсткость воды после ее обработки известковым молоком составляет 1,25 ммоль/л ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Сколько тринатрийфосфата с массовой долей основного вещества 0,95 потребуется для полного умягчения 3000  $\text{м}^3$  воды с учётом того, что остаточная концентрация реагента в ней не превышает санитарной нормы – 2,5 мг/л? (Ответ: 438,6 кг).

**Вариант 15**

1. Составьте материальный баланс контактного аппарата окисления аммиака в расчёте на 1000 кг аммиака. Концентрация аммиака в аммиачно-воздушной смеси 11,5% (по объёму), 98% аммиака окисляется до NO, остальное количество до N<sub>2</sub>. Состав воздуха: 79% азота и 21% кислорода. (Ответ: приход: 1317 м<sup>3</sup> аммиака, 10140,2 м<sup>3</sup> воздуха; расход: 1291,3 м<sup>3</sup> оксида азота (II), 13,18 м<sup>3</sup> кислорода, 1976,47 м<sup>3</sup> воды, 8010,76 м<sup>3</sup> азота).

2. На окисление органических соединений, содержащихся в 250 мл исследуемой воды, израсходовано 2 мл раствора перманганата калия концентрацией 0,007 моль/л. Определите окисляемость воды (в пересчете на кислород). (Ответ: 2,24 мг/л кислорода).

**Вариант 16**

1. Определите производительность установки, на которой получают 100%-ю азотную кислоту (в т/сут), если в 1 ч подается 135000 м<sup>3</sup> аммиачно-воздушной смеси, содержащей 11% NH<sub>3</sub>. Степень окисления аммиака 0,47, степень абсорбции оксидов азота 0,985. (Ответ: 464,5 т).

2. На станцию водоочистки производительностью 30000 м<sup>3</sup>/сут поступает вода с повышенной цветностью и мутностью. Определите недельный расход раствора коагулянта и флокулянта (полиакриламида) станцией, если расчётная доза первого 30 мг/л, второго – 0,8 мг/л, а производственные потери их составляют 8%. Рабочие концентрации коагулянта 15%, флокулянта 0,3% (по массе). (Ответ: 45,36 т раствора коагулянта; 60,48 т раствора флокулянта).

**Вариант 17**

1. Определите степень окисления аммиака, если для получения 1000 т/сут 100%-й азотной кислоты на окисление ежедневно подается 135000 м<sup>3</sup> аммиачно-воздушной смеси, содержащей 11,5% NH<sub>3</sub>. (Ответ: 0,954).

2. Определите суточную потребность станции, водоочистки в коагулянте, содержащем 0,98 массовых долей FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, если расчетная доза безводного коагулянта 80 мг/л, производительность станции 100000 м<sup>3</sup>/сут, а производственные потери коагулянта составляют 4%. (Ответ: 1,55 т).

**Вариант 18**

1. Определите массу аммиака и воздуха, необходимых для получения 4000 кг азотной кислоты 50%-й концентрации, при следующих условиях: степень окисления аммиака  $\alpha = 0,97$ , степень абсорбции оксидов азота  $\beta = 0,92$ . Содержание аммиака и аммиачно-воздушной смеси 11,5% (по объёму). (Ответ: 604 кг; 6132 м<sup>3</sup>).

2. Концентрация коагулянта в расходных баках станции водоочистки равна 10% (считая на массу безводного продукта). Определите суточный расход раствора коагулянта, если его доза для данного типа воды 25 мг/л, производительность станции 30000 м<sup>3</sup>/сут. (Коагулянт – железный купорос 95%-й чистоты.) (Ответ: 7,9 т).

**Вариант 19**

1. Сколько кг азотной кислоты можно получить из 21 кмоль оксида азота (IV) NO<sub>2</sub>? Сколько кислоты получается при абсорбции этой массы NO<sub>2</sub> водой и сколько воздуха (состава 21% O<sub>2</sub>, 79% N<sub>2</sub>) необходимо добавлять для доокисления образующегося оксида азота NO до оксида азота NO<sub>2</sub>. (Ответ: 1323 кг; 882 кг; 373,3 м<sup>3</sup>).

2. Для предупреждения биологического обрастания водорослями градирен, брызгальных бассейнов и оросительных теплообменных аппаратов оборотную воду периодически хлорируют, а охладители воды обрабатывают раствором медного купороса. Вычислите годовую потребность

предприятия для этих нужд в хлоре и медном купоросе, если общий объём оборотной воды составляет 500000 т/г. Доза хлора – 8 мг/л, доза медного купороса (в расчёте на кристаллогидрат) – 1,5 мг/л, периодичность обработки – 3 раза в год. Технический купорос содержит 2% посторонних примесей (по массе). (Ответ: 12 т хлора, 2,3 т медного купороса).

#### **Вариант 20**

1. Составьте материальный баланс производства 1 т азотной кислоты. Производственными потерями пренебречь. Состав воздуха: 21% O<sub>2</sub> и 79% N<sub>2</sub>. (Ответ: приход: 269,8 кг аммиака, 4359,05 кг воздуха. расход: 1000 кг азотной кислоты, 285,67 кг воды, 3343,35 кг азота).

2. Рассчитайте массу хлора, необходимую для хлорирования 5000 м<sup>3</sup> питьевой воды, если допустимая остаточная концентрация его должна быть равной 0,4 мг/л. При расчётах принять во внимание, что 0,3 массовых долей хлора расходуется на окислительные процессы, а производственные потери его составляют 8%. (Ответ: 3,22 т).

**Контрольная работа II** (производство минеральных удобрений; электрохимические производства; металлургия)

#### **Вариант 1**

1. Определите расход башенной (75%-й) серной кислоты для обработки 1 т апатитового концентрата, содержащего 52,3% CaO, если норма серной кислоты составляет 98,9% от стехиометрической массы. (Ответ: 1206,9 кг).

2. Сколько ванн должно быть в цехе рафинирования меди производительностью 182,5 тыс. т в год катодной меди, если ванны работают с нагрузкой 12 кА, а выход по току для меди составляет 96%? Коэффициент использования ванн 0,96. (Ответ: 1588 ванн).

#### **Вариант 2**

1. При разложении фосфорита, содержащего 25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, образовалось 3850 кг фосфогипса. Считая, что разложение фосфорита произошло полностью, определите, сколько 35%-й H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> получено при этом. Гипсовое число  $g_r = 1,6$ . (Ответ: 2372 кг).

2. Вытекающий из диафрагменного хлорного электролизера щёлоч содержит 130 кг/м<sup>3</sup> щёлочи. Ванна работает с нагрузкой 25 кА, выходом по току для Cl<sub>2</sub> и NaOH 96%, а для водорода 98%. Рассчитайте: а) суточную производительность ванны по хлору и водороду (по массе и объёму) и по щёлочи; б) объём щёлоча, вытекающего за 1 ч из ванны. Условия нормальные. (Ответ: хлор 763,2 кг/сут; 240,8 м<sup>3</sup>/сут; водород 22,4 кг/сут; 245,8 м<sup>3</sup>/сут; щёлочь 858,2 кг/сут; 0,275 м<sup>3</sup>/ч).

