ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «07» июня 2021 г. № 79

# Б1.О.44 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

## рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль – Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Техносферная безопасность

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 34
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 3 семестр

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр | 3 | **Итого** |
|---|---|---|
| Вид занятий | Часов по УП | **Часов по УП** |
| **Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*** | 68/34 | **68/34** |
| – лекции | 34 | **34** |
| – практические (семинарские) | | |
| – лабораторные | 34/34 | **34/34** |
| **Самостоятельная работа** | 76 | **76** |
| **Итого** | 144/34 | **144/34** |

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.05.2020 № 680.

Программу составил(и):
д.х.н., доцент, профессор, Н.В. Руссавская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол от «4» июня 2021 г. № 13

Зав. кафедрой, д. т. н., профессор Е.А. Руш

| 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| **1.1 Цель дисциплины** | |
| 1 | изучение и освоение основ, приемов и методов химического и физико-химического анализа |
| **1.2 Задачи дисциплины** | |
| 1 | овладение основными методами химического и физико-химического анализа |
| 2 | выработка навыков правильного обращения с химической посудой и реактивами |
| 3 | овладение навыками работы на основных приборах, применяемых в физико-химическом анализе |
| 4 | овладение навыками обработки, расшифровки и анализа полученных результатов |
| **1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины** | |
| Научно-образовательное воспитание обучающихся | |
| Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.<br>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:<br>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;<br>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;<br>– популяризация научных знаний среди обучающихся;<br>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;<br>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;<br>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности | |
| Профессионально-трудовое воспитание обучающихся | |
| Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.<br>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:<br>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;<br>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;<br>– формирование психологии профессионала;<br>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;<br>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли | |

| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП | |
|---|---|
| Блок/часть ОПОП | Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть |
| **2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины** | |
| 1 | Б1.О.08 Информатика |
| 2 | Б1.О.10 Физика |
| 3 | Б1.О.11 Химия |
| 4 | Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика |
| 5 | ФТД.01 Информационные технологии в сфере безопасности |
| **2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее** | |
| 1 | Б1.О.01 Философия |
| 2 | Б1.О.20 Система менеджмента качества |
| 3 | Б1.О.22 Экология |
| 4 | Б1.О.25 Теория горения и взрыва |
| 5 | Б1.О.28 Надежность технических систем и техногенный риск |
| 6 | Б1.О.30 Производственная безопасность |
| 7 | Б1.О.34 Инженерные методы защиты окружающей среды |
| 8 | Б1.О.36 Экологический мониторинг |
| 9 | Б1.О.37 Расчет и проектирование систем безопасности |
| 10 | Б1.О.38 Промышленная экология |
| 11 | Б1.О.39 Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях |
| 12 | Б1.О.42 Электротехника |
| 13 | Б1.О.43 Энергоснабжение и энергоаудит |
| 14 | Б1.О.45 Теория вероятности и математическая статистика |

| | |
|---|---|
| 15 | Б1.В.ДВ.03.01 Экономика природопользования |
| 16 | Б2.О.02(Н) Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) |
| 17 | Б2.О.03(П) Производственная - эксплуатационная практика |
| 18 | Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика |
| 19 | Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы |
| 20 | Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы |

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен разрабатывать в организации мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности и документально оформлять отчетность в соответствии с установленными требованиями | ПК-1.3 Проводит производственный экологический контроль и формирует отчетность о выполнении мероприятий по охране окружающей среды; ведет учет данных экологического мониторинга | Знать: принципы и области использования основных методов химического и физико-химического анализа; возможности методов аналитической химии для экологического мониторинга окружающей среды, анализа различных материалов и систем |
| | | Уметь: отбирать среднюю пробу, составлять схему анализа, проводить качественный и количественный анализ вещества с применением аналитических и инструментальных подходов; работать с научной, технической и специальной литературой |
| | | Владеть: навыками организации рабочего места, техникой и методикой выполнения анализа инструментальными методами; методами приготовления растворов заданной концентрации и их стандартизацией; методами статистической обработки результатов анализа |
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Формулирует математическую постановку задачи. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации | Знать: основу реакций и процессов, используемых в аналитической химии и физико-химических методах анализа; методы, лежащие в основе химического анализа; особенности объектов анализа и методы их пробоотбора |
| | | Уметь: проводить расчеты; выбирать оптимальные условия проведения анализа; прогнозировать результат исследования; объяснять суть конкретных реакций, их эффекты |
| | | Владеть: метрологическими основами анализа; методологией выбора метода анализа и экспериментальными навыками его выполнения |

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| **1.0** | **Раздел 1. Основные понятия аналитической химии.** | | | | | | |
| 1.1 | Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов анализа. | 3 | 2 | | | 16 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 1.2 | Лабораторная посуда (мерная). Взвешивание. Знакомство с основными приборами и оборудованием, приемами аналитического анализа с целью формирования навыков применения методической документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| **2.0** | **Раздел 2. Качественный анализ.** | | | | | | |
| 2.1 | Качественный анализ . Дробный и систематический ход анализа, классификации катионов и анионов. Возможности анализа в исследовательской деятельности. | 3 | 4 | | | 10 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 2.2 | Качественный анализ на катионы (дробный метод). Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 2.3 | Качественный анализ на анионы (дробный метод). Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |

| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| 2.4 | Определение состава неизвестной соли. Работа выполняется с целью выработки навыков применять методическую документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 2.5 | Определение чувствительности аналитической реакции | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| **3.0** | **Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрический метод.** | | | | | | |
| 3.1 | Задачи и методы количественного анализа. Гравиметрический метод анализа (сущность метода, условия образования осадков, формы осадков, классификация гравиметрический методов, важнейшие операции и выбор оптимальных условий) | 3 | 4 | | | 6 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 3.2 | Определение формулы кристаллогидрата (метод косвенного выделение в гравиметрических определениях). Является элементом экологического контроля | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 3.3 | Количественные определения в гравиметрическом методе анализа Расчеты при гравиметрических определениях (как элемента экологического контроля). | 3 | 2 | | 2/2 | 2 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 3.4 | Отделение железа от магния и его определение (гравиметрический метод, метод осаждения). Является элементом экологического контроля | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| **4.0** | **Раздел 4. Титриметрический метод анализа.** | | | | | | |
| 4.1 | Титриметрический (объемный) метод анализа . Приемы титрования. Вычисления в титриметрии. | 3 | 4 | | 2/2 | 18 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.2 | Классификация титриметрических методов анализа. | 3 | 4 | | | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.3 | Титриметрический метод. Способы приготовление стандартных растворов. Формируются умения применять методическую документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.4 | Определение содержания щелочи и соды при совместном присутствии (кислотно-основное титрование). Формируются навыки устанавливать для организации соответствующую категорию по степени негативного воздействия на окружающую среду. | 3 | | | 2/2 | 2 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.5 | Кривые титрования метода кислотно-основного титрования | 3 | 2 | | 2/2 | 2 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.6 | Определение окисляемости воды по методу Кубеля (метод окислительно-восстановительного титрования, обратное титрование). Формируются навыки оформления материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации | 3 | | | 2/2 | 2 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 4.7 | Определение жесткости воды (кислотно-основное и комплексонометрическое титрование). Формируются навыки оформления материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации. | 3 | | | 2/2 | 4 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| **5.0** | **Раздел 5. Инструментальные методы анализа.** | | | | | | |
| 5.1 | Общие характеристики инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА | 3 | 2 | | | 14 | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 5.2 | Оптические методы анализа | 3 | 2 | | | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 5.3 | Фотоколориметрическое определение содержания ионов Fe3+ при помощи ионов SCN–. Вырабатываются навыки выявления нормируемых параметров и характеристик при осуществлении производственного экологического контроля | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3 УК-1.1 |
| 5.4 | Сущность электрохимических методов анализа. Потенцио- | 3 | 4 | | | | ПК-1.3 |

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код | Наименование разделов, тем и видов работ | Очная форма | | | | | *Код индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Семестр | Часы | | | | |
| | | | Лек | Пр | Лаб | СР | |
| | метрические методы анализа. | | | | | | УК-1.1 |
| 5.5 | Прямое потенциометрическое титрование. Определение pH растворов. Отрабатывается умение выявлять нормируемые параметры и характеристики при осуществлении производственного экологического контроля | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3<br>УК-1.1 |
| 5.6 | Хроматографические методы анализа. Возможности метода при проведения научных исследований. Газовая хроматография: классификация методов. Методы жидкостной хроматографии | 3 | 4 | | | | ПК-1.3<br>УК-1.1 |
| 5.7 | Определение железа (III) методом колоночной осадочной хроматографии. Вырабатываются навыки выявления нормируемых параметров и характеристик при осуществлении производственного экологического контроля | 3 | | | 2/2 | | ПК-1.3<br>УК-1.1 |
| | Форма промежуточной аттестации – зачет | 3 | | | | | |
| | Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию) | | 34 | | 34/34 | 76 | |

## 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

#### 6.1.1 Основная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.1.1 | Александрова, Т. П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 106 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575157 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.1.2 | Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 537 с. — URL: https://urait.ru/bcode/511300 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.1.3 | Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 344 с. — URL: https://urait.ru/bcode/511323 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.1.4 | Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд. — Москва : Юрайт, 2024. — 451 с. — URL: https://urait.ru/bcode/534513 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |

#### 6.1.2 Дополнительная литература

| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
|---|---|---|
| 6.1.2.1 | Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. | 23 |

| | | |
|---|---|---|
| 6.1.2.2 | Илларионова, Е. А. Хроматография : учеб. пособие / Е. А. Илларионова, С. В. Ясько. Иркутск : , 2005. - 92с. | 186 |
| 6.1.2.3 | Ясько, С. В. Основы количественного анализа : учебное пособие / С. В. Ясько, Е. А. Илларионова. Иркутск : , 2005. - 100с. | 132 |
| 6.1.2.4 | Ясько, С.В. Аналитическая химия : практикум / рец.: А. Г. Пройдаков, Е. Ю. Лебедева. Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. - Текст: электронный. - URL: https://umczdt.ru/books/1319/265092/ | Онлайн |
| 6.1.2.5 | Апарнев, А. И. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 107 с. — URL: https://urait.ru/bcode/514150 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| 6.1.2.6 | Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: сборник задач с основами теории и примерами решений : учебное пособие / Н. В. Громов, О. П. Таран ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 112 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576263 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный. | Онлайн |
| **6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)** | | |
| | Библиографическое описание | Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн |
| 6.1.3.1 | Руссавская, Н. В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.44 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа по направлению подготовки 23.03.01 Техносферная безопасность, профиль Безопасность технологических процессов и производств / Н. В. Руссавская ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 16 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_654_1486_2021_1_signed.pdf | Онлайн |
| **6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»** | | |
| 6.2.1 | Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», https://urait.ru/ | |
| 6.2.2 | Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/ | |
| 6.2.3 | Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/ | |
| **6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы** | | |
| **6.3.1 Базовое программное обеспечение** | | |
| 6.3.1.1 | Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.2 | Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01 | |
| 6.3.1.3 | FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ | |
| 6.3.1.4 | Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ | |
| 6.3.1.5 | Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License | |
| **6.3.2 Специализированное программное обеспечение** | | |
| 6.3.2.1 | Не предусмотрено | |
| **6.3.3 Информационные справочные системы** | | |
| 6.3.3.1 | Не предусмотрены | |
| **6.4 Правовые и нормативные документы** | | |
| 6.4.1 | Не предусмотрены | |

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| | |
|---|---|
| 1 | Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80 |
| 2 | Учебная аудитория Д-213 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |
| 3 | Учебная аудитория Г-309 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная |

| | |
|---|---|
| | мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). |
| 4 | Лаборатория Г-109 «Химия» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: специализированная мебель электрошкаф сушильный; весы электронные; микроскоп; шейкер; центрифуга; рефрактомер; баня водяная; МКМФ; pH-метр; аквадистиллятор |
| 5 | Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся:<br>– читальные залы;<br>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;<br>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521 |

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Вид учебной деятельности | Организация учебной деятельности обучающегося |
|---|---|
| Лекция | Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.<br>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии |
| Лабораторная работа | Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.<br>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:<br>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;<br>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;<br>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;<br>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;<br>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;<br>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);<br>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;<br>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;<br>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; |

| | |
|---|---|
| | - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;<br>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);<br>- наблюдение развития явлений, процессов и др.<br>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.<br>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:<br>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;<br>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;<br>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.<br>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину |
| Самостоятельная работа | Обучение по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.<br>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» |
| Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет | |

**Приложение № 1 к рабочей программе**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

# 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
## Программа контрольно-оценочных мероприятий.
## Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен разрабатывать в организации мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности и документально оформлять отчетность в соответствии с установленными требованиями

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения**

| № | Наименование контрольно-оценочного мероприятия | Объект контроля | Код индикатора достижения компетенции | Наименование оценочного средства (форма проведения*) |
|---|---|---|---|---|
| | | **3 семестр** | | |
| **1.0** | **Раздел 1. Основные понятия аналитической химии** | | | |
| 1.1 | Текущий контроль | Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов анализа. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 1.2 | Текущий контроль | Лабораторная посуда (мерная). Взвешивание. Знакомство с основными приборами и оборудованием, приемами аналитического анализа с целью формирования навыков применения методической документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **2.0** | **Раздел 2. Качественный анализ** | | | |
| 2.1 | Текущий контроль | Качественный анализ . Дробный и систематический ход анализа, классификации катионов и анионов. Возможности анализа в исследовательской деятельности. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 2.2 | Текущий контроль | Качественный анализ на катионы (дробный метод). Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.3 | Текущий контроль | Качественный анализ на анионы (дробный метод). Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.4 | Текущий контроль | Определение состава неизвестной соли. Работа выполняется с целью выработки навыков применять методическую документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 2.5 | Текущий контроль | Определение чувствительности аналитической реакции | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно)<br>Разноуровневые задачи (задания/письменно) |
| **3.0** | **Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрический метод** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Текущий контроль | Задачи и методы количественного анализа. Гравиметрический метод анализа (сущность метода, условия образования осадков, формы осадков, классификация гравиметрический методов, важнейшие операции и выбор оптимальных условий) | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Разноуровневые задачи (задания/письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 3.2 | Текущий контроль | Определение формулы кристаллогидрата (метод косвенного выделение в гравиметрических определениях). Является элементом экологического контроля | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 3.3 | Текущий контроль | Количественные определения в гравиметрическом методе анализа Расчеты при гравиметрических определениях (как элемента экологического контроля). | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 3.4 | Текущий контроль | Отделение железа от магния и его определение (гравиметрический метод, метод осаждения). Является элементом экологического контроля | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| **4.0** | **Раздел 4. Титриметрический метод анализа** | | | |
| 4.1 | Текущий контроль | Титриметрический (объемный) метод анализа . Приемы титрования. Вычисления в титриметрии. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Разноуровневые задачи (задания/письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 4.2 | Текущий контроль | Классификация титриметрических методов анализа. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 4.3 | Текущий контроль | Титриметрический метод. Способы приготовление стандартных растворов. Формируются умения применять методическую документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 4.4 | Текущий контроль | Определение содержания щелочи и соды при совместном присутствии (кислотно-основное титрование). Формируются навыки устанавливать для организации соответствующую категорию по степени негативного воздействия на окружающую среду. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 4.5 | Текущий контроль | Кривые титрования метода кислотно-основного титрования | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Разноуровневые задачи (задания/письменно) |
| 4.6 | Текущий контроль | Определение окисляемости воды по методу Кубеля (метод окислительно-восстановительного титрования, обратное титрование). Формируются навыки оформления материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 4.7 | Текущий контроль | Определение жесткости воды (кислотно-основное и комплексонометрическое титрование). Формируются навыки оформле- | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ния материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации. | | |
| **5.0** | **Раздел 5. Инструментальные методы анализа** | | | |
| 5.1 | Текущий контроль | Общие характеристики инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Разноуровневые задачи (задания/письменно)<br>Тестирование (компьютерные технологии) |
| 5.2 | Текущий контроль | Оптические методы анализа | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 5.3 | Текущий контроль | Фотоколориметрическое определение содержания ионов Fe3+ при помощи ионов SCN–. Вырабатываются навыки выявления нормируемых параметров и характеристик при осуществлении производственного экологического контроля | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 5.4 | Текущий контроль | Сущность электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы анализа. | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 5.5 | Текущий контроль | Прямое потенциометрическое титрование. Определение pH растворов. Отрабатывается умение выявлять нормируемые параметры и характеристики при осуществлении производственного экологического контроля | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| 5.6 | Текущий контроль | Хроматографические методы анализа. Возможности метода при проведения научных исследований. Газовая хроматография: классификация методов. Методы жидкостной хроматографии | ПК-1.3<br>УК-1.1 | Тестирование (компьютерные технологии) |
| 5.7 | Текущий контроль | Определение железа (III) методом колоночной осадочной хроматографии. Вырабатываются навыки выявления нормируемых параметров и характеристик при осуществлении производственного экологического контроля | ПК-1.3<br>УК-1.1 | В рамках ПП**:<br>Лабораторная работа (письменно/устно) |
| | Промежуточная аттестация | Раздел 1. Основные понятия аналитической химии.<br>Раздел 2. Качественный анализ.<br>Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрический метод.<br>Раздел 4. Титриметрический метод анализа.<br>Раздел 5. Инструментальные методы анализа. | | Зачет (собеседование)<br>Зачет - тестирование (компьютерные технологии) |

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

## Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Разноуровневые задачи (задания) | Различают задачи:<br>– репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;<br>может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся;<br>– реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;<br>может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;<br>– творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения;<br>может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня |
| 2 | Тестирование (компьютерные технологии) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |
| 3 | Лабораторная работа | Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.<br>Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты |

Промежуточная аттестация

| № | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Зачет | Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисци- | Перечень теоретических вопро- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | плине.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | сов и практических заданий к зачету |
| 2 | Тест – промежуточная аттестация в форме зачета | Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий.<br>Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся | Фонд тестовых заданий |

## Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

| Шкала оценивания | Критерии оценивания | Уровень освоения компетенции |
|---|---|---|
| «зачтено» | Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы | Высокий |
| | Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов | Базовый |
| | Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы | Минимальный |
| «не зачтено» | Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов | Компетенция не сформирована |

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| «зачтено» | Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «не зачтено» | Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования |

## Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи (задания)

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены |
| «хорошо» | | Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены |
| «удовлетворительно» | | Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.<br>Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа. |

Тестирование

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «хорошо» | | Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «удовлетворительно» | | Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования |

Лабораторная работа

| Шкалы оценивания | | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «отлично» | «зачтено» | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме |
| «хорошо» | | Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.<br>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета) |
| «удовлетворительно» | | Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами.<br>Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами |
| «неудовлетворительно» | «не зачтено» | Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.<br>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.<br>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки |

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Равновесие в гомогенных системах. Расчет pH растворов. Гидролиз солей»

**Задание 1.** Расчет активности ионов в растворе

Рассчитать ионную силу: а) 0,050 *моль/л* раствора сульфата калия; б) 0,010 *моль/л* раствора сульфата цинка; в) 0,020 *моль/л* раствора фосфата калия. (0,15; 0,04; 0,12)

**Задание 2.** Расчет pH растворов сильных и слабых электролитов, буферных растворов

Как измениться pH 0,02 н. раствора гидроксида натрия, если к 50 $см^3$ данного раствора добавили 25 $см^3$ 0,01 н. раствора уксусной кислоты? (на 7,7)

**Задание 3.** Гидролиз. Расчет константы и степени гидролиза, определение pH растворов гидролизующихся солей

Напишите в молекулярной и ионно-молекулярной формах уравнение реакций гидролиза заданной соли (см. вариант в таблице). Вычислите константу, степень гидролиза соли (по первой ступени) раствора, если навеска соли была растворена в мерной колбе емкостью (см табл.). Не прибегая к расчетам, объясните, как изменится степень гидролиза раствора данной соли при добавлении сильного электролита? В какую сторону будет сдвигаться равновесие реакции гидролиза? ($K_г = 7{,}24 \cdot 10^{-6}$; степень гидролиза $h = 0{,}012$; pH = 3,22)

| Номер варианта | Раствор соли | | | Добавленный электролит |
|---|---|---|---|---|
| | Формула | Масса соли, г | Объем мерной колбы, $см^3$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | $Al_2(SO_4)_3$ | 3,42 | 200 | а) $CuSO_4$; б) $Na_2SO_4$ |

Рассмотрим, как изменится степень гидролиза раствора $Al_2(SO_4)_3$ при добавлении к нему а) сульфата меди. Соль $CuSO_4$ образована катионом слабого основания и анионом сильной кислоты, гидролизуется по катиону: $Cu^{2+} + H_2O \leftrightarrow CuOH^+ + H^+$, $2CuSO_4 + 2H_2O \leftrightarrow (CuOH)_2SO_4 + H_2SO_4$.

Согласно принципу Ле-Шателье равновесие реакции гидролиза будет смещаться влево и в результате этого будет подавляться гидролиз соли $Al_2(SO_4)_3$. Степень гидролиза будет уменьшаться.

б) При добавлении к раствору $Al_2(SO_4)_3$ соли $Na_2SO_4$ степень гидролиза раствора $Al_2(SO_4)_3$ не изменится, так как сульфат натрия гидролизу не подвергается как соль образованная сильным основанием и сильной кислотой.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Определение чувствительности аналитической реакции. Основы качественного анализа»

### 1. Чувствительность аналитической реакции

*Задание 1.* Предел обнаружения ионов натрия в виде нонагидрата нонаацетата натрия-цинка-триуранила равен 0,125 *мкг* в капле 0,050 *мл.* Чему равно предельное разбавление и показатель чувствительности для данной реакции? ($4{,}0 \cdot 10^5$ мл/г; 5,6)

## 2. Качественный анализ

*Задание 2.1.* Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций обнаружения указанных ионов $Fe^{3+}$ и $Pb^{2+}$. Укажите качественный признак реакции.

1. Ион $Fe^{3+}$ в растворе можно обнаружить с помощью калий гексацианоферрата(II) – желтая кровяная соль.

$$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + 12\ KCl,$$
$$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow.$$

Качественный признак реакции – выпадение синего осадка берлинской лазури $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.

2. Ионы $Pb^{2+}$ обнаруживаются с помощью калия иодида

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI = PbI_2\downarrow + 2KNO_3,$$
$$Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2\downarrow.$$

Качественный признак реакции – выпадение ярко-желтого осадка $PbI_2$, который растворяется в избытке калий иодида

$$PbI_2\downarrow + 2KI = K_2[PbI_4],$$
$$PbI_2\downarrow + 2I^- = [PbI_4]^2.$$

*Задание 2.2.* Кислотно-основная классификация катионов и систематический ход анализа смеси катионов.

Раствор содержит смесь катионов $Ba^{2+}$, $Sn^{2+}$, $Fe^{3+}$, $Na^+$. Укажите аналитическую группу катионов, групповой реагент составьте схему их разделения, выделив все катионы (кроме I аналитической группы) в виде осадка.

*Ответ*: Из таблицы находим, что $Ba^{2+}$ – ионы III аналитической группы, осаждаются групповым реагентом 2 н раствором $H_2SO_4$.

Ионы $Sn^{2+}$ относятся IV аналитической группе, групповой реагент 4 н раствор NaOH (KOH), осаждаемый $Sn(OH)_2$ амфотерен и растворяется в избытке группового реагента.

Ионы $Fe^{3+}$ относятся к V группы, групповой реагент 4н раствор NaOH (KOH) или избыток $NH_4OH$, осаждаемый $Fe(OH)_3$ нерастворим в избытке группового реагента.

$Na^+$ – ионы I аналитической группы, группового реагента нет.

Один из вариантов схемы разделения данной смеси катионов:

1. $Ba^{2+}, Sn^{2+}, Fe^{3+}, Na^+ + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow + Sn^{2+}, Fe^{3+}, Na^+.$
   раствор 1 $H_2SO_4$ осадок 1 раствор 2
   Осадок отделяют, в фильтрате будут содержатся ионы раствора 2.
2. $Sn^{2+}, Fe^{3+}, Na^+ + OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + [Sn(OH)_4]^{2-} + Na^+.$
   раствор 2 KOH $_{избыток}$ осадок 2 раствор 3
   Осадок 2 отделяют, в фильтрате остается раствор 3
3. Для отделения $Sn^{2+}$ от $Na^+$ разрушают $[Sn(OH)_4]^{2-}$, действуя кислотой
   $[Sn(OH)_4]^{2-} + Na^+ + 4H^+ \rightarrow Sn^{2+} + Na^+ + 4H_2O.$
   раствор 3 HCl раствор 4
4. Из раствора 4 осаждают ионы $Sn^{2+}$ действием избытком $NH_4OH$
   $Sn^{2+} + Na^+ + 2NH_4OH \rightarrow Sn(OH)_2\downarrow + Na^+ + 2NH_4^+.$
   раствор 4 осадок 3 раствор 5
   Осадок 3 отделяют, ионы $Na^+$ остаются в фильтрате.

### Образец заданий для решения разноуровневых задач «Гравиметрический метод анализа»

**А.** ***Вычислить фактор пересчета***

| № варианта | Определяемое вещество | Гравиметрическая форма |
|---|---|---|
| **1** | $Na_2S_2O_3$ | $BaSO_4$ |
| 1,3562 | | |

**Б.** ***Расчет содержания определяемого вещества и навески***

При определении содержания алюминия в виде оксида алюминия оптимальная масса гравиметрической формы составляет 0,1 г. Рассчитайте массу навески алюмокалиевых квасцов для проведения гравиметрического определения алюминия. (0,31 г)

**B. Расчет объема раствора осадителя**

Рассчитайте объем 2,0 моль/л раствора аммиака, необходимый для осаждения железа(III) из 0,7233 г железоаммонийных квасцов, если осадитель брать в 1,2-кратном количестве. (2,7 мл)

**C. Расчет результата гравиметрического анализа**

Рассчитайте массу хлора в растворе, если масса гравиметрической формы - серебра хлорида - составила 0,1275 г. (0,0315 г)

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Титриметрический (объемный) метод анализа»

## 1. Способы выражения состава раствора

Какой объем 39 %-го раствора серной кислоты ($\rho$ =1,30 г/см$^3$) надо взять для приготовления 1,5 дм$^3$ 0,15 н. раствора? Вычислите массу гидроксида натрия, которую необходимо добавить для полной нейтрализации полученного раствора. Определите $T(H_2SO_4/Na_2CO_3)$. (21,75 мл; 9 г; 0,006 г/мл)

## 2. Метод кислотно-основного титрования

На титрование раствора, содержащего 0,2147 г химически чистого карбоната натрия, требуется 22,96 см$^3$ раствора соляной кислоты. Рассчитайте $T_{HCl/NaOH}$. (0,00706 г/мл)

## 3. Методы окислительно-восстановительного титрования

1. В мерной колбе емкостью 250 см$^3$ растворили 0,7112 г химически чистого оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$. Какой объем перманганата калия с титром 0,00142 г/см$^3$ пойдет на титрование 25 см$^3$ полученного раствора оксалата аммония? Напишите уравнение реакции в ионно-электронной и молекулярной формах. (26 мл)
2. К 25 см$^3$ раствора дихромата калия добавили избыток иодида калия и серной кислоты. На титрование выделившегося йода израсходовано 30 см$^3$ 0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Сколько граммов $K_2Cr_2O_7$содержится в 1 дм$^3$ раствора дихромата калия? Составьте уравнения реакций в молекулярной и ионно-электронной формах. (5,88 г)

## 4. Метод комплексонометрического титрования

В мерной колбе емкостью 200 см$^3$ растворили хлорид алюминия. К 20 см$^3$ этого раствора добавили 25 см$^3$ трилона Б с молярной концентрацией эквивалентов 0,05 моль/дм$^3$. Избыток трилона Б оттитровали 10,5 см$^3$ сульфата магния с $T(MgSO_4)$ = 0,001525 г/см$^3$. Рассчитайте массу хлорида алюминия, взятую для приготовления раствора. (0,656 г)

## 5. Метод осадительного титрования

Сколько граммов роданида калия необходимо взять для приготовления 100 см$^3$ 0,04 н. раствора. Какой объем этого раствора потребуется на титрование 8 см$^3$ раствора нитрата се-

ребра с титром 0,0038 г/см$^3$? (0,388 г; 5,3 мл)

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Кривые титрования метода кислотно-основного титрования»

Рассчитайте и постройте кривую титрования 100 мл 0,1 н. раствора $CH_3COOH$ 0,1н. раствором гидроксида натрия. Определите концентрацию ионов водорода и pH для точек 0; 50; 90; 99; 99,9; 100 и 100,1; 101 и 110 % прибавленного титранта. Определите пределы скачка кривой титрования и подберите не менее двух индикаторов для этого титрования, рассчитайте ошибки, возникающие при использовании выбранных индикаторов.

