



## 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>6</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>10</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА .....</b>	<b>10</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>19</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>20</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>20</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>20</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>23</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** формирование компетенций бакалавра-эколога в области физико-химических методов анализа.

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

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.18). Теоретическую базу дисциплины предоставляет ранее изученная дисциплина «Аналитическая химия».

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** ПК-2, ПК-4:

- **ПК-2.** Способен выбирать и использовать средства и методы для решения исследовательских задач экологической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана научно-исследовательской работы;

- ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы (из набора имеющихся) для решения поставленных задач научно-исследовательской работы.

- **ПК-4.** Способен решать профессиональные задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их осуществления, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-4.1. Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик экологической экспертизы, контроля и мониторинга;

- ПК-4.4. Проводит анализ полученных данных с использованием типового оборудования, включая средства информационных технологий.

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

#### **знать:**

- основы количественного анализа соединений;
- основные современные методы исследования веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;

#### **уметь:**

- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты наблюдений и измерений;
- ставить эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента;

#### **владеть:**

- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;
- навыками планирования, анализа;
- навыками делать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ;
- навыками систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химические методы анализа»** составляет 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 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 6
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	54	54
Лекции	24	24
Лабораторные работы	30	30
Самостоятельная работа	54	54
Вид итогового контроля:		зачет

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

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

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
<b>1.</b>	<b>Титриметрический метод анализа</b> 1. Титриметрический метод анализа 2. Измерительная посуда 3. Калибровка и проверка вместимости посуды	8	2		6
<b>1.2</b>	<b>Методы кислотно-основного титрования</b> 1. Методы кислотно-основного титрования 2. Решение задач 3. Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты 4. Определение содержания соды и щелочи при их совместном присутствии 5. Определение содержания ионов аммония методом обратного титрования	12	2	4	6
<b>1.3</b>	<b>Методы осадительного титрования</b> 1. Методы осаждения 2. Решение задач 3. Аргентометрия. Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра 4. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда	12	2	4	6
<b>1.4</b>	<b>Методы комплексометрического титрования</b> 1. Методы комплексометрического титрования 2. Решение задач 3. Комплексонометрия. Приготовление и стандартизация	14	4	4	6

	раствора ЭДТА 4. Определение кальция и магния при их совместном присутствии				
<b>1.5</b>	<b>Методы окислительно-восстановительного титрования.</b> 1. Методы комплексообразования 2. Решение задач 3. Перманганатометрия. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия 4. Определение нитрит-ионов 5. Контрольная работа. Титриметрический анализ	12	2	4	6
<b>2</b>	<b>Инструментальные методы анализа</b> 1. Инструментальные методы анализа. Электрохимические методы анализа 2. Оптические методы анализа 3. Хроматографические методы анализа 4. Фотоколориметрическое определение ионов железа в технической серной кислоте 5. Ионообменная хроматография. Определение меди в разбавленных растворах после предварительного концентрирования 7. Ионообменное разделение железа и меди и их фотоколориметрическое определение 8. Газовая адсорбционная хроматография. Определение жидких углеводов 9. Ионная хроматография. Определение содержания фторид-, хлорид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах вод.	28	8	8	12
<b>3.</b>	<b>Автоматизация и компьютеризация анализа</b>	10	2	2	6
<b>4.</b>	<b>Анализ конкретных объектов</b>	12	2	4	6
<b>Итого</b>		<b>108</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>54</b>

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Методы осадительного титрования	ЛК	Лекция с ошибками	2

2	Методы комплексиметрического титрования	ЛК	Лекция с ошибками	2
3	Электрохимические методы	ЛК	Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Инверсионная вольтамперометрия»	2
4	Автоматизация и компьютеризация анализа	ЛК	Лекция с ошибками	2
5	Потенциометрическое титрование.	ЛР	Работа в малых группах	2
6	Кулонометрическое титрование.	ЛР	Работа в малых группах	2
7	Кондуктометрическое титрование	ЛР	Работа в малых группах	2
<b>ИТОГО</b>				<b>14</b>

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### 1. Титриметрический метод анализа

*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. Кривые титрования. Кислотно-основное титрование.