#### **Вариант 3**

1. 12000 кг фосфорита обрабатывают серной кислотой. Анализ показал, что в полученном фосфогипсе содержание CaO 43,5%, SO<sub>3</sub> 56,5%. Определите массу неразложившегося фосфата Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. (Ответ: 1092 кг).

2. Сколько часов должен работать электролизёр БГК-17-25 для получения хлора объёмом 800 м<sup>3</sup>, если выход по току составляет 96%, сила тока 30 кА? Условия нормальные. (Ответ: 66,5 ч).

#### **Вариант 4**

1. Рассчитайте, сколько теоретически необходимо серной кислоты (73%-й) и воды для обработки 100 кг апатитового концентрата, содержащего 72% Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, с целью получения: а) экстракционной фосфорной кислоты полугидратным методом, т. е. с образованием CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O; б) простого суперфосфата. (Принять для упрощения, что разложение апатита происходит полностью). (Ответ: а) 91 кг; 6,27 кг; б) 60,70 кг; 4,18 кг).

2. Определите выход по току для электролизёра БГК-17-50, где в течение суток при силе тока 40 кА было получено 9821 м<sup>3</sup> электролитического щёлока, содержащего 140 кг/м<sup>3</sup> едкого натра. (Ответ: 96%).

#### Вариант 5

1. Из апатитового концентрата, содержащего 37% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, получают экстракционную фосфорную кислоту дигидратным способом. Полученная кислота 30%-я в пересчете на Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, а после выпаривания содержащая 43,5% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>. Сколько упаренной кислоты можно получить из 1000 кг апатитового концентрата? Сколько воды удаляется при выпаривании? (Ответ: 849,4 кг; 382,2 кг).

2. В диафрагменном способе получения едкого натра процесс электролиза заканчивают, когда массовая доля едкого натра в растворе достигает 10%. Рассчитайте, какая массовая доля хлорида натрия подверглась электролизу, если первоначальная концентрация рассола была 310 кг/м<sup>3</sup>, а плотность 1,197 т/м<sup>3</sup>. (Ответ: 56,47%).

#### Вариант 6

1. Составьте материальный баланс производства 1250 кг мочевины (в виде сухого продукта) по следующим данным: избыток аммиака составляет 100% от стехиометрического. Углекислый газ содержит 6% примесей в виде инертных газов. Степень превращения карбамата в мочевины составляет 70%. (Ответ: приход и расход равны 3416,93 кг).

2. В цехе электролиза имеется 66 ванн с ртутными катодами. От источника постоянного тока на них подаётся напряжение 250 В при силе тока 30 кА. Определите производительность такого цеха в сутки по щёлоку с концентрацией едкого натра 140 кг/м<sup>3</sup> и хлору при выходе по току 96%; напряжение на каждой ванне и расход энергии на 1 т хлора и 1 т едкого натра (в отдельности). (Ответ: 527,5 м<sup>3</sup>; 65570 кг Cl<sub>2</sub>; расход энергии 2436 кВт·ч/т NaOH; 2745 кВт·ч/т Cl<sub>2</sub>).

#### Вариант 7

1. Составьте материальный баланс производства 500 кг экстракционной фосфорной кислоты 35%-й концентрации (Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>) по следующим данным: апатитовый концентрат содержит СаО 51,3%, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> 39,1%. Концентрация серной кислоты 78%. Норма серной кислоты 98,8% от стехиометрической по СаО. Отношение жидкой фазы к твердой в пульпе 2,5:1. Потери Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> при экстракции и отмывке 4%. Выделение газообразной фазы за счет фтора в виде SiF<sub>4</sub> 8,21 кг. (Ответ: приход: 466,22 кг апатитового концентрата, 511,10 кг серной кислоты; 1551,2 кг воды; расход: 500 кг фосфорной кислоты; 746,6 кг фосфогипса; 8,21 кг потери).

2. Сколько чугуна, в составе которого 92% железа (по массе), можно получить из окатышей, которые производит в течение 30 дней установка мощностью 2500 т/сут? Массовая доля Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в окатышах 85%, а в чугун переходит 98% железа (по массе). (Ответ: 49174 т).

#### Вариант 8

1. Определите теоретический расход воздуха, необходимый для сжигания 500 кг жидкого фосфора (Р), содержащего 0,98% примесей. Коэффициент избытка воздуха α = 1,2. Содержание влаги 10%. (Ответ: 2580,6 м<sup>3</sup>).

2. Какая масса оксида железа (II) вступила в процессе мартеновской плавки в реакцию дефосфоризации 1200 т чугуна, в составе которого 0,5% Р, если в основном продукте было обнаружено 0,001% фосфора (по массе)? Выход стали 90% от чугуна. (Ответ: 331,3 т).

#### Вариант 9

1. Сколько воды расходуется в 1 ч для образования и разбавления



фосфорной кислоты в башне смешения, если масса сжигаемого фосфора 2350 кг/ч, в башне улавливается 53,2% от общей массы образующегося  $P_2O_5$ , а концентрация полученной кислоты 73%  $H_3PO_4$ ? (Ответ: 2406,33 кг).

2. Какой объем оксида углерода (II) (н.у.) вступит в реакцию полного восстановления 3200 т гематита? Сколько кокса необходимо для образования такого объема газообразного восстановителя? Массовая доля углерода в коксе 90%. (Ответ: а) 134400 м<sup>3</sup>; б) 800 т).

#### **Вариант 10**

1. Рассчитайте расходные коэффициенты сырья – апатитового концентрата, содержащего 86%  $Ca_3(PO_4)_2$ , серной кислоты (моногидрата) и воды для получения 1 т простого суперфосфата. (Ответ: 7836,2 кг; 426 кг; 39,1 кг).

2. Определите интенсивность плавки домны с полезным объемом 2500 м<sup>3</sup> и производительностью 2,19 млн. т/г, если известно, что расход кокса на 1 т чугуна составил 500 кг, а углеродсодержащих добавок 417 кг. Массовая доля углерода в коксе и в добавках составляет соответственно 0,9 и 0,1. (Ответ: 0,98 т/м<sup>3</sup>·сут).

#### **Вариант 11**

1. Рассчитайте норму серной кислоты (моногидрата и 68%-й кислоты) на разложение 100 масс. долей апатитового концентрата, содержащего 39,6%  $P_2O_5$ . Коэффициент избытка  $\alpha = 1,3$ . (Ответ: 82,88 кг; 121,88 кг).

2. Сколько стали, в составе которой 99% железа (по массе), теоретически можно получить методом прямого восстановления в электропечах из 1000 т металлизированных окатышей? Массовая доля железа в сырье 70,29%. (Ответ: 710 т).

