

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.15.2021 08:38:30

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576551a8999b1f190892af53989420420336ffbf573a434657189



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

Декан естественно-географического  
Факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

И.А. Трофимцова  
«28» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки  
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Профиль  
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 7 от «14» апреля 2021 г.)**

**Благовещенск 2021**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) .....</b>	<b>5</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>9</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>11</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>26</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>26</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>26</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>29</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** получение студентами основ теоретических знаний по ключевым разделам аналитической химии и приобретение навыков выполнения лабораторных работ, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

**1.2 Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 (Б1.О.14).

Успешное освоение дисциплины «Аналитическая химия» студентами опирается на знания, умения и готовности, сформированные в ходе изучения таких дисциплин, как физика, основы общей химии.

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** ОПК-1, ОПК-3:

- **ОПК-1.** Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования, **индикаторами** достижения которой являются:

- ОПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию физики, математики, химии, биологии, географии;
- ОПК-1.2. Владеет общенациональной терминологией; использует фундаментальные понятия наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов в своей профессиональной деятельности;
- ОПК-1.3. Применяет методы наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов для интерпретации полученных результатов.

- **ОПК-3.** Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности, **индикаторами** достижения которой являются:

- ОПК-3.1. Способен выбирать и использовать базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач;
- ОПК-3.2. Понимает роль и место геохимических и геофизических методов исследования в экологии и природопользовании, владеет основами интерпретации материалов ГИС.

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

**- знать:**

- особенности химической формы организации материи;
- классификацию катионов и анионов на аналитические группы;
- качественные химические реакции катионов и анионов;
- кислотно-основную систему анализа веществ;
- теоретические основы химических методов анализа и исследования химических веществ;
- основные методы получения и исследования веществ;
- сущность инструментальных методов анализа.

**- уметь:**

- готовить и стандартизировать растворы;
- получать и исследовать химические вещества;
- интерпретировать полученные при проведении анализа данные;
- проводить статистическую обработку полученных в результате анализа данных;

**- владеть:**

- навыками проведения химического анализа.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Аналитическая химия»** составляет 5 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (180 часов).

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

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 4
Общая трудоемкость	180	180
Аудиторные занятия	86	86
Лекции	44	44
Лабораторные работы	42	42
Самостоятельная работа	58	58
Вид итогового контроля:	36	экзамен

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

#### Учебно-тематический план (очная форма обучения)

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1	<b>Предмет, задачи и методы качественного анализа</b>	18	2	8	8
1.1	Предмет, задачи и методы качественного анализа	16	2	8	6
1.2	История развития аналитической химии	2	-	-	2
2	<b>Метрологические основы химического анализа</b>	4	2	-	2
3	<b>Теория и практика пробоотбора</b>	4	2	-	2
4	<b>Методы разделения и концентрирования веществ</b>	4	2	-	2
5	<b>Гравиметрический метод анализа</b>	22	4	8	10
6	<b>Титриметрический метод анализа</b>	49	12	16	21
6.1	Титриметрический метод анализа	5	4	-	1
6.2	Методы кислотно-основного титрования	11	2	4	5
6.3	Методы осадительного титрования	11	2	4	5
6.4	Методы комплексометрического титрования	11	2	4	5
6.5	Методы окислительно-восстановительного титрования	11	2	4	5
7	<b>Инструментальные методы анализа</b>	43	20	10	13
7.1	Электрохимические методы анализа	11	6	2	3
7.2	Спектральные методы анализа	17	8	4	5
7.3	Хроматографические методы анализа	15	6	4	5
		Экзамен	36		
<b>ИТОГО</b>		<b>180</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>58</b>

#### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов

1	Хроматографические методы	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Адсорбция»	2
2	Жидкостная хроматография	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Видеоурок»	2
3	Газовая хроматография	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Газовая хроматография. Видеоурок»	2
4	Электрохимические методы	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Инверсионная вольт-амперометрия»	2
5	Спектроскопические методы	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Операция Гелий. Открытие спектрального анализа»	2
6	Методы рентгеноструктурного анализа	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Методы рентгеноструктурного анализа»	2
7	ИК-спектроскопия	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Визуализация инфракрасного излучения»	2
8	Люминесцентный анализ	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного фильма «Люминесценция»	2
9	ЯМР спектроскопия	ЛК	Просмотр и обсуждение фильма «Спектроскопия Ядерного Магнитного Резонанса (ЯМР). Видеоурок»	2
	<b>Всего</b>			<b>18 (20%)</b>

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### Предмет, задачи и методы качественного анализа

Предмет задачи и методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Основные этапы развития аналитической химии. Работы М.В. Ломоносова, Н.А. Меншуткина, А.Б. Бутлерова, Д.И. Менделеева, Н.С. Курнакова, Л.А. Чугаева. Методологические основы аналитической химии. Место аналитической химии среди других наук.

Классификация методов анализа по следующим признакам: а) по агрегатному состоянию анализируемого объекта и продукта реакции; б) по количеству используемого вещества; в) по технике выполнения и измерения результатов анализа.

Классификация реактивов по чистоте. Стандарты ГОСТ, ТУ.

Роль аналитической химии в развитии промышленности, сельского хозяйства, в медицине, научных исследованиях, охране окружающей среды, мониторинге.

Значение аналитической химии для других наук, роль ее в профессиональной подготовке учителя химии и биологии. Примеры применения различных методов анализа в проведении исследовательских работ студентов по оценке состояния атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов.

Чувствительность аналитических реакций, способы ее выражения. Открываемый минимум и предельное разбавление. Условия обнаружения неорганических ионов.

Избирательность и специфичность реакций. Групповые и частные реакции. Дробный и систематический методы анализа. Групповой реагент.

Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотно-основная. Ограничность любой классификации катионов по

группам.

Кислотно-щелочная система качественного анализа. Соотношение между классификацией катионов в анализе и периодической системой Д.И. Менделеева.

Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.

### **Метрологические основы аналитической химии**

Единицы количества вещества и способы выражения концентраций. Выбор метода анализа. Содержание компонента. Избирательность метода. Точность анализа. Экспрессивность метода. Стоимость анализа. Автоматизация анализа.

Аналитический сигнал. Измерение. Погрешности химического анализа. Обработка результатов измерений. Систематические погрешности. Случайные погрешности.

Предел обнаружения. Диапазон определяемых содержаний. Значащие цифры и правила округления.

### **Отбор и подготовка пробы к анализу**

Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородного и неоднородного вещества). Масса пробы Растворение пробы (в воде, в водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или ее сплавление с солями.

### **Методы разделения и концентрирования веществ**

Разделение. Концентрирование. Классификация методов разделения и концентрирования. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение.

Экстракция. Условия экстракции вещества. Основные законы и количественные характеристики. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующих соединений. Применение экстракции в аналитике. Принцип метода жидкостной экстракции. Экстракционное равновесие. Влияние различных факторов на процессы экстракции. Классификация экстракционных систем

### **Гравиметрический (весовой) метод анализа**

Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Механизм образования твердой фазы. Осадки кристаллические и аморфные. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Количество осадителя. Влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, pH и природы растворителя на растворимость осадка. Условия осаждения и получения гравиметрической формы. Адсорбция и окклюзия. Расчеты в гравиметрическом анализе.

### **Титриметрические (объемные) методы анализа**

Сущность титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизованные растворы. Измерительная посуда и ее проверка. Вычисления в титриметрическом анализе.