Ответ: Скачок на кривой титрования начинается, когда недоттровано 0,1% раствора определяемого вещества, а заканчивается , когда перетитровано на 0,1%. Следовательно, начало скачка на кривой титрования будет наблюдаться при добавлении 99,9 мл раствора NaOH, а конец – 100,1 мл NaOH.

Значение pH при титровании уксусной кислоты гидроксидом натрия

| *f*, % | Состав раствора, % | | pH-определяющие компоненты | pH |
|---|---|---|---|---|
| | $CH_3COOH$ | $CH_3COO^-$ | | |
| 0 | 100,0 | – | $CH_3COOH$ | 2,88 |
| 50 | 50 | 50 | $CH_3COOH$, $CH_3COO^-$ | 4,76 |
| 90 | 10,0 | 90 | $CH_3COOH$, $CH_3COO^-$ | 5,71 |
| 99 | 1,0 | 99,0 | $CH_3COOH$, $CH_3COO^-$ | 6,76 |
| 99,9 | 0,1 | 99,9 | $CH_3COOH$, $CH_3COO^-$ | 7,76 |
| 100 | – | 100 | $CH_3COO^-$ | 8,72 |
| 100,1 | – | 100,0 + 0,1 NaOH | NaOH | 9,7 |
| 101 | – | 100,0 + 1,0 NaOH | NaOH | 10,7 |
| 110 | – | 100,0 + 10,0 NaOH | NaOH | 11,67 |

Строим кривую титрования (на миллиметровой бумаге).
Кривая титрования характеризуется следующими особенностями:
– точка эквивалентности не совпадает с линией нейтральности. Точка эквивалентности лежит в щелочной области pH = 8,87;
– скачок на кривой титрования имеет интервал от pH = 7,74 до pH = 9,7;
– начальная точка лежит в кислой области;
– подбираем индикаторы, у которых pT находится в области скачка pH на кривой титрования (pH = 7,7 - 9,7), т.е. фенолфталеин (pT = 9), крезоловый пурпурный (pT = 8).

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Общие характеристики инструментальных методов анализа»

1. Молярный коэффициент поглощения ионов $Ag^+$ в комплексе с дитизоном в растворе при 462 нм равен $\varepsilon = 3{,}05\cdot10^4$ дм$^3$·моль$^{-1}$·см$^{-1}$. Рассчитайте минимальную концентрацию (моль/дм$^3$) комплекса серебра с дитизоном, которую можно определить фотометрическим методом. Толщина поглощающего слоя $l$ = 1,0 см. ($3{,}28\cdot10^{-7}$ моль/см$^3$)

2. Определите, какое количество ионов $Fe^{2+}$ подверглось окислению кислородом воздуха до $Fe^{3+}$ в растворе $FeSO_4$ концентрации C(1/z) = 0,100 моль/дм$^3$. Потенциал электрохимической ячейки, образованной Pt электродом и НКЭ, равен 0,395 В. (0,65 %)

3. Ионы $Ca^{2+}$ титруют анионами ЭДТА, электрогенерируемыми из комплексоната ЭДТА с ионами $Hg^{2+}$. На титрование 40 мкг ионов $Ca^{2+}$ затрачено 70 с при силе тока 3 мА. Рассчитайте выход по току. (91,7%)

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

| Индикатор достижения компетенции | Тема в соответствии с РПД/РПП | Характеристика ТЗ | Количество тестовых заданий, типы ТЗ |
|---|---|---|---|
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов анализа. | Знание на выбор | 5 – ОТЗ<br>10– ЗТЗ |
| | | Умение | 5 – ОТЗ<br>10 – ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 5– ОТЗ<br>5– ЗТЗ |
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Качественный анализ. Дробный и систематический ход анализа, классификации катионов и анионов. | Знание на выбор | 10– ОТЗ<br>10– ЗТЗ |
| | | Умение | 10– ОТЗ<br>10– ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 10 – ОТЗ<br>10 – ЗТЗ |
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Гравиметрический метод анализа | Знание на выбор | 10 – ОТЗ<br>10 – ЗТЗ |
| | | Умение | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 10 – ОТЗ<br>10 – ЗТЗ |
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Титриметрический (объемный) метод анализа. Основные положения | Знание на выбор | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Умение | 10 – ОТЗ<br>10 – ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Классификация титриметрических методов анализа. | Знание на выбор | 10 – ОТЗ<br>10– ЗТЗ |
| | | Умение | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| ПК-1.3<br>УК-1.1 | Общие характеристики инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА | Знание на выбор | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Умение | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Навыки и (или) опыт деятельности | 5 – ОТЗ<br>5 – ЗТЗ |
| | | Итого | 130 – ОТЗ<br>130 – ЗТЗ |

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,
предусмотренного рабочей программой дисциплины
(образец одного варианта из 20 вопросов 10 - ОТЗ/ 10- ЗТЗ)

1. Аналитическая химия изучает:
   а) анализы и синтезы веществ;

б) **методы определения состава веществ и смесей**;
в) аналитические реакции;
г) превращения аналитических веществ.

2. Аналитическая реакция – это химическая реакция, протекающая с _____ (*вставить пропущенную фразу*). (***Ответ**: видимым аналитическим эффектом*)

3. К химическим методам анализа относится …

   а) фотометрия;
   б) **гравиметрия**;
   в) кулонометрия;
   г) кондуктометрия.

4. Предел обнаружения $C_{min}$ показывает …

   а) сколько граммов вещества можно обнаружить в 1 л раствора;
   б) сколько микрограммов вещества можно обнаружить в 1 мл раствора;
   в) сколько микрограммов вещества можно обнаружить в 1 капле раствора;
   г) **сколько граммов вещества можно обнаружить в 1 мл раствора**;
   д) в каком количестве граммов растворителя еще можно обнаружить 1 г вещества.

5. Метод конуса и кольца, квартования, шахматный способ относятся к методам:
   а) растворения проб;
   б) **отбора проб**;
   в) осаждения;
   г) отгонки.

6. Пламя горелки окрашивается в бледно-фиолетовый цвет. Это качественная реакция на катион _____ (*вставить ответ*). (***Ответ**: калия*)

7. В лаборатории необходимо идентифицировать катион аммония. Для этого можно использовать раствор _____(*вставить ответ). (**Ответ**: раствор щелочи)*

8. В растворе присутствуют ионы: 1) $Ag^{+}$, 2) $Hg_2^{2+}$, 3) $Pb^{2+}$. Укажите последовательность обнаружения смеси катионов II группы по систематическому ходу анализа: _____(*указать порядок цифр*). (***Ответ***: 2, 1, 3)

9. Верно ли утверждение, что система будет поддерживать постоянным значение pH, состоящая из 5 мл 0, 1 М $NH_3 \cdot H_2O$ и 5 мл 0,1 М $NH_4Cl$, если к ней добавить 1 мл 0,01 М раствора HCl? (***Ответ***: *верно*)

10. Лиганды – это молекулы или ионы, которые являются_____(*вставить пропущенную фразу*). (***Ответ**: донорами электронных пар и непосредственно связаны с комплексообразователем*)

11. Гравиметрическая форма – это:
    а) осадок, образующийся при взаимодействии двух веществ;

б) осадитель, используемый для осаждения определяемого вещества;
в) осадок, полученный после фильтрования;
г) **осадок, полученный после высушивания и прокаливания.**

12. Ожидаемая масса гравиметрической формы определяемого вещества, если осадок кристаллический, составляет _____. (***Ответ**: 0,5 г*)

13. Определить величину гравиметрического фактора для пары: определяемого вещество – $NH_3$; гравиметрическая форма – $(C_4H_7N_2O_2)_2Ni$. Ответ _____(*записать число с точностью до четвертого знака*). (***Ответ:** 0,2355*)

14. Аналитическим сигналом в титриметрическом анализе является:

а) **объём**;
б) плотность;
в) масса;
г) структура.

15. В какой из приведённых ниже реакций фактор эквивалентности $H_2SO_4$ равен 1/8?

а) $H_2SO_4+2KOH=K_2SO_4+2H_2O$;
б) $H_2SO_4+Zn = ZnSO_4+S+H_2O$;
в) $\mathbf{H_2SO_4+HI = I_2+H_2S+H_2O}$;
г) $H_2SO_4+BaCl_2=BaSO_4+2HCl$.