Ацидиметрия и алкалиметрия. Точка нейтральности и конечная точка 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. Титрование многоосновных кислот и оснований, а также смесей кислот и оснований. Факторы, влияющие на скачок титрования. Связь диаграмм состояния и кривых титрования. Способы обнаружения точки эквивалентности.

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

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

Комплексометрическое титрование. Этилендиамин-тетрауксусная кислота, комплексоны с ЭДТА. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение комплексометрического титрования. Прямое, обратное, вытеснительное, косвенное титрование.

Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Способы обнаружения конца титрования. Практическое применение. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Броматометрия, йодометрия, йодиметрия.

Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение осадительного титрования.

#### 2. Инструментальные методы анализа

##### Электрохимические методы

Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. Ячейки без жидкостного состояния и с жидким соединением. Диффузный потенциал. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесные электрохимические системы. Неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов.

Потенциометрия. Индикаторные электроды (мембранные, металлические). Ионоселективные электроды. Сенсибилизированные (активированные) электроды. Металлические электроды. Измерение потенциала. Ионометрия. Потенциометрическое титрование.

Кулонометрия. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.

Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Полярографические максимумы. Современные разновидности полярографии. Осциллографическая полярография. Переменно-токовая полярография. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Применение вольтамперометрии для изучения и определения органических соединений.

Кондуктометрия. Электрогравиметрия.

### **Спектроскопические методы**

Общие положения. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров в аналитической химии. Спектральные приборы. Спектрометры с селективной фильтрацией. Дисперсия. Спектральная полоса пропускания. Разрешение и разрушающая сила. Светосила. Адсорбционные спектры. Эмиссионный спектрометр.

Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомизаторы. Пламя. Электрическая дуга. Электрическая искра. Индуктивно связанная плазма. Спектральные помехи. Самопоглощение (излучение и поглощение фона).

Наложение атомных спектральных линий. Физико-химические помехи (Полнота испарения и атомизация пробы. Ионизация. Температура атомизатора. Спектроскопические буферы. Обжиг, обжигскривание). Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода (Чувствительность. Диапазон определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность).

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Атомизаторы. Пламя. Электротермические атомизаторы.

Источники излучения. Спектральные помехи (Излучение фона. Поглощение фона). Физико-химические помехи.

Метрологические характеристики и аналитические возможности метода (Чувствительность. Диапазон определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность).

Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновский спектр. Номенклатура рентгеновских линий. Источники возбуждения спектра.

Рентгеноэмиссионный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Рентгеноабсорбционный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Электронная спектроскопия. Электронный спектр. Номенклатура электронных линий.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Источники возбуждения спектра. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Оже-электронная спектроскопия. Источники возбуждения спектра. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Молекулярная спектрофотометрия. Адсорбционная спектроскопия в УФ – и видимой областях. Законы поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонения от основного закона светопоглощения

(Немонохроматичность источника и влияние рассеянного света. Химические процессы. Влияние показателя преломления). Метрологические характеристики спектрофотометрического метода (Нижняя граница определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность). Способы улучшения метрологических характеристик спектрофотометрического метода. Дифференциальная спектрофотометрия. Производная спектрофотометрия. Метод Фирордта.

Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебания молекул. Спектры ИК - и комбинационного рассеяния. Приборы и методы регистрации ИК - спектров и спектров КР. Идентификация и структурно-групповой анализ.

Люминесцентная спектроскопия. Фотопроцессы в молекулах. Характеристики люминесцирующих молекул. Практическое применение.

Хемилюминесцентный анализ.

Нефелометрия и турбидиметрия.

Спектроскопия диффузионного отражения. Практическое применение.

Колориметрические спектроскопические методы. Оптико-акустическая спектроскопия.