### **Методы кислотно-основного титрования**

Ацидиметрия и алкалиметрия. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Кривые титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот); слабого основания сильной кислотой (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот). Расчет кривых титрования.

Индикаторы в кислотно-основном титровании. Теория индикаторов, интервал перехода индикатора. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки титрования.

Расчеты в методах кислотно-основного титрования. Примеры использования данного метода. Титрование в неводных средах.

### **Окислительно-восстановительное титрование**

Основы методов окисления-восстановления. Использование окислительно-

восстановительных реакций в качественном анализе Классификация методов окисления-восстановления. Редокс-потенциалы и направление протекания реакций. Константы окисительно-восстановительных реакций и их связь с нормальными потенциалами.

Факторы, определяющие скорость реакций окисления восстановления. Расчеты в методах редоксиметрии.

Кривые титрования в методах редоксиметрии. Фиксирование точки эквивалентности. Редокс-индикаторы.

### **Осадительное титрование**

Характеристика и классификация методов осаждения. Реакции, лежащие в основе методов осаждения. Сходство и отличие методов осаждения от гравиметрического анализа. Кривые титрования в методах осаждения и их анализ. Факторы, влияющие на ход кривой титрования. Выбор индикаторов. Прямое и обратное титрование. Расчеты в методах осаждения, области применения.

### **Комплексиметрическое титрование**

Сущность метода. Требования к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов и их применение. Теоретические основы комплексонометрии. Комплексоны. Константы устойчивости комплексных соединений. Условные константы устойчивости. Кривые титрования в комплексонометрии. Примеры комплексонометрического титрования.

### **Электрохимические методы анализа**

Общие понятия. Классификация электрохимических методов. Методы без наложения и с наложением внешнего потенциала: прямые и косвенные электрохимические методы.

Кондуктометрия. Электрическая проводимость растворов. Схема установки для кондуктометрического титрования. Практическое применение.

Потенциометрия. Электродный потенциал. Кранение Нерста. Индикаторные электроды. Электроды сранения. Потенциометрическое титрование. Схема установки для потенциометрического титрования. Практическое применение.

Вольтамперометрия. Схема полярографической установки. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Основные типы реакций амперометрического титрования. Практическое применение.

### **Спектральные методы анализа**

Эмиссионный спектральный анализ. Основные характеристики электромагнитного излучения. Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Спектральные термы. Основные узлы спектральных приборов.

Абсорбционная спектроскопия. Законы Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Оптическая плотность раствора. Визуальные и фотоэлектроколориметрические методы анализа. Спектрофотометрический метод анализа. Построение калибровочного графика. Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры. Применение колориметрии и спектрофотометрии.

Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Теоретические основы метода. Практическое применение.

Люминесцентный спектральный анализ. Спектры люминесценции. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Схема прибора для люминесценции. Качественный и количественный анализ. Практическое применение.

Рентгеноспектральные методы анализа. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Практическое применение.

### **Хроматографические методы анализа**

Сущность хроматографии. Классификация хроматографических методов по различным признакам: а) агрегатному состоянию фаз; б) природе элементарного акта; в) способу относительного перемещения фаз; г) используемой аппаратуре; д) цели процесса. Теоретические основы хроматографии. Хроматографический пик и элюционные характеристики.

Ионнообменная хроматография. Сущность метода. Иониты. Ионнобменное равновесие. Методы ионнобменной хроматографии. Применение ионнобменной хроматографии.

Газовая (газожидкостная и газоадсорбционная) хроматография. Сущность метода. Хроматографические колонки и детекторы. Параметры удерживания. Параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок). Влияние температуры на разделение. Практика метода. Особенности проведения хроматографирования.

Жидкостная хроматография. Сущность метода. Основные узлы приборов жидкостной хроматографии. Детекторы. Применение.

Тонкослойная хроматография. Основные характеристики ТСХ.

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

Рабочая программа призвана помочь студентам естественно-географического факультета в организации самостоятельной работы по освоению курса аналитической химии. Аналитическая химия является фундаментальной химической наукой, занимающей видное место в ряду других химических дисциплин. Вместе с тем аналитическая химия теснейшим образом связана с повседневной практикой, поскольку без данных анализа о содержании в сырье или конечном продукте основных компонентов и примесей невозможно грамотное проведение технологического процесса в металлургической, химической, фармацевтической и других отраслях промышленности. Данные химического анализа требуются при решении экологических, экономических и многих других важных вопросов.

Успешное освоение дисциплины предлагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия. Кроме того, в лекционном курсе по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

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

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы)</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
1.	<b>Предмет, задачи и методы качественного анализа</b>	Изучение литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	2
2	<b>Метрологические основы химического анализа</b>	Изучение литературы Подготовка конспекта	2
3	<b>Теория и практика пробоотбора</b>	Изучение литературы Подготовка конспекта	2
4	<b>Методы разделения и концентрирования веществ</b>	Изучение литературы Подготовка конспекта	2
5	<b>Гравиметрический метод</b>	Изучение литературы	10

	<b>анализа</b>	Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	
6	<b>Титриметрический метод анализа</b>	Изучение литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	21
7	<b>Инструментальные методы анализа</b>	Изучение литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	13
Всего			58

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### План лабораторных работ по дисциплине «Аналитическая химия»

№	Тема	Литература	Вид работы	Кол-во часов
1	Частные реакции и ход анализа катионов первой и второй аналитических групп.	Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 5-е изд. – М.: Высш. шк., 2010. – 615 с.	Лабораторная работа	4
2	Контрольная задача на анализ смеси катионов второй группы.	Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 5-е изд. – М.: Высш. шк., 2010. – 615 с.	Лабораторная работа	4
3	Определение содержание кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
4	Определение сульфат-ионов.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
5	Приготовление и стандартизация раствора хлорово-	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный	Лабораторная работа	4

	дородной кислоты. Определение содержания соды и щелочи при их совместном присутствии.	практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.		
6	Аргентометрия. Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
7	Комплексонометрия. Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. Определение кальция и магния при их совместном присутствии.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
8	Перманганатометрия. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия. Определение нитрит-ионов.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
9	Кондуктометрическое титрование смеси кислот.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	2
10	Фотоколометрическое определение ионов железа в технической серной кислоте.	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.	Лабораторная работа	4
11	Определение меди в разбавленных растворах после предварительного концен-	Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для	Лабораторная работа	4

	тирования.	вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с.		
<b>Всего: 42 часа</b>				

### **Правила техники безопасности**

1. Студент допускается к работе в лаборатории только после инструктажа по технике безопасности, что подтверждается росписью студента и лица, проводившего инструктаж, в специальном журнале.
2. Все студенты, прошедшие инструктаж, должны строго придерживаться правил техники безопасности. За несоблюдение правил установлена ответственность в административном или судебном порядке.
3. Работа студента в лаборатории разрешается в часы, отведенные по расписанию, а также в дополнительное время, согласованное с преподавателем, под наблюдением преподавателя или лаборанта.
4. Запрещается принимать пищу в лаборатории, пробовать на вкус химические вещества, оставлять какие-либо реактивы в посуде без соответствующей надписи.
5. Все растворы, не подлежащие сливу в канализацию (органические растворители, соли ртути и серебра, легковоспламеняющиеся жидкости, концентрированные кислоты и щелочи и т. д.), следует выливать в особые банки для слива, получив указание лаборанта.
6. Концентрированные кислоты и щелочи, сильнодействующие реактивы (бром и др.) надо хранить в вытяжном шкафу под тягой на подносе и не выносить их оттуда.
7. При всех работах с едкими веществами (кислоты, щелочи и др.) необходимо соблюдать максимальную осторожность, имея в виду, что несчастные случаи всегда происходят в результате неосведомленности, невнимательности или небрежности работающего.
8. Беря вещество для опыта, следует внимательно прочитать этикетку и проверить содержимое по качественным признакам (цвет, запах, консистенция и др.).
9. При попадании едкого вещества на стол или на пол следует это место сразу же засыпать песком, затем песок собрать и вынести из помещения. Облитое кислотой место промыть раствором соды.
10. Реакции, которые могут сопровождаться сильным разогревом (растворение кислот, щелочей), следует проводить только в посуде из химического стекла, а не в толстостенной посуде. При этом реакционный сосуд помещают в кристаллизатор.
11. Засасывать едкие жидкости в пипетку необходимо только с помощью груши или пневмонасоса, а не ртом.
12. Нагревать растворы на плитке следует только в посуде из химического стекла без пробки. При этом посуда должна быть сухой снаружи. Брать нагретые предметы необходимо с помощью полотенца или специальных напальчников.