16. Установите соответствие между методом титрования и названиями применяемых индикаторов:

| **Метод титрования** | **Индикатор метода** |
|---|---|
| 1. Кислотно-основное титрование | а) Иод-крахмальный |
| 2. Окислительно-восстановительное титрование | б) Фенолфталеин |
| 3. Комплексонометрическое титрование | в) Ферроин |
| | г) Эриохромовый черный Т |
| | д) Метиловый красный |
| | е) Метиловый оранжевый |

***Ответ:*** 1= д; 1 = е; 1 = б; 2 = а; 2 = в; 3 = г.

17. Для определения свинца электролизом в образце руды взята навеска 0,6280 г. Масса осадка $PbO_2$ 0,2594 г. Процентное содержание свинца в испытуемой руде составляет _____. (***Ответ**: 32,8%)*

18. Вольтамперометрия основана на…

а) **изучении поляризационных кривых**;
б) исследовании силы тока в зависимости от внешнего напряжения;
в) определении качественного и количественного состава веществ, не способных окисляться и восстанавливаться;
г) определении точки эквивалентности при исследовании мутных и тёмноокрашенных растворов.

19. Метод определения веществ, основанный на их различной способности адсорбироваться, называется _____ (*вставить пропущенное слово*). (***Ответ:*** *хроматографией*)

20. Толщина поглощающего слоя кюветы в см, необходимая для получения светопоглощения 1,0 при фотометрировании 0,0002 М раствора цветного вещества, если $\varepsilon = 5 \cdot 10^4$, равна_____ см (*вставьте пропущенное число*). (Ответ: 0,1 см)

### 3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Взвешивание на электронных весах»

**Цель работы**: определение массы веществ и ошибки эксперимента.
**Оборудование:** весы аналитические, эталонный образец, соль для взвешивания.

**Экспериментальная часть**

*Контрольное взвешивание*

1. Сформируйте табл. 1.1, как показано ниже.

Таблица 1.1

| № | $m_{оп}$, г | $m_{ист}$, г | $\Delta e$ | $\delta$, % |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

1. Получите у лаборанта предмет для контрольного взвешивания (например, металлическую пластинку).
2. Убедитесь в правильной установке весов, после чего подключите их через адаптер в сеть.
3. Нажмите кнопку включения «On/Off». На индикаторе высвечивается техническая информация, а потом выводится значение «0.00».
4. Положите объект на платформу и запишите показания индикатора $m_{оп}$ в табл. 1.1.
5. Узнайте у лаборанта истинную массу пластинки $m_{ист}$ и запишите в табл. 1.1.

**Обработка экспериментальных данных**

Рассчитайте абсолютную и относительную погрешности взвешивания. Запишите в таблицу.

1. Абсолютная погрешность $\Delta e$ при определении массы представляет собой разность между истинной массой $m_{ист}$ и полученной опытным путем $m_{оп}$, *взятую по модулю. Таким образом, абсолютная ошибка всегда положительная:*

$$\Delta e = |m_{ист} - m_{оп}|.$$

2. Относительная погрешность $\delta$ равна отношению абсолютной погрешности к истинной массе и выражается в процентах:

$$\delta = \frac{\Delta e}{m_{ист}} \cdot 100\%.$$

**Взвешивание сыпучих веществ**

1. Убедитесь в правильной установке весов, после чего подключите их через адаптер в сеть.
2. Получите задание у преподавателя.
3. Нажмите кнопку включения. После появления значения «0.00» положите лист бумаги (тару) на платформу.
4. Если вес тары при взвешивании учитывать не надо, ее обнуляют нажатием соответствующей кнопки.
5. Насыпьте соль небольшими порциями на тару.
6. Запишите показания индикатора (массу в граммах) в журнал.
7. Из бумаги (тары) сделайте пакетик, напишите на нем массу навески и химическую формулу взвешенной соли и сдайте лаборанту (навеска будет использована в других лабораторных работах).

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Качественный анализ на катионы (дробный метод)»

Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды

**Цель работы:** доказать наличие испытуемого катиона дробным ходом анализа, при помощи аналитических реакций, действием специфических реагентов.

**Лабораторная посуда и реактивы:** пробирки со штативом, часовые стекла или стеклянные пластинки, химические стаканы, спиртовка, капельницы или пипетки. Специфические реагенты, раствор азотной кислоты, щелочи, аммиака, хлорида аммония, уксусной кислоты.

**Ход работы.** При определении каждого катиона указать:

- определяемый ион;
- специфический реагент;
- характерный признак.

Записать уравнение реакции в молекулярном и сокращенном ионном виде.

**Обнаружение $NH_4^+$ -ионов**

Поместить в пробирку 2–3 капли раствора соли аммония, добавить несколько капель сильного основания (KOH, NaOH) и подогреть содержимое пробирки. Щелочи разлагают соли аммония с выделением аммиака (написать уравнение реакции в молекулярном и ионном виде).

Выделяющийся аммиак может быть обнаружен:

1. По запаху.
2. По посинению красной лакмусовой бумаги, смоченной дистиллированной водой и внесенной в пары. При этом бумажку следует держать над пробиркой, не касаясь стекла во избежание попадания щелочи на нее.

3. По образованию «дыма» хлорида аммония при поднесении к отверстию пробирки стеклянной палочки, смоченной концентрированной хлористоводородной кислоты.

**Обнаружение $Ca^{2+}$ -ионов**

Поместите в пробирку 1–2 капли раствора соли кальция и добавьте 1–2 капли уксусной кислоты (до pH < 7). Реакцию среды проверьте при помощи универсальной индикаторной бумаги. Добавьте несколько капель оксалата аммония. При этом из концентрированного раствора сразу, а из разбавленного – постепенно выпадает белый мелкокристаллический осадок оксалата кальция:

$$CaC1_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow + 2NH_4Cl$$

Напишите уравнение в ионном виде.

**Обнаружение $Ba^{2+}$-ионов**

Поместите в пробирку 2–3 капли раствора, содержащего соли бария, добавьте 1–2 капли разбавленного раствора $H_2SO_4$ или сульфата щелочного металла. Образуется белый кристаллический осадок сульфата бария (написать уравнение реакции в молекулярном и ионном виде).

**Обнаружение $Cr^{3+}$-ионов**

К раствору $CrCl_3$ добавить несколько капель раствора едкого натрия. Серовато-зеленый осадок состоит из гидроокиси хрома. Прибавить избыток раствора щелочи. Осадок растворяется вследствие образования хромита натрия $NaCrO_2$. Какое свойство гидроксида хрома при этом проявляется? Написать уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

**Обнаружение $Fe^{3+}$-ионов**

1. *Реакция с $K_4[Fe(CN)_6]$*. Поместите в пробирку или на фарфоровую пластинку 1–2 капли раствора какой-либо соли железа (III), подкислите раствор 1–2 каплями соляной кислоты и прибавьте 2–3 капли раствора гексацианоферрата (II) калия. Выпадает темно-синий осадок берлинской лазури (напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде).

2. *Реакция с роданидом аммония*. Поместите в пробирку 2 капли раствора какой-либо соли железа (III), разбавьте 5 каплями дистиллированной воды и добавьте 3-5 капель $NH_4CNS$. При этом появляется кроваво-красное окрашивание. Составьте уравнения реакции и напишите его в ионном виде.

**Обнаружение $A1^{3+}$-ионов**

1. *Реакция с аммиаком*. Поместите в пробирку 2 мл раствора соли алюминия, прибавьте 1 мл раствора $NH_4OH$ и нагрейте. При этом выпадает белый осадок гидроксида алюминия.

С полученным осадком проделайте следующие реакции:

а) Прибавьте к части осадка несколько капель раствора NaOH и перемешайте – осадок растворился. Объясните это явление.

б) Прибавьте к части осадка несколько капель соляной кислоты – осадок растворяется.

Для всех реакций напишите уравнения в молекулярном и ионном виде.

2. *Реакция с ализариновым красным.* В пробирку к 1 мл раствора соли алюминия добавьте 2-3 капли раствора ализарина, несколько кристалликов кристаллического ацетата натрия до слабокислой среды и нагрейте. Выпадает красный хлопьевидный осадок.

**Обнаружение $Zn^{2+}$-ионов**

Поместите в пробирку 2–3 капли раствора соли цинка, прибавьте 3 капли раствора

$K_4[Fe(CN)_6]$ и нагрейте смесь до кипения. При этом образуется белый осадок:

$$3Zn^{2+} + 2K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow K_2Zn_3[Fe(CN)]_2 \downarrow + 6K^+.$$

**Обнаружение $Pb^{2+}$-ионов**

1. *Реакция с хроматом калия.* К 2-3 каплям раствора, содержащего ионы свинца добавить 2-3 капли уксусной кислоты, 2-3 капли раствора ацетата натрия и 2-3 капли хромата калия, образуется желтый осадок хромата свинца (напишите уравнение реакции и уравняйте его ионно-электронным методом).

2. *Реакция с иодидом калия.* В пробирке к 1 мл раствора, содержащего ионы свинца, прибавить 1 каплю раствора уксусной кислоты и 2-3 капли иодида калия. Нагреть раствор до кипения и охладить. Выпадает желтый осадок $PbI_2$ в виде красивых блестящих лепестков. Осадок иодида свинца легко растворяется при нагревании и вновь выпадает при охлаждении.