#### **Вариант 12**

1. Определите расходные коэффициенты сырья на синтез 1 т мочевины. Избыток аммиака составляет 125% стехиометрической массы. Углекислый газ содержит 4% примесей. (Ответ: 1275,07 кг; 763,85 кг).

2. Сколько кальцинированной соды, в составе которой - 5% некарбонатных примесей и 7% известняка (по массе), необходимо для извлечения сухим щелочным способом глинозема из 120 т гидрагиллитового боксита, в составе которого 40%  $Al_2O_3$  и 12%  $SiO_2$  (по массе). Сколько глинозёма можно получить при этом, если выход его составляет 85%? Примечание: известняк взаимодействует с кремнезёмом боксита с образованием двухкальциевого силиката. (Ответ: 52,5 т соды; 51,6 т известняка; 40,8 т глинозёма).

#### **Вариант 13**

1. При обработке 100 кг апатитового концентрата, содержащего 39,6%  $P_2O_5$ , серной кислотой получен камерный суперфосфат, содержащий 20,5%  $P_2O_5$ . После его вызревания на складе содержание  $P_2O_5$  составило 20,63%. Определите, сколько суперфосфата получено. Сколько воды выделилось при его вызревании? (Ответ: 191,09 кг; 2,8 кг).

2. Сколько глинозёма, двухкальциевого силиката, соды и поташа можно получить при комплексной переработке 20 т нефелина путем спекания его с известняком, если в составе нефелинового концентрата 12%  $Na_2O$ ; 7%  $K_2O$ ; 29%  $Al_2O_3$  и 43%  $SiO_2$  (по массе)? Какая масса известняка потребуется для спекания с нефелином? Массовая доля  $CaCO_3$  в известняке 0,9. Производственные потери не учитывать. (Ответ: 4,1 т соды; 2,05 т поташа; 5,8 т глинозёма; 24,65 т двухкальциевого силиката, 31,84 т известняка).

#### **Вариант 14**

1. Составьте материальный баланс производства простого суперфос-

фата из 1000 кг апатитового концентрата по следующим данным: содержание  $P_2O_5$  в апатитовом концентрате 41,2%, концентрация серной кислоты 78%-я. Норма моногидрата 79 масс. долей на 100 масс. долей апатита. Разложение ведут 68%-й кислотой. Камерный суперфосфат содержит 20,4%  $P_2O_5$ , суперфосфат (вызревший на складе) – 20,65%  $P_2O_5$ . (Ответ: приход: 1000 кг апатитового концентрата; 1012,8 кг воды; расход: 1995,16 кг суперфосфата; 14,6 кг воды).

2. Сколько часов должен работать электролизёр БГК-17-25 для получения хлора объёмом  $800 \text{ м}^3$ , если выход по току составляет 96%, сила тока 30 кА? Условия нормальные. (Ответ: 66,5 ч).

#### **Вариант 15**

1. Составьте материальный баланс производства 1 т 70%-й  $NH_4NO_3$  по следующим данным: азотная кислота 51%-й концентрации, аммиак 100%-й; потери аммиака 1%, азотной кислоты 1,5%. (Ответ: приход: 150,24 кг аммиака; 1097,07 кг азотной кислоты; расход: 1000 кг аммиачной селитры; 133,48 кг воды; потери: 1,49 кг аммиака; 8,27 кг кислоты).

2. В диафрагменном способе получения едкого натра процесс электролиза заканчивают, когда массовая доля едкого натра в растворе достигает 10%. Рассчитайте, какая массовая доля хлорида натрия подверглась электролизу, если первоначальная концентрация рассола была  $310 \text{ кг/м}^3$ , а плотность  $1,197 \text{ т/м}^3$ . (Ответ: 56,47%).

#### **Вариант 16**

1. Для получения 1000 кг двойного суперфосфата расходуется 370,7 кг фосфорной кислоты (в расчёте на  $P_2O_5$ ) и 350 кг апатитового концентрата. Определите избыток кислоты на 1000 кг апатитового концентрата по сравнению со стехиометрической массой. (Ответ: 7,4%).

2. Сколько чугуна, в составе которого 92% железа (по массе), можно получить из окатышей, которые производит в течение 30 дней установка мощностью 2500 т/сут? Массовая доля  $Fe_3O_4$  в окатышах 85%, а в чугун переходит 98% железа (по массе). (Ответ: 49174 т).

#### **Вариант 17**

1. Определите, сколько известняка необходимо для нейтрализации  $P_2O_5(св)$  в 100 кг суперфосфата, если концентрация оксида 26,15%. В результате нейтрализации содержание  $P_2O_5(своб)$  понижается до 2,92%. Содержание  $CaCO_3$  в известняке 95%, степень использования его 75%. Сколько углекислого газа выделится при этом? (Ответ: 24,65 кг; 7,20 кг).

2. Сколько ванн должно быть в цехе рафинирования меди производительностью 182,5 тыс. т в год катодной меди, если ванны работают с нагрузкой 12 кА, а выход по току для меди составляет 96%? Коэффициент использования ванн 0,96. (Ответ: 1588 ванн).

#### **Вариант 18**

1. 192 кг апатитового концентрата, содержащего 61% гидроксилapatита  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$ , обрабатывают стехиометрической нормой фосфорной кислоты. Определите концентрацию (%)  $P_2O_5(общ)$  и  $P_2O_5(св)$  в полученном суперфосфате. Степень разложения сырья 85%. (Ответ: 54%; 51,2%).

2. Вытекающий из диафрагменного хлорного электролизёра щёлоч содержит  $130 \text{ кг/м}^3$  щёлочи. Ванна работает с нагрузкой 25 кА, выходом по току для  $Cl_2$  и  $NaOH$  96%, а для водорода 98%. Рассчитайте: а) суточную производительность ванны по хлору и водороду (по массе и объёму) и по щёлочи; б) объём щёлоча, вытекающего за 1 ч из ванны. Условия нормальные. (Ответ: хлор 763,2 кг/сут; 240,8  $\text{м}^3$ /сут; водород 22,4 кг/сут; 245,8  $\text{м}^3$ /сут; щёлочь 858,2 кг/сут; 0,275  $\text{м}^3$ /ч).

**Вариант 19**

1. 250 кг апатитового концентрата, содержащего фосфор в виде  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  (концентрация  $\text{P}_2\text{O}_5$  39,2%), обрабатывают стехиометрической нормой фосфорной кислоты. При этом получается суперфосфат следующего состава:  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{общ}) = 50\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{усв}) = 46,2\%$ , а  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{своб})$  практически нет. Определите степень разложения апатитового концентрата. (Ответ: 85,71%).

2. Какой объём оксида углерода (II) (н.у.) вступит в реакцию полного восстановления 3200 т гематита? Сколько кокса необходимо для образования такого объёма газообразного восстановителя? Массовая доля углерода в коксе 90%. (Ответ: а) 134400 м<sup>3</sup>; б) 800 т).

**Вариант 20**

1. Рассчитайте расходные коэффициенты сырья – апатитового концентрата, содержащего 86%  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , серной кислоты (моногидрата) и воды для получения 1 т простого суперфосфата. (Ответ: 7836,2 кг; 426 кг; 39,1 кг).