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

### **6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Оценочное средство</b>	<b>Показатели оценивания</b>	<b>Критерии оценивания сформированности компетенций</b>
ОПК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами)

		ствами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
	Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
	Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
	Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
	Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
	Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
	Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
Тест	Низкий – неудовлетворительно	количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
	Пороговый – удовлетворительно	количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %

Учебные задачи	Базовый – хорошо	количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
	Высокий – отлично	количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
	Пороговый – удовлетворительно	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
	Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
	Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты

## 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

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

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

### Критерии оценивания устного ответа на экзамене

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

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

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

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

- 1.в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- 2.допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
- 3.допущены ошибки или более двух недочетов при освещении второстепенных во-

просов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

4. в расчетной задаче допущена ошибка.

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

1.неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

2.имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3.при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

4. решение расчетной задачи вызывает затруднения.

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

1.не раскрыто основное содержание учебного материала;

2.обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

3.допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4.не сформированы компетенции, умения и навыки.

5. расчетная задача не решена.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

#### **Требования к форме отчета по лабораторной работе**

Каждый студент должен вести лабораторный журнал. Все записи должны быть четкими и аккуратными. В журнале записывают схему проведения анализа, результаты работы и уравнения химических реакций.

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок приборов, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

#### **Примерные варианты контрольных работ**

##### **Контрольная работа по аналитической химии №1**

*«Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа»*

##### **ВАРИАНТ № 1**

1. Предельное разбавление ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе равно 50000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов  $\text{Ca}^{2+}$  действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум.

2. Рассчитать pH и pOH раствора, содержащего в 0,5 л 30 г уксусной кислоты и 41 г ацетата натрия.

3. Вычислить ионную силу и активность иона хрома в растворе, 1 л которого содержит 0,0012 моль соли натрий – хромсульфата  $\text{NaCr}(\text{SO}_4)_2$ .

4. Определить pH 0,2 M раствора серной кислоты.

5. Вычислить степень и константу ионизации 1,028 M водного раствора гидроксида аммония. Концентрация ионов гидроксида в нем равна 0,00425 моль/л.

##### **Контрольная работа по аналитической химии №2**

*«Закон действия масс и гетерогенные процессы»*

##### **ВАРИАНТ 1**

1. В 2 л насыщенного раствора бромида серебра содержится  $1,76 \cdot 10^{-6}$  г соли. Вычислите произведение растворимости бромида серебра.

2. Произведение растворимости цианаида серебра  $2,3 \cdot 10^{-16}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях и граммах на литр.

3. Растворимость сульфита кальция в 100 г воды при 20<sup>0</sup>C равна 4,3·10<sup>-3</sup> г. Вычислите произведение растворимости нитрата серебра: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.

4. Вычислите, во сколько раз молярная растворимость сульфата бария в чистой воде превышает растворимость этой соли в 0,05 М растворе сульфата натрия.  $K_s(\text{BaSO}_4)=1,1 \cdot 10^{-10}$ .

5. Вычислите, во сколько раз растворимость хлорида серебра в чистой воде меньше растворимости его в 0,01 М растворе нитрата натрия.  $K_s(\text{AgCl})=1,78 \cdot 10^{-10}$ .

### **Контрольная работа по аналитической химии №3**

#### **«Гравиметрический анализ»**

##### **ВАРИАНТ 1**

1. Сколько миллилитров 1 М раствора серной кислоты надо взять согласно уравнению реакции для осаждения свинца из раствора, содержащего 0,5 г нитрата свинца?
2. Сколько граммов BaSO<sub>4</sub> перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл дистиллированной воды?
3. При анализе состава технического сульфата натрия было найдено: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 87,56 %; NaCl - 1,14 %; H<sub>2</sub>O - 11,30 % Пересчитать результаты анализа на абсолютно сухое вещество.
4. Сколько граммов BaSO<sub>4</sub> перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл жидкости, содержащей 10<sup>-3</sup> моль серной кислоты?
5. Сколько граммов BaSO<sub>4</sub> перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл дистиллированной воды?

### **Контрольная работа по аналитической химии №4**

#### **«Титриметрический анализ»**

##### **ВАРИАНТ 1**

1. Требуется приготовить 1 л 0,2 н раствора гидроксида натрия из концентрированного раствора, имеющего плотность 1,410 г/см. Какой объем последнего следует взять?
2. Сколько было взято граммов карбоната кальция, если после обработки навески его 50,00 мл 0,2 н раствора хлороводородной кислоты на титрование остатка израсходовано 10,00 мл раствора гидроксида натрия 0,1 н.
3. Какова нормальность раствора карбоната натрия, если на полное титрование 30 мл его израсходовано 15,00 мл раствора хлороводородной кислоты, имеющей титр 0,003647 г/мл?
4. Чему равен титр раствора хлороводородной кислоты и его титр по серебру, если при прибавлении к 20,00 мл этого раствора избытка раствора серебра получено 0,2868 г хлорида серебра?
5. Найти титр раствора хлорида натрия, если навеску 3,2816 г растворили в мерной колбе на 1000 мл и раствор довели до метки.

### **Примеры тестовых заданий**

#### **«Количественный анализ»**

##### **Тест №1 (всего 10 вариантов)**

##### **Задание 1 (выберите один вариант ответа)**

Как подразделяются методы количественного анализа?

- 1) Химические; 2) физические; 3) физико-химические; 4) методы, указанные в пунктах 1 и 3; 5) методы, указанные в пунктах 1, 2, 3.

##### **Задание 2 (выберите один вариант ответа)**

В чем сущность гравиметрического анализа?

- 1) В точном измерении массы определяемого вещества и его компонента, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соответствующих соединений; 2) в точном

измерении объемов веществ; 3) в точном измерении массы веществ и объемов содержащих их растворов.

**Задание 3 (выберите один вариант ответа)**

Какие требования предъявляются к осадителю?

1) Осадитель должен быть летучим; 2) осадитель должен быть, специфичным; 3) осадитель должен образовывать наименее растворимый осадок; 4) осадитель должен образовывать крупнокристаллический осадок; 5) все вышеперечисленные требования; 6) требования, перечисленные в пунктах 2 и 3.

**Задание 4 (выберите один вариант ответа)**

Какие условия необходимы для образования кристаллических осадков?

1) Медленное осаждение из горячих разбавленных растворов; 2) быстрое осаждение из горячих разбавленных растворов; 3) медленное осаждение из холодных разбавленных растворов; 4) быстрое осаждение из горячих концентрированных растворов.