Написать уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Качественный анализ на анионы (дробный метод) »

Вырабатывается умение оформлять план мероприятий по охране окружающей среды

***Цель работы***: доказать наличие испытуемого аниона дробным ходом анализа, при помощи аналитических реакций, действием специфических реагентов.

***Лабораторная посуда и реактивы***: пробирки со штативом, часовые стекла или стеклянные пластинки, химические стаканы, спиртовка, капельницы или пипетки. Специфические реагенты, раствор азотной кислоты, аммиака, хлорида аммония, тиосульфата натрия, лед.

***Ход работы***. При определении каждого аниона указать:

- определяемый ион;
- специфический реагент;
- характерный признак.

Записать уравнение реакции в молекулярном и сокращенном ионном виде.

**Обнаружение $CO_3^{2-}$ -анионов**. К раствору $Na_2CO_3$ прибавить раствор нитрата серебра. Выпадает белый осадок. В другой пробирке к раствору $Na_2CO_3$ прибавить раствор хлорида бария, образуется белый осадок. В обе пробирки добавить азотной кислоты. Происходит растворение осадков. Какой газ выделяется? Написать все происходящие реакции в молекулярном и ионном виде.

**Обнаружение $PO_4^{3-}$ -анионов**

1. К 1 мл раствора, содержащего фосфат-ионы, прибавить 1 мл раствора магнезиальной смеси (раствор, содержащий $MgCl_2$, $NH_4C1$, $NH_3$) и перемешивают. Образуется белый осадок.
2. К раствору фосфата натрия прибавить раствор хлорида бария. Выпадает белый осадок. Испытать его растворимость в азотной кислоте.
3. Поместите в пробирку 8 капель раствора молибдата аммония и 8 капель концентрированной азотной кислоты. К смеси добавьте 2–3 капли раствора фосфата натрия, перемешайте стеклянной палочкой и слегка нагрейте до 40–50°С на водяной бане. В этих условиях образуется жёлтый кристаллический осадок 12-молибдофосфата аммония:

$$PO_4^{3-} + 3NH_4^+ + 12MoO_4^{2-} + 24H+ \rightarrow (NH_4)_3[P(Mo_3O_{10})_4]\downarrow + 12H_2O$$

**Обнаружение $CrO_4^{2-}$-ионов**. К раствору, содержащему хромат-ионы, например, хромат ка-

лия, добавить раствор нитрата серебра, при этом образуется осадок красно-коричневого цвета хромата серебра.

**Обнаружение $Cl^-$-анионов**. К раствору, содержащему ионы хлора, прибавить раствор нитрата серебра. Выпадает белый осадок. Испытать растворимость осадка в следующих соединениях: $NH_4OH$, $Na_2S_2O_3$, $HNO_3$.

**Обнаружение $NO_3^-$ -анионов.** На стеклянную пластинку помещают 2–3капли раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте и 1–2 капли раствора, содержащего нитрат-ионы. Появляется интенсивная синяя окраска.

**Обнаружение $CH_3COO^-$ -анионов.**
1. К 1 мл раствора, содержащего ацетат-ионы (pH = 7), прибавить 2–3 капли раствора хлорида железа (III) и нагреть на водяной бане. Появляется красно-бурая окраска раствора комплексного соединения $Fe_3(OH)_2(CH_3COO)_6$, которое при разбавлении водой и нагревании разрушается с образованием осадка основного ацетата $Fe_3O(CH_3COO)_6OH$.
2. К нескольким каплям раствора, содержащего ацетат-ионы, прибавить по 3–4 капли этанола, конц. $H_2SO_4$ и нагреть. Затем вылить содержимое пробирки в стакан с холодной водой. Появляется приятный запах уксусноэтилового эфира.

**Вопросы к защите лабораторных работ по теме « Качественный анализ»**

1. Что является объектом исследования в качественном анализе?
2. Каким путем можно провести качественный анализ?
3. Приведите примеры пирохимических приемов и когда и для чего они могут быть использованы?
4. Что можно определить анализом «мокрым путем» и как он осуществляется?
5. Какая реакция называется аналитической? Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Их чувствительность и селективность.
6. Требования к аналитическим реакциям?
7. Что понимается под дробным анализом, и в каких случаях его используют?
8. Что понимается под систематическим анализом и когда он применяется?
9. Что называют реагентом? Какие реагенты бывают?
10. Какие реагенты называют групповыми? Приведите примеры групповых реагентов, используемых в сульфидной классификации катионов.
11. Характерные признаки аналитических реакций.
12. Какие классификации катионов Вам известны?
13. По каким признакам и при помощи, каких реагентов классифицируются анионы?
14. Какие реакции называются специфическими, а какие селективными? Что такое маскирование ионов и для чего оно используется? Приведите примеры и напишите уравнения реакций.
15. Аналитические классификации катионов и их связь с Периодической системой Д.И.Менделеева. Объясните на примере сульфидной классификации.
16. Почему катионы открывают в предварительной пробе? Какие реакции используются для их обнаружения? Опишите методику удаления катионов аммония.
17. В чем особенность классификации анионов? Почему большинство анионов обнаруживают дробным методом? Приведите примеры.
18. Опишите основные операции и последовательность их выполнения при анализе сухого вещества или смеси веществ неизвестого состава.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Определение формулы кристаллогидрата»

Является элементом экологического контроля

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 49-50).

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Отделение железа от магния и его определение»

Является элементом экологического контроля

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 50-52).

**Вопросы к защите лабораторных работ по теме «Гравиметрический метод анализа»**

1. Как классифицируются методы количественного анализа?
2. Какие методы количественного анализа относятся к химическим?
3. Что такое гравиметрический анализ? Какой закон лежит в основе метода?
4. Какие методы используются в гравиметрии?
5. Какова последовательность действий при проведения гравиметрического анализа. Перечислите их.
6. Какая операция в гравиметрическом методе называется «осаждение»?
7. Требования к осаждаемой форме.
8. Каково основное условие выпадение осадка? Какие требования предъявляются к осадителю?
9. Какой объем осадителя требуется брать для анализа?
10. Как уменьшить растворимость осадка?
11. Какой из осадителей: серная кислота, сульфат натрия, сульфат аммония более пригоден для осаждения ионов бария из раствора в виде сульфата бария? Ответ обоснуйте.
12. Что называют формой осаждения? Что такое гравиметрическая форма? Совпадают ли эти формы? Если да, то приведите примеры, если нет, то тоже приведите примеры.
13. Какая структура осадка получается при быстром осаждении?
14. Какие условия необходимы для образования кристаллических осадков?
15. Каковы условия образования аморфных осадков?
16. Почему осадку после осаждения дают постоять?
17. Чем характеризуется процесс созревания осадка?
18. Фильтрования осадка – что это такое? Какие фильтры могут использоваться при этом.
19. Для чего нужно промывать осадок? Какие особенности надо учитывать при промывании осадка?
20. Как получают гравиметрическую форму?
21. Какие требования предъявляют к гравиметрической форме.
22. При расчетах в гравиметрии используют фактор пересчета (аналитический множитель). Напишите общую формулу его определения.

23. Какие расчеты проводят в этом методе анализа?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Приготовление растворов с заданной концентрацией»

Формируются умения применять методическую документацию для разработки программы производственного экологического контроля в организации

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 66-67).

**Вопросы к защите лабораторной работы по теме: «Титриметрический метод анализа»**

1. В чем сущность титриметрического метода анализа?
2. По какому принципу классифицируются методы титриметрического анализа?
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в объемном анализе.
4. Как выражают концентрацию растворов в титриметрическом методе анализа?
5. Что понимают под молярной концентрацией вещества, молярной концентрацией эквивалента, титром, титром по определяемому веществу?
6. Какой принцип лежит в основе всех вычислений в объемном анализе?
7. Как вычисляются молярные массы эквивалентов веществ в реакциях:
а) нейтрализации;
б) осаждения;
в) комплексообразования;
г) окисления-восстановления?
8. Какие растворы называют титрованными?
9. Как приготовить титрованный раствор?
10. В чем сущность процесса титрования?
11. Какие вещества называют установочными и какие требования к ним предъявляют?
12. Изложите сущность метода пипетирования и отдельных навесок.
13. Какие приемы титрования Вам известны?
14. Сущность прямого титрования. Примеры. Как рассчитать результат прямого титрования?
15. Сущность обратного титрования. Примеры. Как рассчитать результат обратного титрования?
16. Сущность метода замещения. Примеры. Как рассчитать результат титрования по данному методу?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Определение содержания щелочи и соды при совместном присутствии (кислотно-основное титрование)»

Формируются навыки устанавливать для организации соответствующую категорию по степени негативного воздействия на окружающую среду

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 68-70).