Радиоспектроскопические методы. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

#### **Масс-спектрометрические методы**

Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

#### **Методы анализа, основанные на радиоактивности**

Радиоактивный анализ. Метод изотопного разбавления. Методы, основанные на поглощении и рассеянии излучений, и чисто радиометрические методы. Массбауэровская спектроскопия.

#### **Термические методы**

Термогравиметрия. Термический анализ. Термотитриметрия. Энтальпиметрия. Катарометрия. Дилатометрия.

#### **Биологические методы анализа**

Микроорганизмы, как аналитические индикаторы. Использование беспозвоночных в качестве индикаторных организмов. Использование позвоночных для определения микроколичеств элементов.

### **3. Автоматизация и компьютеризация анализа**

Лабораторные работы. Автоматический анализ (Дискретные автоматические анализаторы. Непрерывный проточный анализ. Проточно-инжекционный анализ). Автоматизированный контроль технологических процессов. Компьютеризация анализа. Управление сбором данных. Интерпретация данных.

### **4. Анализ конкретных объектов**

Задачи и планирование анализа. Качественный анализ. Металлы и сплавы. Высокочистые вещества. Геологические объекты. Объекты окружающей среды. Воздух. Природные и сточные воды. Анализ почв. Органические и биологические объекты.

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

Рабочая программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению курса «Физико-химические методы анализа».

Учебная программа дисциплины составлена в строгом соответствии с учебным планом и ООП.

Раздел «Практикум по дисциплине» содержит план лабораторных работ с указанием тем лабораторных работ и ссылок на рекомендованное учебное пособие. Пользуясь предложенными учебными пособиями, студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ, в тетради для



лабораторных работ описать содержание работы в следующем порядке: тема лабораторной работы, сущность и принцип метода, лежащий в основе работы, цели и задачи, оборудование и реактивы, ход выполнения работы, результаты анализа, выводы.

В разделе «Дидактические материалы» представлены примеры тестовых заданий и контрольных работ, вынесены вопросы и задания к самоконтролю.

Контрольный тест, включает вопросы и задания разделов изучаемого курса, что позволяет проверить уровень усвоения изученного материала в целом.

В каждом семестре студенты выполняют контрольные работы, которые представлены расчетными задачами. Задачи подобраны из разных тем соответствующего раздела. При подготовке к выполнению контрольной работе студентам следует проанализировать решение типовых задач из заданий для самоконтроля, по решениям, вызывающим затруднение, получить консультацию у преподавателя.

Общий план лабораторных занятий оформлен в виде таблицы. Такая форма помогает студентам ориентироваться во всем объеме курса.

Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия.

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

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы) дисциплины</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
1	<b>Титриметрический метод анализа</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	6
1.2	<b>Методы кислотно-основного титрования</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе Решение расчетных задач	6
1.3	<b>Методы осадительного титрования</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	6
1.4	<b>Методы комплексометрического титрования</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	6
1.5	<b>Методы окислительно-восстановительного титрования</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	6
2	<b>Инструментальные методы анализа</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	12
3	<b>Автоматизация и компьютеризация анализа</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	6
4	<b>Анализ конкретных объектов</b>	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Решение расчетных задач	6
<b>ИТОГО</b>			<b>54</b>

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### План лабораторных работ

№	Содержание	Литература	Кол-во часов
1.	Приготовление и установка титра растворов кислот и щелочей. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии. Работа 8.1; 8.2; 8.3.	[1] с. 70-76	4
2.	Методы кислотно-основного титрования. Кривые титрования.	[1] с. 70-76	4
3.	Определение аммиака в солях аммония методом обратного титрования. Работа 8.4.	[1] с. 76-77	4
4.	Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. Определение железа и алюминия. Работа 10.3; 10.11.	[1] с. 102-103; 110-111	4
5.	Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси. Работа 19.5.	[1] с. 296 -299	4
6.	Кулонометрическое титрование. Определение тиосульфат – ионов. Определение меди. Работа 21.1; 21.4	[1] с. 338-340; 234-346	4
7	Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот. Работа 18.1.	[1] с. 267-269	4
8	Метрологические характеристики методов анализа.	[1] с. 24-49	2
<b>ИТОГО</b>			<b>30</b>

#### Литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

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

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-2, ПК-4	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две 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).
	Контроль-ная 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
ПК-2, ПК-4	Собеседование	Низкий (неудовлетворительно)	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый (удовлетворительно)	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый (хорошо)	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий (отлично)	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при

			видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
--	--	--	---

## 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 зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

### Критерии оценки студента на зачете

Студент допускается к зачету, если:

- а) выполнил все практические работы;
- б) защитил их, ответив на контрольные вопросы по теме практической работы.

Зачет проходит в устной форме или в форме тестирования.

Оценка «**зачтено**» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, который не смог раскрыть основной вопрос даже на 50%, в ответах на другие (дополнительные) вопросы допустил существенные ошибки или не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

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

### ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### Контрольная работа №1

**Тема: Расчеты в титриметрическом анализе**

**Вариант 1.**

1. Навеска 0,5312 г карбоната натрия растворена в мерной колбе емкостью 100,0 мл. Определить титр и нормальность раствора.

2. К 15 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты прибавлено 12 мл 0,15 М раствора формиата калия. Вычислить рН этой смеси ( $K_{\text{НСООН}}=1,77 \cdot 10^{-4}$ ).

3. 1,1622 г поваренной соли растворили в воде и раствор разбавили до 200,0 мл. К 20,0 мл этого раствора прибавили 25,0 мл 0,10 н. раствора нитрата серебра. На титрование избытка раствора нитрата серебра израсходовали 5,8 мл 0,090М раствора роданида аммония. Определить массовую долю (в%) хлорида натрия в образце соли.

4. В мерной колбе на 500,0 мл растворена серная кислота. На титрование 25,0 мл полученного раствора расходуется 26,2 мл раствора NaOH ( $T_{\text{NaOH/HCl}}=0,003610$  г/мл). Сколько граммов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  было введено в колбу?

5. Рассчитайте погрешность титрования 0,1000 М раствора муравьиной кислоты 0,1000 М раствором гидроксида натрия, если в качестве индикатора взят нейтральный красный.

6. При определении железа в пробе сточной воды объемом 200,0 мл его окислили до  $\text{Fe}^{3+}$ , осадили аммиаком, отделили осадок от раствора и после растворения осадка в соляной кислоте оттитровали железо, израсходовав 5,14 мл 0,0050М раствора ЭДТА. Рассчитайте общую концентрацию железа в воде.

## ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицы с результатами измерений, вывод.

## ВОПРОСЫ К СОБЕСЕДОВАНИЮ

### Тема 1. Сущность титриметрического анализа. Стандартные растворы.

#### Теория индикаторы кислотно-основного титрования

1. Способы выражения концентраций растворов в титриметрическом анализе
2. Сущность титриметрического анализа
3. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов
4. Основные приемы титрования
5. Основные методы титриметрического анализа
6. Измерительная посуда. Методы измерения объемов растворов.
7. Определение. Классификация индикаторов
8. Краткие сведения из теории цветности органических соединений
9. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов
10. Интервал pH изменения окраски индикаторов
11. Показатель титрования рТ

#### Самопроверка:

##### Вопросы и упражнения:

1. Какой закон лежит в основе расчетов титриметрического анализа?
2. Написать формулы для расчета нормальности рабочего раствора, если известен: а) титр раствора, б) титр раствора по определяемому веществу.
3. Какие группы являются хромофорами, а какие ауксохромами: -ОН, -CH<sub>3</sub>, O=N-, -NH<sub>2</sub>, -N=N-, =N-NH-, -O-CH<sub>3</sub>, -N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ? Как изменяются свойства соединений при наличии этих групп в молекуле?
4. Какая связь существует между константой диссоциации и интервалом перехода индикатора?
5. Чему равен интервал перехода индикатора тимолового синего, рТ которого равен 8,9?
6. Какую окраску имеет индикатор лакмус при pH=8,1?
7. Будут ли отличаться между собой окраска лакмуса в двух растворах, имеющих значение pH, равные соответственно 8,5 и 11,0?
8. В каких пределах или при каких значениях pH раствор будет бесцветен в присутствии фенолфталеина и окрашен в синий цвет в присутствии лакмуса?