2. Определите интенсивность плавки домы с полезным объёмом 2500 м<sup>3</sup> и производительностью 2,19 млн. т/г, если известно, что расход кокса на 1 т чугуна составил 500 кг, а углеродсодержащих добавок 417 кг. Массовая доля углерода в коксе и в добавках составляет соответственно 0,9 и 0,1. (Ответ: 0,98 т/м<sup>3</sup>·сут).

**Контрольная работа III** (производство строительных материалов, стекла; химическая переработка топлива; промышленный органический синтез)

**Вариант 1**

1. Определите выход цементного клинкера из 5000 м<sup>3</sup> исходного шлама, плотность которого 1680 кг/м<sup>3</sup>, влажность 36%, унос пыли 7% от сухого вещества в массе. Печь работает на газовом топливе. (Ответ: 89%).

2. Рассчитайте теоретический расходный коэффициент для ацетилена и выход ацетальдегида при получении 1 т ацетальдегида на основе реакции Кучерова, если конверсия ацетилена 50%, выход в расчете на прореагировавший  $\text{C}_2\text{H}_2$  90%, практический расход ацетилена 680 кг на 1 т ацетальдегида. (Ответ: 1131,3 м<sup>3</sup>; 87%).

**Вариант 2**

1. Для удешевления производства тарного стекла вместо соды используют смесь минерала мирабилита с углём. Вычислите расходные коэффициенты для сырьевых материалов с учётом вышеуказанной замены для получения 1 т стекла следующего состава:  $\text{SiO}_2$  72%;  $\text{Na}_2\text{O}$  16%;  $\text{CaO}$  5,2%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,5% и  $\text{MgO}$  3,3% (по массе). (Ответ: 720 кг  $\text{SiO}_2$ ; 35 кг  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 92,86 кг  $\text{CaCO}_3$ ; 69,3 кг  $\text{MgCO}_3$ ; 366,4 кг  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 30,97 кг углерода (в составе угля)).

2. Метод получения ацетальдегида прямым каталитическим окислением этилена имеет большие экономические преимущества: себестоимость ацетальдегида на 40% ниже, чем при прямой гидратации ацетилена. Рассчитайте выход ацетальдегида по этому способу, если практически получается 1,5 т  $\text{CH}_3\text{CHO}$  на 1 т 99,5%-го этилена. (Ответ: 96%).

**Вариант 3**

1. Для получения шлакоситаллов была использована шихта, в составе которой 60% доменного шлака, 20% кварцевого песка, 6% глины, 4% сульфата натрия и 10% каталитических добавок (сульфидов и фторидов марганца и железа) по массе. Выразите в виде оксидов примерный качественный состав шлакоситаллов. Определите массовые доли  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в 1 т продукта, если в составе шлака 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40%  $\text{CaO}$  и 35%  $\text{SiO}_2$ , а в глине

50% SiO<sub>2</sub>, 20% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 1,5% CaO (по массе). Производственные потери не учитываются. (Ответ: 240,9 кг CaO; 240 кг SiO<sub>2</sub>; 72 кг Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

2. Вычислите расходный коэффициент для природного газа, содержащего 98% (по объему) метана для производства 1000 т уксусной кислоты из ацетальдегида, если выход ацетилен при термическом крекинге природного газа 10%, выход ацетальдегида 90% и уксусной кислоты 95%. (Ответ:  $8,9 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>).

#### **Вариант 4**

1. Пиридин, образующийся при коксовании угля, является сырьем для производства сульфамидных препаратов, в частности сульфидина, формула которого C<sub>11</sub>H<sub>11</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S. Какая масса сухой шихты пойдет для производства препарата массой 1 кг, если массовая доля пиридина в сырых пиридиновых основаниях равна 45%, а массовая доля оснований в шихте 0,02%? (Ответ: 35,25 кг).

2. В качестве побочных продуктов при окислении ацетальдегида в уксусную кислоту получают метилацетат, этилидендиацетат, муравьиная кислота, оксид углерода (IV) и др. Рассчитайте массу метилацетата, которая получается в сутки на установке производительностью 2000 кг/ч уксусной кислоты, если в метилацетат превращается 1% ацетальдегида, а выход уксусной кислоты на стадии окисления составляет 97% на ацетальдегид. (Ответ: 305,16 кг).

#### **Вариант 5**

1. Какой объем 20%-й серной кислоты плотностью 1,14 т/м<sup>3</sup> потребуется для извлечения пиридиновых оснований в виде сульфата пиридина (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> из нафталиновой и поглотительной фракций смолы, если массовая доля в них оснований 7 и 12%, а массовая доля фракций от смолы 10 и 15% соответственно? В сутки в цехе перерабатывается смола массой 560 т. (Ответ: 38 м<sup>3</sup>).

2. «Ледяную» (безводную) уксусную кислоту (99,8%-й концентрации) можно использовать для получения уксусной эссенции (75%-й концентрации СН<sub>3</sub>СООН). Сколько воды и «ледяной» кислоты СН<sub>3</sub>СООН надо взять, чтобы приготовить 2 т уксусной эссенции? (Ответ: 1,5 т уксусной кислоты, 0,5 т воды).

#### **Вариант 6**

1. Мощности технологических линий по производству полиэтилена низкого давления составляют примерно 150 тыс. т в год. Какую минимальную массу керосина следует подвергнуть пиролизу для обеспечения бесперебойной работы такой линии? (Ответ:  $8,75 \cdot 10^5$  т).

2. Составьте материальный баланс получения 1 т винилхлорида гидрохлорированием ацетилен, если конверсия ацетилен 98%, избыток HCl – 10%, выход винилхлорида 93%. Ацетилен принять 100%-м, побочными реакциями пренебречь. (Ответ: приход и расход 1147,2 кг).

#### **Вариант 7**

1. Какая масса канальной сажи может быть получена из газов прямой перегонки нефти, если на нефтеперегонном заводе разгоняется 6 млн. т нефти и при этом образуется газ, массовая доля которого составляет 8,5%? Выход сажи от углерода газа 22%. Массовые доли компонентов газа: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 12; CH<sub>4</sub> – 28; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> – 10; C<sub>2</sub>H<sub>10</sub> – 26; C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> – 24%. (Ответ: 89980 т).

2. Вычислите объем природного газа (н.у.), необходимый для получения 50 т муравьиной кислоты путём каталитического окисления метана, если в природном газе содержится 98% по объему метана. (Ответ: 24,845 м<sup>3</sup>).

#### **Вариант 8**

1. При получении бутадиена одностадийным окислительным дегидрированием бутана КПД процесса составляет 40%. Масса бензина для пиролиза 15 млн. т. Рассчитайте массу бутадиена, которую можно получить при этом, если объёмные доли компонентов газа окислительного пиролиза:  $\text{H}_2$  – 24,8;  $\text{CH}_4$  – 17,1;  $\text{C}_2\text{H}_4$  – 19,4;  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 3,1;  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 3,3;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 15,4;  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  – 16,9%. Выход газа 72% от массы сырья. (Ответ:  $1,38 \cdot 10^6$  т).