**Вопросы к защите лабораторной работы по теме: «Метод кислотно-основного титрования»**

1. Какая реакция является основной в методе кислотно-основного титрования?
2. Сформулируйте правило ионного произведения воды, напишите его математическое выражение.
3. Что такое водородный показатель?
4. Как рассчитать pH в разбавленных растворах:
а) сильных кислот;
б) сильных оснований;
в) слабых кислот;
г) слабых оснований?
5. Как рассчитать pH водных растворов, состоящих из:
а) сильной и слабой кислот;
б) сильного и слабого оснований;
в) слабой кислоты и ее соли;
г) слабого основания и его соли?
6. Приведите уравнения расчета pH для солей, гидролизующихся по:
а) катиону;
б) аниону;
в) по катиону и аниону.
7. Какие растворы называются буферными? Приведите примеры. Какими свойствами они обладают?
8. Что понимают под термином «индикатор»?
9. По какому принципу классифицируют индикаторы? Приведите примеры.
10. Какие кислотно-основные индикаторы Вам известны?
11. Что называется интервалом перехода окраски индикатора? В каких областях pH работают индикаторы: фенолфталеин, метиловый оранжевый, лакмус?
12. Как объясняет изменение окраски индикатора ионная теория?
13. В чем сущность ионно-хромофорной теории индикаторов?
14. Что такое точка эквивалентности?
15. Какое практическое значение имеют кривые титрования? Как они строятся? По какому принципу выбирают индикатор по кривой титрования?
16. Изобразите и проанализируйте кривые титрования:
а) сильной кислоты сильным основанием (и наоборот);
б) слабой кислоты сильным основанием;
в) слабого основания сильной кислотой.
17. Почему очень слабые кислоты и основания невозможно титровать кислотно-основным методом в водных растворах?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Определение окисляемости воды по методу Кубеля (метод окислительно-восстановительного титрования, обратное титрование)»

Формируются навыки оформления материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 70-72).

**Вопросы к защите лабораторной работы по теме: «Метод окислительно-восстановительного титрования»**

1. На чем основаны окислительно-восстановительные методы анализа? Их классификация.

2. Назовите соединения, наиболее часто используемые в аналитической практике в качестве восстановителей и окислителей.
3. Дайте краткую характеристику (основные уравнения реакций, титранты, индикаторы, области применения):
а) перманганатометрии;
б) иодометрии.
4. Что называется окислительно-восстановительным потенциалом?
5. От каких факторов зависит величина окислительно-восстановительного потенциала? Напишите уравнение Нернста и поясните значения всех входящих в него величин.
6. В каких случаях и как зависит величина потенциала от среды раствора?
7. Что такое нормальный (стандартный) окислительно-восстановительный потенциал?
8. Что принято в качестве условного нуля отсчета шкалы потенциалов?
9. Как рассчитать направление окислительно-восстановительной реакции и полноту ее протекания?
10. Объясните принцип действия редокс-индикаторов. Укажите наиболее распространенные окислительно-восстановительные индикаторы.
11. В чем сущность перманганатометрического метода анализа? Какие вещества используются для стандартизации раствора перманганата калия? Перечислите условия проведения титрования и обоснуйте возможность фиксирования конечной точки титрования без индикатора.
12. Чему равна молярная масса эквивалента перманганата калия при титровании в кислой, нейтральной или щелочной среде? Напишите соответствующие уравнения реакций. Почему определения предпочитают вести в кислой среде?
13. Как приготовить стандартный раствор перманганата калия? Какое вещество применяется при его стандартизации? Условия хранения полученного раствора?
14. В чем заключается сущность иодометрии?
15. Охарактеризуйте пару $I_2/2I^-$ в соответствии с ее положением в таблице стандартных электродных потенциалов и возможность применения ее в анализе.
16. Как проводится иодометрическое определение восстановителей и окислителей? Примеры. Какой индикатор применяют при этом?
17. Как приготовить стандартный раствор йода? Условия его хранения?
18. Как приготовить стандартный раствор тиосульфата натрия?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Определение жесткости воды (кислотно-основное и комплексонометрическое титрование)»

Формируются навыки оформления материалов по объемам выбросов, сбросов загрязняющих веществ и отчетной документации по природоохранной деятельности организации.

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 72-76).

**Вопросы к защите лабораторной работы по теме: «Комплексонометрическое титрование»**

1. Дайте общую характеристику методу комплексонометрического титрования.
2. Что понимают под словом «комплексон»? Какие комплексоны Вам известны?
3. Что такое комплексное соединение?
4. Какие факторы влияют на устойчивость комплексного соединения?
5. Какая величина характеризует устойчивость комплексного соединения? Объясните на примерах.

6. Что называется внутрикомплексным соединением? Приведите примеры.
7. Какие ионы можно определять комплексонометрическим титрованием?
8. Способы фиксирования точки эквивалентности в комплексонометрии.
9. Индикаторы метода комплексонометрического титрования. Примеры.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Фотоколориметрическое определение содержания ионов $Fe^{3+}$ при помощи ионов $SCN^{-}$»

Вырабатываются навыки выявления нормируемых параметров и характеристик при осуществлении производственного экологического контроля.

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 101-103).

**Вопросы к защите лабораторной работы по теме: «Спектральные методы анализа»**

1. Классификация оптических методов анализа, их краткие характеристики.
2. В чем сущность фотометрических методов анализа?
3. Дайте определение фотоколориметрии.
4. Что такое оптическая плотность, как ее можно рассчитать?
5. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера.
6. Что такое молярный коэффициент поглощения? От чего он зависит?
7. В чем заключается закон аддитивности? В каких случаях он выполняется?
8. Какие методы используются для количественного определения компонента в смеси веществ?
9. В чем заключается метод сравнения (стандартов)?
10. Охарактеризуйте метод молярного коэффициента поглощения.
11. Как определить концентрацию вещества методом градуировочного графика?
12. Опишите метод стандартных добавок.
13. В чем достоинства и недостатки физико-химических количественных методов анализа по сравнению с химическими методами?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Прямое потенциометрическое титрование. Определение pH растворов»

Отрабатывается умение выявлять нормируемые параметры и характеристики при осуществлении производственного экологического контроля

Методическое описание выполнение работы смотрите п.6.1.2.2 Ясько, С. В. Аналитическая химия : практикум / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., Иркутск : ИрГУПС, 2018. - 112с. (стр. 99-101).

**Вопросы к защите лабораторной работы**

1. Как рассчитать ионную силу раствора?
2. Что такое активность вещества, коэффициент активности?
3. Как зависит коэффициент активности от концентрации раствора? Приближения теории Дебая-Хюккеля.
4. Что такое предельная подвижность ионов? Как рассчитывается показатель pH, степень диссоциации и константа диссоциации слабого электролита?
5. Что такое удельная, молярная и эквивалентная электропроводность раствора? Как их мож-

но рассчитать для сильных и слабых электролитов?
6. В чем сущность метода кислотно-основного титрования?
7. Что такое индикатор? Как определить реакцию среды в растворе.
8. На чем основаны методы электрохимического анализа? Типы электродов.
9. В чем сущность метода кондуктометрического титрования? Как определить концентрацию вещества этим методом?
10. На чем основан метод потенциометрического титрования? Как определить точку эквивалентности и концентрацию вещества в растворе?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Определение железа (III) методом колоночной осадочной хроматографии»

Отрабатывается умение выявлять нормируемые параметры и характеристики при осуществлении производственного экологического контроля

Методическое описание работы расположены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

***Вопросы к защите лабораторной работы***
1. Кто основатель хроматографии и какой год считается годом основания этого метода разделения качественного и количественного анализа смеси веществ неорганической и органической природы?
2. Дайте определение хроматографии.
3. В чем преимущество хроматографических методов разделения по сравнению с другими методами?
4. По каким принципам классифицируются хроматографические методы анализа?
5. На чем основан метод ионообменной хроматографии?
6. Какие типы ионитов вы знаете?
7. В чем сущность регенерации ионитов и как она проводится?
8. Раскройте понятие «обменная емкость ионита».
9. Как получить водородную, гидроксильную и другие формы ионитов?
10. Какова методика концентрирования катионов из разбавленных растворов с использованием катионитов?
11. Какова методика: а) умягчения воды; б) деминерализации воды с использованием ионитов?

## 3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету
(для оценки знаний)

**Раздел 1.** «Основные понятия аналитической химии»
1. Что изучает аналитическая химия?
2. Какие два раздела включает в себя аналитическая химия и каковы задачи каждого из них?
3. Что называется анализом?
4. Классификация методов анализа по количеству исследуемого вещества.
5. Классификацию методов анализа по свойствам исследуемых вещества.
6. Основные стадии аналитических определений: выбор методики, взятие средней пробы, вскрытие пробы, измерения и определения, обработка результатов.
7. Метрологические характеристики методов анализа: погрешность, правильность, воспроизводимость, точность анализа.

**Раздел 2.** «Качественный анализ»
1. Объекты исследования в качественном анализе?
2. Способы осуществления качественного (сухой и мокрый путь)?

3. Пирохимические приемы (как осуществляются для каких целей применяются).
4. Что можно определить анализом «мокрым путем» и как он осуществляется?
5. Какая реакция называется аналитической?
6. Требования к аналитическим реакциям?
7. Что понимается под дробным анализом, и в каких случаях его используют?
8. Что понимается под систематическим анализом и когда он применяется?
9. Что понимают под реагентом?
10. Какие реагенты бывают?
11. Характерные признаки аналитических реакций.
12. Какие классификации катионов Вам известны?
13. По каким признакам и при помощи, каких реагентов классифицируются анионы?