#### Задачи:

1. Какова нормальная концентрация буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , если навеску ее в 2,6113 г растворили в 200 мл дистиллированной воды? Ответ: 0,06847 н.
2. Сколько миллилитров 50%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,4 \text{ г/мл}$ ) надо растворить в воде, чтобы получить 10 л 0,25 н. раствора кислоты? Ответ: 175 мл.
3. Какую навеску шавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  нужно взять чтобы на ее титрование израсходовать 20,00 мл 0,1000 н. раствора NaOH? Ответ: 9,1262 г.

4. На титрование 15,00 мл муравьиной кислоты с титром 0,001150 г/мл расходуется 12,50 мл раствора гидроксида калия. Определить нормальную концентрацию и титр КОН. Ответ: 0,03000н.

5. 4,8530 г концентрированной азотной кислоты растворено в мерной колбе на 200,0 мл. На титрование 25,00 мл приготовленного раствора израсходовано 20,00 мл 0,2 М раствора NaOH ( $K=1,04$ ). Определить массовую долю (в %)  $\text{HNO}_3$  в анализируемой кислоте. Ответ: 43,20%

**Рекомендуемая литература:** [1] - 68-81; 117-122, [6] - 29-34; 47-51, [12]- 68-81; 84-98.

## **Тема 2. Методы кислотно-основного титрования.**

### **Кривые титрования**

1. Рабочие растворы метода кислотно-основного титрования
2. Кривые титрования сильной кислоты сильным основанием
3. Индикаторные погрешности титрования
  - а) Водородная ошибка титрования
  - б) Гидроксильная ошибка титрования
4. Кривая титрования сильным основанием слабой кислоты
5. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой
6. Кислотная ошибка титрования
7. Щелочная ошибка титрования
8. Титрование солей многоосновных кислот

**Самопроверка:** [3]- с.74-100

*Вопросы и упражнения:* 2 (а,ж,м), 9, 12, 15(б), 26 (а,б)

*Задачи:* 2(2), 4, 7, 18, 37, 59, 46(6), 88(7),

**Рекомендуемая литература:** [1]- с.71; 125-156, [6]- с.40-47, [12]- с.98-128.

## **Тема 3. Осадительное титрование**

1. Общая характеристика методов осаждения
2. Коллоидное состояние.
3. Способы фиксирования конечной точки титрования
  - а) Метод Гей-Люссака
  - б) Метод Мора
  - в) Метод Фольгарда
  - г) Метод Фаянса
4. Кривые титрования в методах осаждения
5. Погрешности титрования

**Самопроверка:** [3]- с. 100-117

*Вопросы и упражнения:* 1(е), 4(б), 12, 21(7)

*Задачи:* 9, 18, 29, 56, 58

**Рекомендуемая литература:** [1]- с.274-280, [6]- с.96, [12]- с.245-270.

## **Тема 4. Комплексометрическое титрование**

1. Важнейшие неорганические и органические титранты
2. Кривая титрования  $\text{Cd}^{2+}$  ЭДТА
3. Металлохромные индикаторы
4. Интервал перехода окраски индикатора
5. Индикаторные погрешности титрования
6. Способы проведения комплексометрического титрования
  - прямое титрование;- обратное титрование;- по методу вытеснения;
  - косвенное титрование.

**Самопроверка:** [3]- с. 117-135

*Вопросы и упражнения:* 7,13, 16, 23, 28, 30, 45(10)

*Задачи:* 3, 21, 27, 62

*Рекомендуемая литература:* [1]- с.225-250, [6]- с.60, [12]- с.209-243.