**Задание 5 (выберите один вариант ответа)**

Как называются вещества, которые способны при кристаллизации образовывать совместную кристаллическую решетку, при этом получаются смешанные кристаллы?

1) Изоморфными; 2) окклюдированными; 3) адсорбентами.

**Задание 6 (выберите один вариант ответа)**

Какие процессы происходят при промывании осадка?

1) Десорбция примесей; 2) адсорбция примесей; 3) соосаждение примесей.

**Задание 7 (выберите один вариант ответа)**

На чем основан титриметрический метод анализа?

1) На точном измерении объемов реагирующих веществ; 2) на точном измерении массы веществ, вступивших в реакцию; 3) на точном измерении массы и объемов реагирующих веществ.

**Задание 8 (выберите один вариант ответа)**

Как называются вещества, удовлетворяющие следующим требованиям: являющиеся химически чистыми, соответствующие химической формуле, устойчивые при хранении в твердом состоянии и в растворе?

1) Фиксаналами; 2) стандартизованными; 3) исходными; 4) титрантами.

**Задание 9 (выберите один вариант ответа)**

Какие существуют теории pH-индикаторов?

1) Ионная; 2) хромофорная; 3) ионно-хромофорная; 4) ответ дан в пунктах 1, 2, 3; 5) координационно-ионная, хино-фенолятная; 6) ответы даны в пунктах 1-5.

**Задание 10 (выберите один вариант ответа)**

Как называется метод анализа, в котором рабочим раствором является кислота?

1) Алкалиметрия; 2) ацидиметрия; 3) редоксиметрия; 4) комплексонометрия.

**Задание 11 (выберите один вариант ответа)**

Какие реакции лежат в основе методов редоксиметрии?

1) Реакции нейтрализации; 2) реакции осаждения; 3) реакции комплексообразования; 4) реакции окисления-восстановления.

**Задание 12 (выберите один вариант ответа)**

Какую величину можно рассчитать по формуле

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \cdot \lg \frac{C_{\text{окисл}}}{C_{\text{восст}}}$$

- 1) Реальный редокс-потенциал; 2) стандартный редокс-потенциал; 3) ЭДС реакции; 4) область перехода редокс-индикатора.

**Задание 13 (выберите один вариант ответа)**

Каким требованиям должны отвечать реакции, применяемые в методе осаждения?

- 1) Осадок должен быть практически нерастворимым и быстро выпадать; 2) точка эквивалентности должна легко фиксироваться индикаторами; 3) титрование не должноискажаться явлением адсорбции посторонних веществ; 4) ответ дан в пунктах 1, 2, 3; 5) Ответ дан в пунктах 1 и 2.

**Задание 14 (выберите один вариант ответа)**

На чем основано фиксирование точки эквивалентности по способу Фаянса?

- 1) На дробном осаждении; 2) на использовании адсорбционных индикаторов; 3) на равном помутнении раствора двух сравниваемых проб.

**Задание 15 (выберите один вариант ответа)**

Какой метод основан на реакциях, при которых определяемые ионы образуют комплексные соединения с некоторыми органическими реагентами?

- 1) Комплексонометрия; 2) метод осаждения; 3) редоксиметрия; 4) гравиметрия.

### **Тема «Гравиметрический анализ»**

#### **Тест №1(всего 10 вариантов)**

**Задание 1 (выберите один вариант ответа)**

Как подразделяются методы количественного анализа?

- 1) Химические; 2) физические; 3) физико-химические; 4) методы, указанные в пунктах 1 и 3; 5) методы, указанные в пунктах 1, 2, 3.

**Задание 2 (выберите один вариант ответа)**

В чем сущность гравиметрического анализа?

- 1) В точном измерении массы определяемого вещества и его компонента, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соответствующих соединений; 2) в точном измерении объемов веществ; 3) в точном измерении массы веществ и объемов содержащих их растворов.

**Задание 3 (выберите один вариант ответа)**

Какие требования предъявляются к осадителю?

- 1) Осадитель должен быть летучим; 2) осадитель должен быть, специфичным; 3) осадитель должен образовывать наименее растворимый осадок; 4) осадитель должен образовывать крупнокристаллический осадок; 5) все вышеперечисленные требования; 6) требования, перечисленные в пунктах 2 и 3.

**Задание 4 (выберите один вариант ответа)**

Какие условия необходимы для образования кристаллических осадков?

- 1) Медленное осаждение из горячих разбавленных растворов; 2) быстрое осаждение из горячих разбавленных растворов; 3) медленное осаждение из холодных разбавленных растворов; 4) быстрое осаждение из горячих концентрированных растворов.

**Задание 5 (выберите один вариант ответа)**

Как называются вещества, которые способны при кристаллизации образовывать совмест-

ную кристаллическую решетку, при этом получаются смешанные кристаллы?

- 1) Изоморфными;
- 2) окклюдированными;
- 3) адсорбентами.

*Задание 6 (выберите один вариант ответа)*

Какие процессы происходят при промывании осадка?

- 1) Десорбция примесей;
- 2) адсорбция примесей;
- 3) соосаждение примесей.

### «Качественный анализ»

#### Вариант 1 (всего 5 вариантов)

##### I. Тестовые пункты с одним правильным ответом

*Инструкция.* Из следующих за утверждением ответов выберите один правильный.

**Вопрос 1.** Произведение растворимости – это

- A. произведение молярных концентраций ионов малорастворимого сильного электролита в его растворе
- B. произведение молярных концентраций ионов малорастворимого электролита при 298 К
- C. Произведение молярных концентраций ионов малорастворимого сильного электролита в растворе при определенной температуре
- D. произведение активностей ионов малорастворимого сильного электролита в насыщенном растворе

**Вопрос 2.** Наиболее характерна для катиона ртути (I) реакция:

- A. образования хромата
- B. образования сульфата
- C. Восстановление хлоридом олова (II)
- D. образование хлорида
- E. образование сульфида

Напишите уравнение соответствующей реакции.

##### II. Задания на установление соответствия

*Инструкция.* Установите соответствие. Каждый ответ может быть использован один раз, несколько раз или не использован совсем.

**Вопрос 3.**

Осадок	Цвет осадка
1. $\text{Na}_2\text{K}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	A. белый
2. $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$	B. желтый
3. $[\text{OHg}_2\text{NH}_2]\text{NO}_3$	C. красный
4. $\text{AgI}$	D. красно-бурый
5. $\text{Hg}_2\text{O}$	E. черный
	F. зеленый

**Вопрос 4.**

Катионы	Реагент для обнаружения
1. $\text{Ca}^{2+}$	A. $\text{H}_2\text{SO}_4$
2. $\text{Ba}^{2+}$	B. $\text{Cu}^{2+}$
3. $\text{Hg}_2^{2+}$	C. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
4. $\text{Pb}^{2+}$	D. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
	E. $\text{NaOH}$
	F. $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$

Напишите в ионной форме уравнение реакции обнаружения  $\text{Ba}^{2+}$ .

**Вопрос 5.**

Малорастворимые соли	Реагент, который образует с ними растворимые в воде соединения
----------------------	--

1. $\text{PbSO}_4$	A. концентрированный раствор аммиака
2. $\text{PbI}$	B. насыщенный раствор аммония сульфата
3. $\text{AgCl}$	C. концентрированный раствор щелочи
4. $\text{CaSO}_4$	D. калия йодид в избытке
	E. калия хромат в избытке

Напишите в ионном виде соответствующее уравнение растворения  $\text{CaSO}_4$ .