2. Синтез безводной муравьиной кислоты состоит из двух стадий: нагревание твердой щёлочи с оксидом углерода (II) и действие серной кислоты на формиат натрия. Рассчитайте расходный коэффициент оксида углерода (II) (н.у.) на получение 1 т безводной муравьиной кислоты, если выход на второй стадии составляет 88%. (Ответ:  $553,37 \text{ м}^3$ ).

#### **Вариант 9**

1. Для увеличения ресурсов бензина керосино-газойлевую фракцию подвергают жидкофазному крекингу, одним из продуктов которого является газ, в котором объёмные доли компонентов:  $\text{H}_2$  – 5;  $\text{CH}_4$  – 39;  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 19;  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 16;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 6;  $\text{C}_2\text{H}_4$  – 6;  $\text{C}_3\text{H}_6$  – 9. Определите выход газа в процентах от сырья, если на массу фракции 1 т получается объём газа  $100 \text{ м}^3$ . (Ответ: 12,5%).

2. Рассчитайте массу 40%-го формалина, который можно получить из 1 т метанола методом каталитического окисления на твёрдом серебряном катализаторе при 873 К, если реакция окисления идёт на 55%, а протекающая одновременно реакция дегидрирования на 45%. Конверсия метанола в формальдегид 70%. (Ответ: 1,64 т).

#### **Вариант 10**

1. Объём использованного попутного нефтяного газа 45 млрд.  $\text{м}^3$ . Какая масса 96%-го этанола может быть получена из этана, содержащегося в этом газе (объёмная доля 11%), если потери в производстве составляют 15%? (Ответ:  $9 \cdot 10^6$  т).

2. При неполном окислении метана природного газа с целью получения формальдегида (при температуре процесса 1023 К и в присутствии серебряного катализатора на носителях во взвешенном слое) основные реакции: синтез формальдегида и метанола. Вычислите массу  $\text{CH}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_3\text{OH}$ , которая получается, если через реактор пропустить  $1000 \text{ м}^3$  природного газа с содержанием 98% метана, общая степень конверсии 8%, степень превращения в формальдегид 45%, в метанол 5%. (Ответ: 47,25 кг  $\text{CH}_2\text{O}$ ; 5,6 кг  $\text{CH}_3\text{OH}$ ).

#### **Вариант 11**

1. Полагая, что объёмная доля метана в природном газе равна 94%, рассчитайте, какую массу кокса как восстановителя позволит заменить такой газ объёмом  $1 \text{ м}^3$ . Массовая доля углерода в коксе 85%. (Ответ: 0,59 кг).

2. При прямой гидратации этилена наряду с основной реакцией присоединения воды протекают побочные реакции. Так, 2% (от массы) этилена расходуется на образование простого диэтилового эфира, 1% – ацетальдегида, 2% – низкомолекулярного жидкого полимера. Общий выход спирта при многократной циркуляции составляет 95%. Напишите уравнения химических реакций образования перечисленных выше соединений и подсчитайте расход этилена на 10 кг этилового спирта и сколько диэтилового эфира может при этом получиться. (Ответ: 640 кг этилена; 12,8 кг эфира).

#### **Вариант 12**

1. Минеральные удобрения могут быть получены из попутного газа по схеме водород – аммиак – мочевины. Определите, какая масса мочевины может быть получена из попутного газа объёмом 15 млрд.  $\text{м}^3$ . Какую массо-

вую долю от выпуска минеральных удобрений (143 млн. т) составляет эта мочеви́на? При расчете принять, что в попутном газе объёмная доля метана в среднем 80%, пиролизом которого и получают водород. Суммарный выход всех процессов метан – мочеви́на составляет 60%. (Ответ:  $1,285 \cdot 10^7$  т; 9%).

2. Рассчитайте расходные коэффициенты для бензола и этилена при получении 1 т стирола, если выход этилбензола 95%, а стирола 90%, считая на прореагировавший этилбензол, конверсия которого 40%. (Ответ: 2,19 т;  $629,8 \text{ м}^3$ ).

### Вариант 13

1. Феноляты натрия, получаемые при извлечении фенолов из фракций каменноугольной смолы, разлагаются до свободных фенолов продувкой углекислым газом. Рассчитайте минимальный объём оксида углерода (IV), необходимый для разложения одной железнодорожной цистерны фенолята грузоподъёмностью 50 т, если чистота продукта 25%, массовая доля свободной щёлочи (едкого натра) 0,6%. (Ответ:  $1291 \text{ м}^3$ ).

2. Рассчитайте массу и выход капролактама, который получается из 1 т фенола, если выход циклогексанола (на стадии гидрирования фенола) 96%, циклогексанола 98,5%, циклогексаионоксида 99% и капролактама 99,5%. (Ответ: 1119,74 кг; 93%).

### Вариант 14

1. Через сатуратор для улавливания аммиака проходит в 1 ч коксовый газ объёмом  $40000 \text{ м}^3$ . В соответствии с материальным балансом сатуратора по воде с газом за 1 ч должна уноситься вода массой 2471,5 кг. Найдите объёмную долю водяных паров в выходящем из сатуратора газе в процентах. (Объём поглощённого  $\text{NH}_3$  не учитывать.) (Ответ: 7,14%).

2. Окислением очищенного (рафинированного) парафина получают синтетические жирные кислоты  $\text{C}_{10} - \text{C}_{20}$  (СЖК), применяемые для получения мыла, синтетических моющих средств, смазочных масел, пленкообразующих веществ и др. Одновременно получается 9% синтетических жирных спиртов (СЖС). Рассчитайте, сколько СЖК и СЖС получается в сутки на установке производительностью 2,5 т/ч, если выход СЖК 55%. (Ответ: 33 т; 5,4 т).

### Вариант 15

1. Массовая доля азота в нефтях в среднем 0,2%. Из всех азотсодержащих соединений 30% составляют азотистые основания, которые могут быть выделены обработкой 40%-м спиртовым раствором серной кислоты. При перегонке нефти все эти основания переходят в дистилляты. Рассчитайте, сколько железнодорожных цистерн вместимостью  $32 \text{ м}^3$  92%-й серной кислоты потребуется нефтеперерабатывающему заводу производительностью (по сырью) 500 тыс. т/г. Массовая доля дистиллятов прямой гонки равна 45% от сырья, азотистые основания пиридин и хинолин (1:1). (Ответ: 1188).

2. Степень окисления жидкого парафина ( $\text{C}_{16} - \text{C}_{20}$ , температура кипения 548–593 К) при получении синтетических жирных спиртов (СЖС) 40%, выход СЖС 67% от массы окисленного парафина. Рассчитайте суточную потребность в жидком парафине установки окисления, если за 1 ч получается 500 кг СЖС. (Ответ: 44,8 т/сут).