### **Тема 5. Окислительно-восстановительное титрование**

1. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования
2. Редокс- индикаторы.
3. Кривые титрования в методах окислительно-восстановительного титрования.
4. Методы окислительно-восстановительного титрования и стандартные растворы.
  - а) Перманганатометрия
  - б) Йодомертия
  - в) Дихроматометрия
  - г) Броматометрия
  - д) Иодатометрия
5. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования.

*Самопроверка:* [3]- с.136-166

*Вопросы и упражнения:* 4, 10, 14, 25, 46(г)

*Задачи:* 5, 25, 63, 73

*Рекомендуемая литература:* [1]- с.221-222; 225-250, [6]- с.82, [12]- с.137-206.

### **Тема 6. Инструментальные методы анализа**

#### **Фотометрические методы анализа**

1. Молекулярно-абсорбционные методы
2. Закон Бугера - Ламберта - Бера
3. Молярный коэффициент поглощения
4. Спектры поглощения
5. Способы определения концентрации
  - а) Визуальная колориметрия
  - б) Основные приемы фотометрических измерений
  - в) Фотометрическое титрование
6. Условия образования окрашенных соединений
  - а) Влияние прочности окрашенных соединений
  - б) Влияние посторонних комплексообразователей
  - в) Влияние концентрации водородных ионов
7. Аппаратура применяемая в колориметрии
  - а) Фотоэффект и фотоэлементы
  - б) Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры
8. Закон аддитивности оптических плотностей
9. Анализ двухкомпонентных смесей

*Самопроверка:* [3]- с.179-206

*Вопросы и упражнения:* 1, 5, 8, 9, 14, 17, 30, 32

*Задачи:* 3(2), 6(1), 24(1)

*Рекомендуемая литература:* [2]- с.71-91, [6]- с.267-273, [12]- с.305-317.

#### **Спектроскопические методы**

1. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом
2. Классификация оптических методов анализа
3. Основы теории атомных и молекулярных спектров
4. Основные узлы спектральных приборов
  - а) Источники возбуждения;
  - б) Диспергирующий элемент;
  - б) Приемники света;
  - в) Конструкции спектральных приборов.

**Самопроверка:** [3]- с. 206-209

**Вопросы и упражнения:** 1, 3, 4, 7

**Задачи:** 4

**Рекомендуемая литература:** [2]- с.10-12; 21-32; 66-68; 55-60, [6]- с.198-222, [12]- с.303-307

#### **Эмиссионный спектральный анализ**

1. Спектральные термы
2. Интенсивность спектральных линий
3. Качественный спектральный анализ
4. Количественный спектральный анализ
5. Полуколичественный спектральный анализ
6. Фотографические методы количественного спектрального анализа
7. Фотоэлектрические методы
8. Атомно-абсорбционный анализ
9. Фотометрия пламени

**Самопроверка:** [3]- с. 167-179

**Вопросы и упражнения:** 2, 3, 4, 9, 11, 28, 30, 32

**Задачи:** 1(1), 6, 23

**Рекомендуемая литература:** [2]- с.12-20; 33-49; 92-98, [6]- с.223-249.

#### **Люминесцентный анализ**

1. Спектры люминесценции
2. Энергетический и квантовый выходы люминесценции
3. Тушение люминесценции
4. Возбуждение и регистрация свечения при качественном и количественном химическом люминесцентном анализе
5. Качественный люминесцентный анализ
6. Количественный люминесцентный анализ

**Самопроверка:** [3]- с.214 -225

**Вопросы и упражнения:** 4, 5, 6, 7, 8, 17

**Задачи:** 1, 10

**Рекомендуемая литература:** [2]- с.98-110, [6]- с.297-315, [12]- с.356-357.

#### **Рефрактометрия. Интерферометрия. Поляриметрия**

1. Рефрактометрия
2. Интерферометрия
3. Поляриметрия

**Самопроверка:**

**Вопросы и упражнения:**

**Задачи:**

**Рекомендуемая литература:** [2] - с.142-155, [12]- с.370-381.

#### **Введение в электрохимические методы. Потенциометрия**

1. Реакция в ячейки.
2. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
3. Классификация электрохимических методов.
5. Потенциометрия.
  - а) Схема установки для потенциометрических измерений.
  - б) Прямая потенциометрия.
  - в) Потенциометрическое титрование.