### III. Задания с выбором одного или нескольких правильных ответов

*Инструкция.* Для каждого незаконченного утверждения один или несколько ответов являются правильными. Выберите номера правильных ответов.

**Вопрос 6.** Условия обнаружения иона  $\text{K}^+$  микрокристаллоскопической реакцией с  $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ :

1. уксуснокислая среда
2. нагревание
3. комнатная температура
4. добавление хлорида аммония

Напишите в ионном виде соответствующие уравнения реакции.

**Вопрос 7.** Хлорид и сульфат свинца из осадков хлоридов второй и сульфатов третьей групп по систематическому ходу анализа смеси катионов отделяют действием реагентов:

1. концентрированный раствор щелочи
2. 30% раствор аммония ацетата
3. концентрированный раствор серной кислоты
4. горячая дистиллированная вода

**Вопрос 8.** При открытии каких ионов можно использовать раствор нитрата серебра?

1. хлорид
2. бромид
3. сульфат
4. тиосульфат
5. йодид

### IV. Тестовые пункты на определение причинно-следственных взаимосвязей

*Инструкция.* Вопрос состоит из двух утверждений, соединенных союзом «потому что».

Проверьте, верно или неверно каждое утверждение в отдельности, а затем связь между ними. Для выбора ответов используйте приведенную ниже схему.

Ответ	Утверждение I	Утверждение II	Связь
A	верно	верно	верно
B	верно	верно	неверно
C	верно	неверно	неверно
D	неверно	верно	неверно
E	неверно	неверно	неверно

**Вопрос 9.** Катионы аммония в смеси катионов первой, второй и третьей аналитических групп открывают дробной реакцией с реагентом Несслера в газовой камере, потому что реакция иона аммония со щелочами является специфической.

**Вопрос 10.** Отделение катионов бария от других катионов третьей аналитической группы при систематическом ходе анализа катионов третьей группы проводят дихроматом калия в уксуснокислой среде, потому что хромат бария растворим в разбавленной уксусной кислоте.

### Примеры учебных задач

Вычислить предельные концентрации ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , если предельное отношение ионов  $\text{Zn}^{2+} : \text{Fe}^{3+}$  равно 1:200, а открываемый минимум ионов цинка равен 0,1 мкг. Реакция протекает с каплей исследуемого раствора объемом 0,05 мл при добавлении к ней тетра-

родано- $\text{II}$ -меркурата аммония.

2. Предельное отношение ионов  $\text{Ni}^{2+}$ :  $\text{Fe}^{2+}$  при определении ионов никеля реагентом Чугаева равно 1:200 при открываемом минимуме ионов  $\text{Ni}^{+2}$ , равном 0,4 мкг. Вычислить предельное разбавление ионов никеля и железа, если для реакции требуется 0,002 мл исследуемого раствора.

3. Открываемый минимум ионов свинца  $\text{Pb}^{2+}$  действием дитизона равен 0,04 мкг, предельное разбавление раствора равно 1250000 мл/г. Вычислить минимальный объем исследуемого раствора.

4. Предельная концентрация ионов  $\text{K}^+$  в растворе для реакции на ион калия с раствором гидротартрата натрия  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  равна 1:1000 г/мл. Вычислить нормальность раствора хлорида калия при данной предельной концентрации.

5. Предельное отношение ионов  $\text{Cr}^{3+}$  :  $\text{Al}^{3+}$  при определении ионов  $\text{Cr}^{3+}$  действием персульфата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутствии нитрата серебра равно 1:2000, при открываемом минимуме ионов  $\text{Cr}^{3+}$ , равном 0,01мкг. Вычислить допустимую нормальную концентрацию ионов алюминия, если для реакции требуется 0,05 мл исследуемого раствора.

6. Капельная реакция на свинец с бензидином позволяет обнаружить 1,5 мкг свинца в капле исследуемого раствора объемом 0,05 мл. Вычислить предельное разбавление раствора.

7. Предельное разбавление ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе равно

50000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов  $\text{Ca}^{2+}$  действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум.

8. Открываемый минимум реакции  $\text{Ni}^{2+}$  с диметилглиоксимом равен 0,16 мкг, предельное разбавление составляет 300000 мл/г. Вычислить минимальный объем раствора.

9. Микрокристаллоскопическая реакция открытия ионов  $\text{K}^+$  действием тройного нитрита состава  $\text{Na}_2\text{PbCu}(\text{NO}_3)_6$  позволяет открыть 0,15 мкг ионов  $\text{K}^+$ . Предельное разбавление равно 6600 мл/г. Вычислить минимальный объем исследуемого раствора.

10. При микрокристаллоскопическом открытии ионов кальция в виде оксалата минимальный объем 0,001 М раствора хлорида кальция равен 0,01 мл. Вычислите открываемый минимум и предельную концентрацию ионов для этой реакции.

11. При микроскопическом открытии ионов в виде тетраодано – ( $\text{II}$ ) – меркурата цинка  $\text{Zn}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$  минимальный объем исследуемого раствора равен 0,01 мл, предельное разбавление раствора равно 10000 мл/г.

Вычислить открываемый минимум цинка.

12. Открываемый минимум ионов  $\text{Ag}^+$  соляной кислотой равен 0,1 мкг. Предельное разбавление раствора равно 10000 мл/г. Вычислить минимальный объем исследуемого раствора.

13. Предельное разбавление ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе равно 50000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов  $\text{Ca}^{2+}$  действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум.

14. Микрокристаллоскопическая реакция открытия ионов  $\text{Ba}^{2+}$  с раствором серной кислоты удается с раствором объемом 0,001 мл. Предельное разбавление равно 20000 мл/г. Вычислить открываемый минимум.

15. Открываемый минимум ионов  $\text{Bi}^{3+}$  с  $\beta$ -нафтиламином составляет 1 мкг. Минимальный объем раствора соли висмута равен 0,001 мл. Вычислить предельную концентрацию и предельное разбавление исследуемого раствора.

16. Предельная концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в реакции с оксалатом аммония равна 1 : 20000. Минимальный объем исследуемого раствора равен  $1 \cdot 10^{-3}$  мл. Вычислить открываемый минимум ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в данной реакции.

17. Реакция на катион  $\text{Cd}^{2+}$  с тетраодано-( $\text{II}$ )-меркуратом аммония  $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$  удается с раствором в  $1 \cdot 10^{-3}$  мл. Предельное разбавление равно 1000 мл/г. Вычислить открываемый минимум.