### Вариант 16

1. Определите массу этаноламина, необходимую для приготовления раствора, который может поглотить в виде кислой соли весь сероводород из попутного газа Марковского месторождения Иркутской области объёмом

10000 м<sup>3</sup>. (Ответ: 1550 кг).

2. При жидкофазном окислении n-парафинов C<sub>10</sub>–C<sub>20</sub> мягкий парафин (с температурой кипения 548–593 К) в присутствии борной кислоты и при пониженной концентрации кислорода в газе-окислителе получают высшие спирты C<sub>10</sub>–C<sub>20</sub> (СЖС). Рассчитайте массу n-парафина, необходимую для получения 10 т СЖС, если выход их составляет 68% при степени превращения исходного сырья 40%. Состав спиртов для расчетов принять – C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>ОН. (Ответ: 34,18 т).

#### **Вариант 17**

1. Какая масса низкооктанового бензина в год потребуется для установки, производящей этилен массой 450 тыс. т, если потери в производстве составляют 0,5%? (Ответ: 1,75 млн. т).

2. Рассчитайте теоретический расходный коэффициент для ацетилен и выход ацетальдегида при получении 1 т ацетальдегида на основе реакции Кучерова, если конверсия ацетилена 50%, выход в расчёте на прореагировавший C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 90%, практический расход ацетилена 680 кг на 1 т ацетальдегида. (Ответ: 1131,3 м<sup>3</sup>; 87%).

#### **Вариант 18**

1. Определите выход цементного клинкера из 5000 м<sup>3</sup> исходного шлама, плотность которого 1680 кг/м<sup>3</sup>, влажность 36%, унос пыли 7% от сухого вещества в массе. Печь работает на газовом топливе. (Ответ: 89%).

2. Рассчитайте объем синтез-газа (СО:2Н<sub>2</sub>, н.у.) (м<sup>3</sup>), необходимого для получения 1 т метанола 98%-й чистоты, если в присутствии катализатора и при оптимальных условиях можно достичь 87% выхода метанола. (Ответ: 2365,5 м<sup>3</sup>).

#### **Вариант 19**

1. Для удешевления производства тарного стекла вместо соды используют смесь минерала мирабилита с углём. Вычислите расходные коэффициенты для сырьевых материалов с учетом вышеуказанной замены для получения 1 т стекла следующего состава: SiO<sub>2</sub> 72%; Na<sub>2</sub>O 16%; CaO 5,2%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,5% и MgO 3,3% (по массе). (Ответ: 720 кг SiO<sub>2</sub>; 35 кг Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 92,86 кг CaCO<sub>3</sub>; 69,3 кг MgCO<sub>3</sub>; 366,4 кг Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 30,97 кг углерода (в составе угля)).

2. Технический карбид кальция содержит 90% CaC<sub>2</sub>, найдите его литраж (т.е. объём ацетилена в 1 л при н.у., выделяющегося из 1 кг CaC<sub>2</sub>). (Ответ: 315 л).

#### **Вариант 20**

1. Пиридин, образующийся при коксовании угля, является сырьём для производства сульфамидных препаратов, в частности сульфидина, формула которого C<sub>11</sub>H<sub>11</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S. Какая масса сухой шихты пойдёт для производства препарата массой 1 кг, если массовая доля пиридина в сырых пиридиновых основаниях равна 45%, а массовая доля оснований в шихте 0,02%? (Ответ: 35,25 кг).

2. Вычислите объём ацетилена, который получается из 1 т карбида кальция, содержащего 92% CaC<sub>2</sub>, если карбид на 98% превращается в ацетилен. (Ответ: 316 м<sup>3</sup>).

### **Контрольная работа IV (производство высокомолекулярных соединений)**

#### **Вариант 1**

Рассчитайте массы компонентов, необходимых для получения 31 т кабельного пластика, если для его производства используются следующие вещества (масс. доли): поливинилхлорида 100; диоктилфталата (пластифи-

катор) 45; среднего стеарата свинца (стабилизатор) 8; каолина (наполнитель) 2. Потери при производстве пластика 3%. (Ответ: 20,6 т ПВХ; 9,3 т пластификатора; 1,6 т стабилизатора; 0,4 т наполнителя).

#### **Вариант 2**

При составлении рецептуры плёночного ПВХ пластика исходят из того, что 1 моль пластификатора должен приходиться на 15 мономерных звеньев ПВХ. Рассчитайте теоретические массы полимера и диоктилфталата (пластификатора), необходимые для получения 20 т пластика.

Средняя молекулярная масса ( $\overline{M}_n$ ) исходного поливинилхлорида 18750. (Ответ: 14,12 т; 5,88 т пластификатора).

#### **Вариант 3**

Вычислите массу фторопласта 4, которую теоретически можно получить полимеризацией тетрафторэтилена, содержащего 14,7 кг связанного фтора. Анализ образца фторопласта показал наличие в нём 0,033 масс. долей нефторсодержащих примесей. (Ответ: 20 кг).

#### **Вариант 4**

Рассчитайте массы компонентов, необходимых для получения фаолитовых плит общим объемом 300 м<sup>3</sup>, если в смеситель подают шихту следующего состава (в масс. долях): смолу резольную 100; асбест 150; стеарин 2. Производственные потери составили 2%. Плотность фаолита «А» 1800 кг/м<sup>3</sup>. (Ответ: 218,6 т смолы; 328 т асбеста; 4,4 т стеарина).

#### **Вариант 5**

Рассчитайте степень поликонденсации новолачной фенолформальдегидной смолы, если средняя молекулярная масса  $\overline{M}_n = 648$ . (Ответ:  $n = 6$ ).

#### **Вариант 6**

Какая получается смола: резольная или новолачная, если для поликонденсации израсходовано 15 кг фенола и 7,5 л формалина (содержание СН<sub>2</sub>О в формалине  $\approx 40$  г в 100 мл)? (Ответ: новолачная).

#### **Вариант 7**

Рассчитайте массу полиэтиленовой пленки, необходимой для двухслойной гидроизоляции десятикилометрового участка оросительного канала, длина профиля которого 10 м. Какое время должен работать аппарат непрерывного действия по производству полиэтилена «НД», чтобы из него можно было изготовить необходимую пленку? Мощность аппарата 72 т/сут. При производстве плёнки в сырьевую смесь вводят 0,025 масс. долей пластификатора. Потери при производстве, транспортировке, раскрое плёнки составили 5%, 1 м<sup>2</sup> плёнки имеет массу 200 г. (Ответ: 42,1 т пленки; 13,7 ч).

#### **Вариант 8**

Рецепт эмульсионной периодической полимеризации винилхлорида следующий: водная фаза 3,7 м<sup>3</sup>, винилхлорид 4,2 м<sup>3</sup> ( $\rho = 969,2$  кг/м<sup>3</sup>), инициатор (40%-й раствор Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>) 18 кг, эмульгатор 182 кг. Вычислите выход полимера, если через 20 ч полимеризации и удаления незаполимеризовавшегося винилхлорида на коагуляцию подано 7767,1 кг латекса. (Ответ: 95%).