**Самопроверка:** [3]- с.243-256

**Вопросы и упражнения:** 1, 3, 7, 13, 18, 23, 25

**Задачи:** 3, 15



**Рекомендуемая литература:** [2]-с.179-210, [6]-с.120-147, [12]-с.446-454.

### **Электрогравиметрический анализ. Кулонометрия**

1. Общая характеристика электролитического осаждения в анализе
2. Значение напряжения при электролитическом выделении металлов.  
Химическая и концентрационная поляризация.
3. Напряжение разложения и перенапряжение
4. Электролиз на ртутном электроде
5. Внутренний электролиз
6. Электрогравиметрическое разделение
8. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений.
9. Прямая кулонометрия
10. Кулонометрическое титрование

**Самопроверка:** [3]- с. 267-276

*Вопросы и упражнения:* 13, 14, 16, 19, 22, 27

*Задачи:* 1, 5, 17(1)

**Рекомендуемая литература:** [2]-с.160-178, [6]-с.90-95, [12]-с.457-464.

### **Полярография и амперометрическое титрование**

1. Классическая полярография
2. Классическая полярограмма
3. Схема полярографической установки
4. Прямая полярография
5. Количественный полярографический анализ
6. Дифференциальная полярография
7. Кривые амперометрического титрования

**Самопроверка:** [3]- с. 256-267

*Вопросы и упражнения:* 3, 5, 7, 13, 22

*Задачи:* 3, 15

**Рекомендуемая литература:** [2]- с.211-220; 225-226, [6]- с.158-186, [12]- с.466-

476.

### **Инверсионная вольтамперометрия**

1. Сущность ИВ-метода.
2. Аппаратура.
3. Факторы, влияющие на положение, форму и величину аналитического сигнала в методе ИВ.

4. Способы определения концентраций в методе ИВ.

**Самопроверка:**

*Вопросы и упражнения:*

1. Как устроена электрохимическая ячейка в методе ИВ?
2. Что является аналитическим сигналом в методе ИВ?
3. Какой зависимостью характеризуется взаимосвязь между  $I_a$  от  $C$ ?
4. Какой диапазон концентраций следует брать, чтобы при построении градуировочного графика сохранялась прямолинейная зависимость?
5. При помощи какого соотношения можно проверить прямую пропорциональную зависимость  $I_a$  от  $C$  в широком интервале  $C$ .
6. Перечислите факторы оказывающие влияние на величину аналитического сигнала в методе ИВ.
7. Изобразите вольтамперометрические кривые при определении компонентов по методу добавок.

**Рекомендуемая литература:** [2]-с.223, [6]-с.181-183.

### **Кондуктометрия**

1. Электрическая проводимость растворов.

2. Схема установки для определения электрической проводимости.
3. Прямая кондуктометрия.
4. Кондуктометрическое титрование.