18. Предельная концентрация открытия иона  $\text{Co}^{2+}$  с пикриновой кислотой составляет 1 :

- 6500 г/мл, открываемый минимум 0,3 мкг. Вычислить минимальный объем.
19. Микрокристаллоскопическая реакция  $\text{Cu}^{2+}$  в виде  $\text{K}_2\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6$  характеризуется открываемым минимумом в 0,03 мкг  $\text{Cu}^{2+}$  в капле, равной 0,001 мл. Вычислить предельную концентрацию.
20. Предельная концентрация при реакции осаждения  $\text{Hg}^{2+}$  в виде  $\text{Hg}[\text{Co}(\text{SCN})_4]$  равна 1 : 50000 г/мл, минимальный объем составляет 0,002 мл. Вычислить открываемый минимум.
21. Открываемый минимум реакции  $\text{Ni}^{2+}$  с диметилглиоксом равен 0,16 мкг, предельное разбавление составляет 300000 мл/г. Вычислить минимальный объем.
22. Предельная концентрация иона  $\text{SCN}^-$  в реакции с нитроном  $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$  составляет 1 : 1000 г/мл, минимальный объем раствора равен  $10^{-3}$  мл. Вычислить открываемый минимум.
23. Открываемый минимум ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе объемом 0,05 мл составляет 0,2 мкг. Вычислить предельное разбавление раствора.
24. В мерной колбе в 1 л растворили навеску 1,57 г  $\text{AgNO}_3$ . Найдено, что при разбавлении этого раствора в 25 раз удается реакция на ион  $\text{Ag}^+$  с хроматом калия. Определить открываемый минимум и предельное разбавление для этой реакции, если она получается с каплей раствора объемом 0,02 мл.
25. Предельная концентрация ионов  $\text{CN}^-$  в реакции с  $\text{AgNO}_3$  составляет 1 : 50000 г/мл. Вычислить открываемый минимум, если реакция удается с каплей объемом  $3 \cdot 10^{-4}$  мл.
26. Предельная концентрация ионов  $\text{ClO}_3^-$  при микрокристаллоскопической реакции с нитроном составляет 1 : 1000 г/мл. Вычислить нормальную концентрацию раствора  $\text{KClO}_3$  при данной предельной концентрации.
27. Открываемый минимум реакции иона  $\text{K}^+$  с кобальтинитритом натрия  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  составляет 0,12 мкг, предельная концентрация раствора равна 1 : 8000 г/мл. Вычислить минимальный объем.
28. Предельная концентрация иона  $\text{Ni}^{2+}$  с диметилглиоксом составляет 1 : 500000 г/мл. Вычислить открываемый минимум, если известно, что реакция удается с каплей объемом 0,001 мл.
29. Предельная концентрация иона  $\text{K}^+$  в растворе для реакции с гидротартратом натрия  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  равна 1 : 1000 г/мл. Какую навеску нитрата калия надо взять для приготовления 1 л этого раствора.
30. В 1 л воды растворили 1,7 г  $\text{CdCl}_2$ . Будет ли наблюдаться реакция на ион  $\text{Cd}^{2+}$  с уротропином в присутствии роданида аммония, если предельная концентрация составляет 1 : 1000 г/мл?
31. Для определения чувствительности реакции на ион  $\text{Pb}^{2+}$  с иодидом калия приготовлен раствор  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , содержащий 1 г  $\text{Pb}^{2+}$  в 1 л. Было найдено, что при разбавлении этого раствора в 14 раз реакция удается. Определить открываемый минимум и предельное разбавление для этой реакции при условии, что она удается с каплей раствора объемом  $9,8 \cdot 10^{-4}$  мл.
32. Предельное разбавление для реакции на катион  $\text{K}^+$  с раствором гидротартрата натрия  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  равно 1 : 1000 мл. Найти наименьшую нормальную концентрацию раствора хлорида натрия, при которой катион  $\text{K}^+$  может быть открыт данной реакцией.
33. При открытии катионов кальция  $\text{Ca}^{2+}$  реакцией с сульфат-ионами  $\text{SO}_4^{2-}$  в водном растворе по образованию белого малорастворимого мелкокристаллического осадка сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  предел обнаружения (открываемый минимум) равен  $m=0,04$  мкг, а предельное разбавление  $V_{lim}=1,25 \cdot 10^6$  мл/г. Рассчитайте предельную концентрацию  $V_{min}$  и минимальный объем  $V_{min}$  предельно разбавленного раствора.
34. При открытии катионов серебра  $\text{Ag}^+$  реакцией с хлорид-ионами  $\text{Cl}^-$  в водном растворе по образованию белого осадка хлорида серебра  $\text{AgCl}$  предел обнаружения (открываемый минимум) катионов серебра равен  $m=0,1$  мкг, а предельное разбавление  $V_{lim}=1 \cdot 10^4$  мл/г. Определите предельную концентрацию  $c_{lim}$  и минимальный объем  $V_{min}$  предельно разбавленного раствора.

35. Катионы меди  $\text{Cu}^{2+}$  в водном растворе можно открыть с помощью микрокристаллоскопической реакции образования комплекса – гексанитрокупрата(II) калия и свинца  $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$  при открываемом минимуме  $m=0,03$  мкг и минимальном объеме предельно разбавленного раствора  $V_{min}= 0,001$  мл. Рассчитайте предельную концентрацию  $c_{lim}$  и предельное разбавление  $V_{lim}$ .
36. Предел обнаружения катионов натрия в водном растворе микрокристаллоскопической реакцией с комплексным октаацетатотриуранилатом цинка  $\text{Zn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8]$  – цинкуранилацетатом равен  $m=0,125$  мкг при  $V_{min}= 0,05$  мл. Определите предельное разбавление  $V_{lim}$  для данной реакции.
37. Катионы серебра можно открыть реакцией с хромат – ионами  $\text{CrO}_4^{2-}$  по образованию красного осадка хромата серебра  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  при  $V_{min}= 0,02$  мл в водном растворе нитрата серебра с молярной концентрацией  $c(\text{AgNO}_3) = 0,0004$  моль/л. Определите предел обнаружения  $m$  и предельное разбавление  $V_{lim}$  для катиона  $\text{Ag}^+$ .
38. Предельное разбавление ионов алюминия при микрокристаллоскопическом открытии равно 150000 мл/г, минимальный объем исследуемого раствора равен 0,06 мл. Вычислить открываемый минимум.
39. Открываемый минимум ионов  $\text{Ca}^{2+}$  действием сульфат – ионов равен 0,04 мкг. Предельное разбавление раствора равно 1250000 мл/г. Вычислить минимальный объем исследуемого раствора.
40. Минимальный объем исследуемого раствора, необходимый для открытия иона меди действием раствора аммиака, равен 0,05 мл, открываемый минимум этой реакции – 0,2 мкг. Определить предельную концентрацию ионов меди в растворе.
41. Степень диссоциации муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  в 0,2 н растворе равна 0,03. Определите константу диссоциации кислоты и  $\text{pK}$ .
42. Константа диссоциации масляной кислоты  $\text{C}_5\text{H}_7\text{COOH}$   $1,5 \cdot 10^{-5}$ . Вычислить степень ее диссоциации в 0,05 М растворе.
43. Найти степень диссоциации хлорноватистой кислоты  $\text{HOCl}$  в 0,2 н растворе.
44. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  будет равна 0,2?
45. В 0,1 н растворе степень диссоциации уксусной кислоты равна  $1,32 \cdot 10^{-2}$ . При какой концентрации азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  ее степень диссоциации будет такой же?
46. Сколько воды нужно прибавить к 300 мл 0,2  $M$  раствора уксусной кислоты, чтобы степень диссоциации кислоты удвоилась?
47. Вычислите ионную силу и активность ионов в 0,1 %-ном (по массе) растворе хлорида бария. Плотность раствора принять равной единице.
48. Рассчитать активность иона водорода в 0,005 н растворе соляной кислоты, содержащем, кроме того, 0,15 моль/л хлорида натрия.
49. Вычислить  $\text{pH}$  0,01 н раствора уксусной кислоты, в котором степень диссоциации кислоты равна 0,042.
50. Чему равна концентрация раствора уксусной кислоты,  $\text{pH}$  которого равен 5,2?
51. Рассчитать  $\text{pH}$  раствора, полученного путем смешивания 25 мл 0,5  $M$  раствора  $\text{HCl}$ , 10 мл 0,5  $M$  раствора  $\text{NaOH}$  и 15 мл воды. Коэффициенты активности ионов принять равными единице.
52. Вычислите эффективный интервал буферной смеси, состоящей из гидрокарбоната и карбоната натрия, полагая, что изменение отношения  $\text{C}_{\text{кисл}} : \text{C}_{\text{соли}}$  происходит от 10 до 0,1.
53. Каждая степень диссоциации в 0,2  $M$  растворе азотной кислоты равна 86,5 %. Вычислите концентрацию ионов водорода в этом растворе.
54. Вычислить ионную силу раствора, содержащего в 1 л 0,01 моль азотной кислоты и 0,1 моль хлорида натрия.
55. Сравните концентрацию ионов водорода в 0,1  $M$  растворах уксусной и цианаистоводородной кислот.
56. Вычислите  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  и  $\text{pH}$  раствора, полученного путем смешивания 120 мл 0,05  $M$

раствора салициловой кислоты и 80 мл 0,5 *M* раствора салицилата натрия.