#### **Вариант 9**

Сколько взято для полимеризации эмульсионным методом винилхлорида и водной фазы, если объем автоклава 25 м<sup>3</sup>, а коэффициент его заполнения 0,9. Латекс, выходящий из полимеризатора, имеет плотность 1150 кг/м<sup>3</sup> и содержит 0,42 массовые доли поливинилхлорида. Конверсия мономера 92%. (Ответ: 11,8 т винилхлорида; 14,1 т водной фазы).

#### **Вариант 10**



Определите суточную производительность реактора суспензионной полимеризации винилхлорида, используя следующие исходные данные: объём полимеризатора  $65 \text{ м}^3$ ; коэффициент загрузки  $0,9$ ; объёмный модуль загрузки (отношение мономера к воде)  $1:1,2$ ; продолжительность полимеризации  $10 \text{ ч}$ ; выход полимера  $95\%$  (от массы винилхлорида); плотность жидкого винилхлорида, подаваемого в реактор,  $937 \text{ кг/м}^3$ . (Ответ:  $59 \text{ т/сут}$ ).

#### **Вариант 11**

Рассчитайте рабочий объём автоклава эмульсионной полимеризации винилхлорида, если из него за один цикл выгружено  $24,44 \text{ т}$  латекса плотностью  $1150 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициент загрузки автоклава  $0,85$ . (Ответ:  $25 \text{ м}^3$ ).

#### **Вариант 12**

Рассчитайте массу суспензионного поливинилхлорида и стабилизатора (стеарат калия) для получения  $1500 \text{ м}$  каландрированного плёночного винипласта, используемого в качестве электроизоляционного материала. Ширина плёнки  $0,8 \text{ м}$ , толщина  $8 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ , плотность  $1400 \text{ кг/м}^3$ . Потери при вальцевании и каландрировании  $3\%$ . Массовая доля стабилизатора в плёнке  $4\%$ . (Ответ:  $1330,2 \text{ кг ПВХ}$  и  $55,4 \text{ кг}$  стеарата).

#### **Вариант 13**

Для реконструкции кислотопровода завод израсходовал  $1550 \text{ кг}$  винипластовых труб и  $80 \text{ м}$  пластикового сварочного прутка диаметром  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Определите массу поливинилхлорида, необходимого для получения методом непрерывной экструзии этих винипластовых изделий, если рецептура их приготовления следующая (масс. доли): поливинилхлорида  $100$ ; меланина  $2$ ; трансформаторного масла  $2$ ; стеарина  $1$ . Потери при экструзии  $2\%$ . Плотность винипласта  $1400 \text{ кг/м}^3$ . (Ответ:  $1507 \text{ кг}$ ).

#### **Вариант 14**

Определите расход компонентов ( $\text{м}^3$ ,  $\text{кг}$ ) для получения  $25 \text{ т}$  полистирола водоземulsionным способом, если объёмный модуль загрузки следующий: стирол, вода, касторовое масло (эмульгатор) в соотношении  $1:2,5:0,03$ . В реакционную смесь добавляют  $0,0025$  масс. долей (от массы мономера) персульфата калия (инициатор). Плотность стирола  $905$ , а касторового масла  $962 \text{ кг/м}^3$ . Полимер содержит  $1\%$  примесей (по массе). (Ответ:  $27,3 \text{ м}^3$  стирола;  $68,4 \text{ м}^3$  воды;  $0,28 \text{ м}^3$  эмульгатора;  $61,9 \text{ кг}$  инициатора).

#### **Вариант 15**

Какую поверхность можно облицевать декоративной полистироловой плиткой, если для её приготовления использована масса, содержащая  $1,5 \text{ т}$  полистирола и  $20\%$  (от массы полимера) наполнителя и красителя? Потери при производстве плиток составили  $4\%$ , размер плитки  $0,15 \times 0,15 \text{ м}$ , масса одной плитки  $45 \text{ г}$ . (Ответ:  $90 \text{ м}^2$ ).

#### **Вариант 16**

Древесина сосны с влажностью  $60\%$  содержит  $50\%$  целлюлозы в расчёте на сухую массу. Сколько воздушно-сухой целлюлозы  $94\%$ -й чистоты может быть получено из  $20 \text{ т}$  такой древесины при сульфатной варке, если степень извлечения целлюлозы  $55\%$ ? (Ответ:  $2,07 \text{ т}$ ).

#### **Вариант 17**

Примером комплексного использования древесины является получение этанола из щёлока, остающегося после варки целлюлозы. Сколько можно получить  $95\%$ -го этанола и целлюлозы при комплексной переработке  $96 \text{ м}^3$  древесины, если известно, что после сульфатной варки  $1 \text{ т}$  целлюлозы остаётся  $12 \text{ т}$  щёлока, в составе которого находится  $0,02$  масс. доли сахаров (в виде сахарозы)? Производственные потери при варке целлюлозы

составили 5%, а в процессе сбраживания используется 65% сахаров (по массе). Расход древесины принять  $4,8 \text{ м}^3$  на 1 т целлюлозы. (Ответ: 1,68 т; 19 т).

#### **Вариант 18**

При получении вискозного волокна происходит изменение степени полимеризации и молекулярной массы целлюлозы ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ). Подсчитайте молекулярные массы исходной целлюлозы и вискозного волокна, если средняя степень полимеризации исходной целлюлозы  $n \approx 900$ , а волокна  $n \approx 350$ . (Ответ:  $\sim 146000$  и  $\sim 57000$ ).

#### **Вариант 19**

При ксантогенировании целлюлозы израсходовано 38% сероуглерода от массы  $\alpha$ -целлюлозы. Четвёртая часть его идёт на образование побочных продуктов (тиокарбонатов). Определите степень этерификации (до моноксантогената), если масса удалённого при продувке аппарата сероуглерода составила 5% (от взятого в реакцию). (Ответ: 56,6%).

#### **Вариант 20**

В качестве регулятора молекулярной массы поликапроамида используют уксусную кислоту. Рассчитайте расход технической (99%-й) кислоты на 1 кг поликапроамида, если в реакцию вступает 65% ее масс. долей, а на 1 моль полимера расходуется 1 моль кислоты. Молекулярная масса поликапроамида 22 000. (Ответ: 4,24 т).

### **Тест по дисциплине «Основы качественного и количественного анализов природных и промышленных материалов»**

#### **Часть А**

1. Для удаления карбонатной жёсткости используют гашёную известь, соду, едкий натр, тринатрийфосфат. Какое из названных веществ окажется наиболее эффективным, если взять их одинаковые количества?

- 1) известь;
- 2) тринатрийфосфат;
- 3) едкий натр;
- 4) сода.

2. Что такое коксование?