**Самопроверка:** [3]- с. 233-242

**Вопросы и упражнения:** 1, 2, 4, 7, 11

**Задачи:** 3, 5

**Рекомендуемая литература:** [2]-с.231-245, [6]-с.151-155; 195, [12]-с.481-493.

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Сущность титриметрического анализа. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов.
2. Приемы и методы титрования.
3. Индикаторы. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов.
4. Интервал pH изменения окраски индикаторов. Показатель титрования pH.
5. Рабочие растворы в методах кислотно-основного титрования. Кривые титрования.
6. Индикаторные погрешности титрования. Водородная и гидроксильная ошибки титрования.
7. Кислотная и щелочная ошибки титрования.
8. Кривые осадительного титрования. Погрешности титрования.
9. Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии (методы Мора, Форльгарда, Фаянса, Гей-Люссака).
10. Кривая комплексонометрического титрования ионов  $Cd^{2+}$  ЭДТА в присутствии аммиачного буферного раствора.
11. Металлохромные индикаторы. Способы проведения комплексонометрического титрования.
12. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Редокс-индикаторы.
13. Методы окислительно-восстановительного титрования. Кривые титрования на примере перманганатометрии.
14. Молекулярно-абсорбционные методы. Аппаратура применяемая в колориметрии и спектрофотометрии.
15. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
16. Молярный коэффициент поглощения. Спектры поглощения.
17. Визуальная колориметрия (методы: стандартных серий, колориметрического титрования, уравнивания, разбавления).
18. Основные методы колориметрических определений: градуировочного графика, молярного коэффициента поглощения, добавок).
19. Дифференциальная фотометрия. Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование.
20. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера (влияние прочности комплексных соединений, посторонних комплексообразующих ионов, pH). Закон аддитивности оптических плотностей.
21. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров.
22. Классификация оптических методов анализа. Основные узлы спектральных приборов.
23. Спектральные термы.
24. Интенсивность спектральных линий. Качественный спектральный анализ.
25. Количественный и полуколичественный спектральный анализ.

26. Фотографические методы количественного спектрального анализа: трех эталонов, постоянного графика переводного множителя, метод добавок.
27. Атомно-абсорбционный анализ. Фотометрия пламени.
28. Спектры люминесценции. Закон Стокса-Ломмеля.
29. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Тушение люминесценции.
30. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Возбуждение и регистрация спектров при химическом люминесцентном анализе.
31. Рефрактометрия.
32. Интерферометрия.
33. Поляриметрия.
34. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Константа экстракции.
35. Основные количественные характеристики экстракции (степень извлечения, фактор извлечения).
36. Классификация экстракционных систем. Экстракционные хелатные системы.
37. Электрохимическая ячейка.
38. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
39. Прямая и косвенная потенциометрия. Схема установки для потенциометрических измерений.
40. Общая характеристика электролитического осаждения в анализе.
41. Значение напряжения при электролитическом выделении металлов. Химическая и концентрационная поляризация, напряжение разложения и перенапряжение.
42. Электрогравиметрическое разделение. Внутренний электролиз.
43. Законы Фарадея. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Кулонометры.
44. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
45. Классическая полярография. Уравнение полярографической волны. Характеристика полярограммы.
46. Схема полярографической установки. Прямая полярография. Дифференциальная полярография.
47. Количественный полярографический анализ (методы градуировочного графика, стандартных растворов, добавок). Амперометрическое титрование
48. Метод инверсионная вольтамперометрии.
49. Кондуктометрия. Схема установки для определения электрической проводимости.
50. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ 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**

#### **Основная литература**

1. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А.Большова и др.] ; под ред. Ю.А.Золотова. – 5е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 384 с. (33 экз)
2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А.Большова и др.] ; под ред. Ю.А.Золотова. – 5е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 494 с. (34 экз)
3. 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)
4. Аналитическая химия : учебник для студ. вузов. В 2 кн. / В. П. Васильев. – 5-е изд., стер. – М. : Дрофа. Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. – 2005. – 438 с. (28 экз)
5. Аналитическая химия: учебник для студ. вузов / В. П. Васильев. – 4-е изд., стер. – М. : Просвещение, 2004. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. – 383 с. (28 экз)
6. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн./ Ю. А. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 614 с. (29 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.ximuk.ru/> - здесь можно найти информацию по различным разделам химии. Интерфейс в высшей степени дружелюбный, 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](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## **10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются

аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется **Лаборатория аналитической химии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Принтер
- Мультимедийный проектор
- Экспозиционный экран (навесной)
- 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 КФКЗКМ (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.)
- Комплект «Ареометр учебный» (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Физико-химические методы анализа»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

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

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 изменений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.

РПД 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: 2	
№ страницы с изменением: 21	
Исключить:	Включить:
	В пункт 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: 20	
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».	