**Раздел 3.** «Гравиметрия»
1. Дайте определение гравиметрическому методу анализа.
2. Перечислите основные достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа.
3. Требуемое оборудование для гравиметрических определений.
4. На чем основан метод выделения. Приведите примеры.
5. Охарактеризуйте прямой метод отгонки.
6. Дайте характеристику косвенному методу отгонки.
7. Сущность метода осаждения.
8. Формы осадков по методу осаждения.
9. Перечислите основные операции, которые необходимо выполнить для осуществления метода осаждения.
10. Что такое аликвота?
11. Что показывает гравиметрический фактор и как он определяется?
12. Расчет в гравиметрическом методе анализа?

**Раздел 4.** «Титриметрический метод анализа»
1. Какой метод анализа называется титриметрическим?
2. Как осуществляется процесс титрования?
3. Понятия – титрант.
4. Какой раствор называется рабочим?
5. Для чего применяются установочные вещества?
6. Что понимается под точкой эквивалентности, точкой конца титрования?
7. Как можно установить точку титрования?
8. Виды индикаторов.
9. Способы титрования: прямое титрование, обратное, заместительное.
10. Требования к реакциям в методе титриметрического анализа.
11. Способы выражения концентраций растворов.
12. Принцип эквивалентности.
13. Классификации методов титриметрического анализа?
14. Метод нейтрализации. Ацидиметрия. Алкалиметрия.
15. Как строится и что показывает кривая титрования?
16. Что такое скачок титрования?
17. Ионная и хромофорные теории кислотно-основных индикаторов.
18. Уравнение работы кислотно-основных индикаторов.
19. Метод оксидиметрии. Какая реакция лежит в основе? По какой величине ведется определение?
20. Окислительно-восстановительный потенциал. Как определяется и от чего зависит?
21. Фиксирование точки эквивалентности в оксидиметрии.
22. Кривые титрования в оксидиметрии.
23. Индикаторы метода. Примеры.
24. Перманганатометрия. Стандартные растворы. Индикатор. Что можно определять и при помощи, каких приемов?

25. Хроматометрия. Стандартные растворы. Индикатор. Что можно определять и при помощи, каких приемов?
26. Иодометрия. Стандартные растворы. Индикатор. Что можно определять и при помощи, каких приемов?
27. На какой реакции основано определение в методе комплексонометрии?
28. Названия и структурные формулы комплексонов, используемых в титриметрическом методе анализа?
29. Что можно определять методом комплексонометрии?
30. Как фиксируется точка эквивалентности в методе комплексонометрии?
31. Строение внутрикомплексной соли между катионами металлов и молекулами комплексонов.
32. Какой титриметрический метод носит название метода осаждения, что можно определять этим методом и какими приемами титрования?
33. Какой метод называется аргентометрией? Метод Гей-Люсака. Метод Мора. Метод Фольгарда. Метод Фаянса.
34. Метод меркуриметрии. Метод меркурометрии. В чем отличие. Индикаторы метода.

**Раздел 5.** «Инструментальные методы анализа»
1. Классификация оптических методов анализа (атомно-эмиссионные методы, атомно-абсорбционные методы, метод молекулярной абсорбционной спектроскопии, люминесцентный анализ, рефрактометрический анализ) их краткие характеристики.
2. Сущность фотометрических методов анализа и их возможности.
3. Классификацию фотометрических методов анализа в зависимости от степени монохроматизации используемых световых потоков.
4. Основной закон светопоглощения.
5. Методы количественного определения при помощи оптических методов.
6. Определение качественного состава оптическими методами.
7. Электрохимические методы анализа. Основные понятия. Классификация методов.
8. Потенциометрические методы. Ионометрия и потенциометрическое титрование.
9. Кулонометрия.
10. Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Современные разновидности вольтамперометрических методов.
11. Хроматографические методы анализа. Основные понятия. Классификация методов. Теоретические основы.
12. Газовая хроматография.
13. Жидкостная хроматография.
14. Распределительная хроматоргафия.
15. Количественные определения хроматографическими методами, на чем основаны.
16. Качественные определения хроматографическими методами.

### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к зачету
(для оценки умений)

1. Сложите следующие числа и округлите результат: 6,75 + 0,443 + 15,28.
2. Найдите разность следующих чисел и округлите результат: 9,4514 – 9,0012.
3. Сколько граммов $H_2SO_4$ реагирует с 10,0 мл 0,12 Н раствора $Ba(OH)_2$.
4. Сколько граммов щелочи следует взять для приготовления 700 мл 0,15 Н раствора?
1. Вычислите молярные массы эквивалентов ортофосфорной кислоты в реакциях нейтрализации:
   а) $H_3PO_4 + NaOH = NaH_2PO_4 + H_2O$;
   б) $H_3PO_4 + 2NaOH = Na_2HPO_4 + 2H_2O$;
   в) $H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O$.
2. Рассчитайте молярную массу эквивалентов дихромата калия в реакции его восстановления нитритом калия:

$K_2Cr_2O_7 + K_2NO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + KNO_3 + H_2O$.

7. В 1 л раствора содержится 2,5608 г уксусной кислоты. Вычислите концентрацию ионов $H^+$ и степень диссоциации кислоты ($K_a$ ($CH_3COOH$) = $1,8 \cdot 10^{-5}$ при 25°С).
8. Вычислите ионную силу а) 0,03 М раствора $BaCl_2$; б) 0,01 м раствора HCl; в) смеси растворов 0,1М HCl и 0,2 М $CaCl_2$.
9. Вычислите pH буферных смесей, содержащих: а) 0,01 М $CH_3COOH$ и 0,01 М $CH_3COOK$ б) 0,01 М $CH_3COOH$ и 0,05 М $CH_3COOK$ в) 0,5 М $CH_3COOH$ и 0,01 М $CH_3COOK$.
10. Рассчитайте реальный ОВ-потенциал электрода, опущенного враствор, в котором активности ионов $MnO_4^-$ и $Mn^{2+}$ одинаковы, а pH 1. При T = 298 К стандартный ОВ-потенциал редокс-пары $MnO_4^-$, $H^+$/ $Mn^{2+}$ равен 1,51 В.
11. Рассчитайте констаенту равновесия реакции:

$Sn^{2+} + 2Ce^{4+} = Sn^{4+} + 2Ce^{3+}$,

Протекающей в водном растворе при T =298 К. Стандартные ОИ потенциалы редок-пар $Ce^{4+}/Ce^{3+}$ и $Sn^{4+}$/ $Sn^{2+}$ при T = 298 К соответственно равны 1,77 и 0,15.

### 3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Произведение растворимости при 25°С $PbSO_4$, $MgCO_3$, $BaCrO_4$, $Zn(OH)_2$ составляют:

   ПР ($PbSO_4$) = $1,8 \cdot 10^{-8}$; ПР ($MgCO_3$) = $1,0 \cdot 10^{-5}$;

   ПР ($BaCrO_4$) = $2,4 \cdot 10^{-10}$; ПР ($Zn(OH)_2$) = $1,0 \cdot 10^{-17}$.
2. Определите концентрацию ионов: а) $Pb^{2+}$, б) $Mg^{2+}$, в) $Ba^{2+}$, г) $Zn^{2+}$ граммах на литр насыщенного раствора каждого из перечисленных соединений.
3. Из 200 г 10%-ного раствора серной кислоты удалили выпариванием 50 г воды. Чему равна массовая доля скрной кислоты в оставшемся растворе.
4. Рассчитайте степень гидролиза $\alpha$, и значение pH водного раствора нитрата аммония, содержащего $8,0 \cdot 10^{-3}$ г/мл этой соли. Константа основности аммиака $K_в$ = $1,76 \cdot 10^{-5}$; pK = 4,76.
5. Из 6,227 г буры приготовлено 250 мл раствора. 25,00 мл этого раствора реагируют с 24,17 мл раствора HCl. Рассчитайте нормальную концентрацию растворов: а) буры; б) HCl.
6. К 20 мл 0,1 Н раствора HCl прибавили: а) 24,95 мл; б) 25,05 мл 0,1 Н раствора NaOH. Чему равен pH раствора в обоих случаях.
7. Навеску в 0,2138 г руды растворили в соляной кислоте; содержащееся в пробе железо восстановили до $Fe^{2+}$ и затем оттитровали 0,1117 Н раствором $KMnO_4$, которого потребовалось 17,2 мл. Найдите массовую долю (%) железа в руде.
8. Азотнокислый раствор нитрата серебра объемом 20 мл оттитровали стандартным 0,05 Н раствором тиоцианата аммония $NH_4SCN$ в присутствии индикатора (железоаммонийных квасцов) до появления розовой окраски раствора. На титрование израсходовано 21,45 мл титранта. Рассчитайте молярную концентрацию, титр и массу серебра(I) в анализируемом растворе.
9. К навеске известняка массой 0,1500 г, содержащего кроме карбоната кальция примеси, нереагирующие с кислотой, прибавлено 10.00 л 0,2600 мл раствора гидроксида натрия, 1 мл которого эквивалентен 0,975 мл раствора хлороводородной кислоты. Вычислите массовую долю оксида кальция в известняке.
10. Вычислите значение окислительно-восстановительного потенциала раствора сульфата железа (II), оттитрованного раствором перманганата калия (pH = 0) на 80% и с избытком в 2%.

## 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

| Наименование оценочного средства | Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения |
|---|---|
| Разноуровневая задача (задание) | Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий |
| Тестирование (компьютерные технологии) | Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста |
| Лабораторная работа | Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено.<br>Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы.<br>Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия |

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

| Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля | Шкала оценивания |
|---|---|
| Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю | «зачтено» |
| Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю | «не зачтено» |

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.