57. Степень электролитической ионизации 0,01 н раствора гидроксида аммония равны 4,2 %. Чему равны в этом растворе концентрация ионов  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ , молекул  $\text{NH}_4\text{OH}$ ?

58. Гидроксид натрия (8 г) растворен в 10 л воды. Вычислите активность гидроксида ионов в этом растворе.

59. Вычислите pH 0,1 *M* растворе соляной кислоты с учетом коэффициентов активности.

60. Вычислите  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  и pH раствора, полученного путем смешивания 50 мл 0,5 *M* раствораmonoхлоруксусной кислоты и 200 мл 0,5 *M* раствора monoхлорацетата калия.

61. Растворимость гидроксида магния при  $25^\circ\text{C}$  равна  $3,1 \cdot 10^{-2}$  г/л. Вычислите произведение растворимости гидроксида магния.

62. Произведение растворимости фосфата алюминия равно  $5,75 \cdot 10^{-19}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях и граммах на литр насыщенного раствора.

63. Растворимость нитрата серебра в 100 г воды при  $20^\circ\text{C}$  равна 0,34 г. Вычислите произведение растворимости нитрата серебра: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.

64. Вычислите, во сколько раз растворимость (г/л) оксалата кальция в чистой воде превышает растворимость этой соли 0,02 *M* растворе оксалата аммония.  $K_s(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2,3 \cdot 10^{-9}$ .

65. Вычислите, во сколько раз растворимость карбоната кальция в чистой воде меньше растворимости его 0,05 *M* растворе нитрата калия.  $K_s(\text{CaCO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}$ .

66. В одном литре насыщенного водного раствора карбоната кальция содержится  $6,9 \cdot 10^{-3}$  г соли. Вычислите произведение растворимости карбоната кальция.

67. Произведение растворимости фосфата бария равно

$6,03 \cdot 10^{-39}$ . Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и концентрацию каждого иона в г/л.

68. Растворимость сульфата кальция  $\text{CaSO}_4$  в 100 г воды при  $20^\circ\text{C}$  равна 0,1759 г. Вычислите произведение растворимости соли: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.

69. Вычислите, во сколько раз активность ионов  $\text{Ba}^{2+}$  и оксалат-ионов в насыщенном растворе оксалата бария превышает активность этих ионов при растворении этой соли в 0,01 *M* растворе оксалата аммония,  $K_s(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 1,1 \cdot 10^{-7}$ .

70. Вычислите, во сколько раз растворимость арсената алюминия  $\text{AlAsO}_4$  в чистой воде меньше растворимости его в 0,025 *M* растворе хлорида аммония.  $K_s(\text{AlAsO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-16}$ .

71. Молярная растворимость бромида ртути (I)  $\text{Hg}_2\text{Br}_2$  равна  $2,8 \cdot 10^{-8}$  моль/л. Вычислите произведение растворимости бромида ртути (I).

72. Произведение растворимости гидроксида висмута (III) равно  $3,2 \cdot 10^{-40}$ . Вычислите растворимость этого соединения висмута в молях на литр и концентрацию ионов висмута в граммах на литр.

73. Растворимость хлорида свинца (II) в 100 г при  $20^\circ\text{C}$  равна 0,99 г. Вычислите произведение растворимости соли: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.

74. Вычислите, во сколько раз молярная растворимость сульфата свинца в чистой воде превышает растворимость этой соли 0,01 *M* растворе серной кислоты.  $K_s(\text{PbSO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .

75. Вычислите, во сколько раз растворимость сульфита кальция в чистой воде меньше растворимости его в 0,1 *M* растворе нитрата натрия.  $K_s(\text{CaSO}_3) = 1,3 \cdot 10^{-8}$ .

76. В 1 л насыщенного раствора иодида свинца (II) содержится  $6,00 \cdot 10^{-1}$  г соли. Вычислите произведение растворимости иодида свинца (II).

77. Произведение растворимости сульфида висмута (III) равно  $1,00 \cdot 10^{-97}$ . Вычислите растворимость сульфида висмута в молях и в граммах на литр насыщенного раствора.

78. Растворимость гидроксида стронция в 100 г воды при  $20^\circ\text{C}$  равна 0,69 г (в расчете на оксид стронция). Вычислите произведение растворимости гидроксида стронция: а) по

упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.

79. Вычислите, во сколько раз растворимость (г/л) карбоната свинца в чистой воде превышает растворимость его в 0,01 *M* растворе соды.  $K_s(PbCO_3)=1\cdot10^{-13}$ .

80. Вычислите, во сколько раз растворимость карбоната кобальта (II) в чистой воде меньше растворимости его 0,05 *M* растворе нитрата натрия.  $K_s(CoCO_3)=8\cdot10^{-13}$ .

### Вопросы к экзамену

- Предмет задачи и методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Основные этапы развития аналитической химии.
- Классификация методов анализа по следующим признакам: а) по агрегатному состоянию анализируемого объекта и продукта реакции; б) по количеству используемого вещества; в) по технике выполнения и измерения результатов анализа.
- Классификация реактивов по чистоте. Стандарты ГОСТ, ТУ.
- Чувствительность аналитических реакций, способы ее выражения. Открываемый минимум и предельное разбавление. Условия обнаружения неорганических ионов.
- Избирательность и специфичность реакций. Групповые и частные реакции. Дробный и систематический методы анализа. Групповой реагент.
- Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотно-основная. Ограниченнность любой классификации катионов по группам.
- Кислотно-щелочная система качественного анализа. Соотношение между классификацией катионов в анализе и периодической системой Д.И. Менделеева.
- Стандартная схема анализа. Аналитический сигнал. Измерение. Метод анализа. Методика анализа. Принцип анализа.
- Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородного и неоднородного вещества).
- Растворение пробы (в воде, в водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или ее сплавление с солями.
- Использование реакций осаждения в качественном анализе. Влияние одноименных ионов на смещение равновесия реакции осаждения. Солевой эффект.
- Использование процессов гидролиза для определения и разделения ионов.
- Выбор окислительно-восстановительных реакций для качественного обнаружения ионов в растворе. Примеры использования редокс-реакций в качественном анализе.
- Использование комплексных соединений при проведении качественного анализа.
- Органические реагенты в качественном анализе. Избирательность органических реагентов. Маскирование мешающих ионов.
- Разделение. Концентрирование. Классификация методов разделения и концентрирования. Количественные характеристики разделения и концентрирования.
- Осаждение и соосаждение.
- Экстракция. Условия экстракции вещества. Применение экстракции в аналитике.
- Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Константа экстракции.
- Основные количественные характеристики экстракции (степень извлечения, фактор извлечения). Классификация экстракционных систем. Экстракционные хелатные системы.
- Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа, способы их выявления.
- Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа (среднее арифметическое, отклонение от среднего, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего, полуширина доверительного интервала).
- Погрешности химического анализа. Обработка результатов измерений. Правильность и воспроизводимость. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Обнаружение промахов.

24. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Общая оценка метода.
25. Требования к осадкам и гравиметрической форме. Расчет массы анализируемой пробы и объема (массы) осадителя. Гравиметрический фактор.
26. Механизм образования твердой фазы – теория кристаллизации. Условия получения осадка. Осаждение из гомогенных растворов.
27. Загрязнение осадка: виды соосаждения, закономерности адсорбции на аморфных осадках, закономерности соосаждения на кристаллических осадках.
28. Сущность титриметрического анализа. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов.
29. Приемы и методы титрования.
30. Индикаторы. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов.
31. Интервал pH изменения окраски индикаторов. Показатель титрования рТ.
32. Рабочие растворы в методах кислотно-основного титрования. Кривые титрования.
33. Индикаторные погрешности титрования. Водородная и гидроксильная ошибки титрования. Кислотная и щелочная ошибки титрования.
34. Основы методов окисления-восстановления. Использование окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе. Классификация методов окисления-восстановления. Редокс-потенциалы и направление протекания реакций. Фиксирование точки эквивалентности. Редокс-индикаторы.
35. Осадительное титрование. Характеристика и классификация методов осаждения. Выбор индикаторов. Прямое и обратное титрование. Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии (методы Мора, Форльгарда, Фаянса, Гей-Люссака).
36. Комплексиметрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов и их применение. Теоретические основы комплексонометрии. Комплексоны. Константы устойчивости комплексных соединений. Металлохромные индикаторы. Способы проведения комплексонометрического титрования.
37. Основы колориметрических и спектрофотометрических методов анализа. Законы Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Оптическая плотность раствора. Визуальные и фотоэлектроколориметрические методы анализа.
38. Эмиссионный спектральный анализ. Основные характеристики электромагнитного излучения. Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Спектральные термы. Основные узлы спектральных приборов.
39. Люминесцентный спектральный анализ. Спектры люминесценции. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Схема прибора для люминесценции. Качественный и количественный анализ. Практическое применение.
40. Рентгеноспектральные методы анализа. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Практическое применение.
41. Сущность хроматографии. Классификация хроматографических методов по различным признакам: а) агрегатному состоянию фаз; б) природе элементарного акта; в) способу относительного перемещения фаз; г) используемой аппаратуре; д) цели процесса. Способы получения хроматограмм (элюентная, вытеснительная, фронтальная).
42. Ионообменная хроматография. Сущность метода. Иониты. Ионобменное равновесие. Методы ионобменной хроматографии. Применение ионобменной хроматографии.
43. Газовая хроматография. Сущность метода. Параметры удерживания. Параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок). Влияние температуры на разделение. Практика метода. Особенности проведения хроматографирования.
44. Жидкостная хроматография. Сущность метода. Основные узлы приборов жидкостной хроматографии. Детекторы. Применение.
45. Электрохимические методы анализа. Общие понятия. Электрохимическая ячейка. Полярографическая волна. Характеристика полярограммы. Классификация электрохимиче-

ских методов. Методы без наложения и с наложением внешнего потенциала: прямые и косвенные электрохимические методы.

46. Кондуктометрия. Электрическая проводимость растворов. Схема установки для кондуктометрического титрования. Практическое применение.

47. Потенциометрия. Электродный потенциал. Кранение Нерста. Индикаторные электроды. Электроды сранения. Потенциометрическое титрование. Схема установки для потенциометрического титрования. Практическое применение.

48. Вольтамперометрия. Схема полярографической установки. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Основные типы реакций амперометрического титрования. Практическое применение.

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

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

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

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## **8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

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

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

### **9.1 Литература**

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб.пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. - 414 с. (29 экз)
2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 5-е изд., – М. : Высш. шк., 2010. – 615 с., ил. (29 экз)
3. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. –5-е изд., – М. : Высш. шк., 2010. - 559 с., ил. (31 экз)

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

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru>.
  2. Портал научной электронной библиотеки - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
  3. Сайт о химии - <http://www.xumuk.ru/> - здесь можно найти информацию по различным разделам химии. Интерфейс в высшей степени дружественный, прямо с главной страницы доступна быстрая навигация по «Химической энциклопедии».
  4. Популярная библиотека химических элементов - <https://web.archive.org/web/20161021151915/http://n-t.ru/ri/ps/>
  5. Электронная библиотека по химии МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
- 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы**
1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник <http://polpred.com/news>.
  2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## **10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется: Ауд. 217 «А». Лаборатория аналитической химии, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект столов лабораторных
- Стол преподавателя
- Пюпитр
- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
  - Принтер
  - Мультимедийный проектор
  - Экспозиционный экран
  - Анализатор АНИОН-7051 (1 шт.)
  - Весы аналитические VIBRA HT-84RCE (2 шт.)
  - Жидкостная хроматографическая система с кондуктометрическим детектированием «Джетхром» (1 шт.)
  - Прибор для получения особо чистой деонизованной воды «Водолей» (1 шт.)
  - Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Лристалл 2000М» (1 шт.)
  - Кондуктометр «Анион 4120» (1 шт.)
  - Насос вакуумный-компрессор (мини) Portlab N86 KTE (1 шт.)
  - Устройство для фильтрации и дегазации растворов АНО-1566 «Phenomenex» (1 шт.)
  - Центрифуга лабораторная ОПН-4 (с ротором) (1 шт.)
  - Весы ВЛР-200 (аналитические) (2 шт.)
  - Весы ВЛР-200Г (с гирями) (1 шт.)
  - Весы ЕК-400Н (Эй энд Ди)(0,01г.) (1 шт.)
  - Весы торсионные ВТ-100 (технические) (1 шт.)
  - Вытяжной зонт (1 шт.)
  - Иономер И130 2М.1 (1 шт.)
  - Комплекс вольтамперометрический СТА (1 шт.)
  - Микроскоп МБС-10 (1 шт.)

- Шкаф сушильный
- Муфельная печь (ПМ-8) (1 шт.)
- Аквадистиллятор (ДЭ-4-2М) (1 шт.)
- Комплекс пробоподготовки «Термос-экспресс» ТЭ 1 (1 шт.)
- Фотометр КФК3КМ (1 шт.)
- Пробоотборная система ПЭ-1420 (1 шт.)
- Фторопласт пробоотб. система ПЭ-1320 (1 шт.)
- Центрифуга (1 шт.)
- Эксикатор (2 шт.)
- Штатив ШЛ – 01 «ЛАБ» (7 шт.)
- Магнитная мешалка П-Э-6100 (1 шт.)
- Лодка «Айгуль» (1 шт.)
- Ледоруб (1 шт.)
- К-т ареометр учебный (1 шт.)
- Радиатор масляный (1 шт.)
- Электроплитка (1 шт.)
- Электротепловентилятор (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Аналитическая химия»

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

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, LibreOffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Панова Л.П., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### **Утверждение и дополнений изменений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 1 от 8 сентября 2021 г.). В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 27	
Исключить:	Включить:
	Включить: в п. 9.3 ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> .

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

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 26	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	