- 1) разложение твёрдого топлива в присутствии воздуха при температуре  $1000^\circ\text{C}$ ;
- 2) разложение твёрдого топлива без доступа воздуха при температуре  $1000^\circ\text{C}$  и выше;
- 3) нагревание твёрдого топлива в присутствии газов при температуре  $1000^\circ\text{C}$ ;
- 4) нагревание твёрдого топлива до температуры  $1000^\circ\text{C}$  в токе азота.

3. В каких аппаратах осуществляется поглощение аммиака из коксового газа?

- 1) в скрубберах;
- 2) в ректификационных колоннах;
- 3) в холодильниках непосредственного действия;
- 4) в сатураторах.

4. Какой из получаемых продуктов составляет наибольшую массовую долю при коксовании твердого топлива?

- 1) коксовый газ;
- 2) каменноугольная смола;
- 3) кокс;

	<p>4) надсмольная вода.</p> <p>5. <b>Определите внутреннюю структуру стекла.</b></p> <p>1) твёрдое кристаллическое тело;</p> <p>2) раствор с большой вязкостью;</p> <p>3) переохлаждённый расплав;</p> <p>4) охлаждённая жидкость.</p> <p>6. <b>В каких печах варят стекло?</b></p> <p>1) камерные;</p> <p>2) электропечи;</p> <p>3) регенеративные;</p> <p>4) трубчатые.</p> <p>7. <b>Что такое бетон?</b></p> <p>1) смесь цемента с водой и наполнителем;</p> <p>2) смесь извести с водой и песком;</p> <p>3) смесь цемента с водой и известью;</p> <p>4) смесь известняка с гипсом.</p> <p>8. <b>Какие стадии отсутствуют при «короткой» схеме производства серной кислоты?</b></p> <p>1) обжиг колчедана;</p> <p>2) поглощение <math>SO_2</math> водой;</p> <p>3) специальная очистка;</p> <p>4) охлаждение в контактном аппарате.</p> <p>9. <b>Что понимают под термином «циркуляционный газ»?</b></p> <p>1) азотоводородная смесь с остатком аммиака, возвращаемая в систему;</p> <p>2) аммиак с незначительной примесью азота и водорода;</p> <p>3) азот и водород;</p> <p>4) аммиак.</p> <p>10. <b>Каким способом отделяется <math>KCl</math> от <math>NaCl</math> при получении его из сильвинита?</b></p> <p>1) флотация и избирательное растворение при нагревании;</p> <p>2) гравитационное обогащение;</p> <p>3) адсорбция;</p> <p>4) экстракция.</p> <p>11. <b>Каким способом получают алюминий в промышленности?</b></p> <p>1) восстановление оксида алюминия водородом;</p> <p>2) электролитический;</p> <p>3) металлотермический;</p> <p>4) пирометаллургический.</p> <p>12. <b>Какой из перечисленных ниже процессов является примером гетерогенного необратимого экзотермического процесса?</b></p> <p>1) синтез аммиака;</p> <p>2) окисление <math>SO_2</math> в <math>SO_3</math>;</p> <p>3) обжиг серного колчедана;</p> <p>4) сжигание серы.</p> <p>13. <b>Что называется расходным коэффициентом?</b></p> <p>1) расход каждого вида сырья, отнесённый к единице целевого продукта;</p> <p>2) масса готового продукта;</p> <p>3) расход одного вида сырья по отношению к другому.</p> <p>14. <b>Какой продукт называют «нитроолеум»?</b></p> <p>1) смесь азотной кислоты с серной;</p>
--	---

	<p>2) серная кислота, насыщенная оксидами азота;  3) азотная кислота, насыщенная димером оксида азота (<math>N_2O_4</math>);  4) раствор оксидов азота в азотной кислоте.</p> <p>15. <b>Какие процессы происходят при варке стекла?</b>  1) химические;  2) физико-химические;  3) термические;  4) физические.</p> <p style="text-align: center;"><b>Часть В</b></p> <p>16. Чем определяется общая скорость химического процесса в реакторе? В каких областях может протекать химико-технологический процесс?  17. По каким признакам классифицируются реакции, лежащие в основе химико-технологического процесса?  18. Что называют контактными массами, каков их состав?  19. Что такое технологическая схема процесса? Какими могут быть химико-технологические системы?  20. Что называют технологическим режимом и параметрами этого режима?</p> <p style="text-align: center;"><b>Часть С</b></p> <p>21. Составить материальный баланс синтеза аммиака из чистой азотводородной смеси, если выход составляет 95%. <b>Ответ:</b> <math>m(N_2) - 0,876</math> т; <math>m(H_2) - 0,186</math> т.  22. Рассчитайте расходный коэффициент серы для получения 1 т серной кислоты, если потери составляют 7%. <b>Ответ:</b> 349,35 т.  23. Что такое выход продукта? Как его определить?  24. При электролизе хлорида натрия при силе тока 1500 А в течение 36 часов было получено 67,94 кг хлора. Определить выход по току. <b>Ответ:</b> 95,1%.  25. Почему при окислении диоксида серы в триоксид серы стремятся поддерживать температуру в пределах 450-500°C? Почему не применяют более высокую температуру, несмотря на то что скорость реакции значительно увеличивается?</p>
	<b>ИНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (при необходимости)</b>
<b>Итоговый контроль: экзамен</b>	
	<p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине</b></p> <p>1. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Особенности отраслевой структуры химического комплекса. Современное состояние химической промышленности, химизация народного хозяйства.</p> <p>2. Сырьё, его виды, классификация, общая подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья. Механические и физико-химические методы обогащения сырья.</p> <p>3. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.</p> <p>4. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.</p> <p>5. Химико-технологический процесс, его структура. Классификация</p>

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

ния. 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.

	<p>49. Производство стирола. Технологическая схема производства.</p> <p>50. Производство капролактама. Химизм процесса.</p> <p>51. Способы получения ацетилен. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.</p> <p>52. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.</p> <p>53. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.</p> <p>54. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения ВМС. Полимеризация. Классификация и характеристика методов. Поликонденсация. Классификация и характеристика методов.</p> <p>55. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.</p> <p>56. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.</p> <p>57. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.</p> <p>58. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика. Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.</p> <p>59. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.</p> <p>60. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства. Производство резины. Принципиальная схема производства.</p>
--	---

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

## 5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 8 от «26» мая 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 20	
Из пункта 3.2 исключить:	
1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник ( <a href="http://polpred.com/news.">http://polpred.com/news.</a> )	

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 9 от «28» июня 2023 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 3	

Исключить:	Включить:
<p>Из пункта 1.3:</p> <p>ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.</p> <p>ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.</p> <p>ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения.</p> <p>ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности</p> <p>ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</p>	<p>В пункт 1.3:</p> <p>ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.</p> <p>ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.</p> <p>ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации международных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.</p> <p>ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.</p>

№ изменения: 3	
№ страницы с изменением: 23	
Исключить:	Включить:
Из пункта 4: ОК 10	В пункт 4:

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.**  
 РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 8 от «30» мая 2024 г.).