

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОЭКОЛОГИИ – филиал ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан агрономического факультета  
 А. А. Калганов  
« 07 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2017 г.

Кафедра «Экологии, агрохимии и защиты растений»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.09.01 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направление подготовки 35.03.04 **Агрономия**

Профиль **Агробизнес**

Уровень высшего образования – бакалавриат (академический)

Квалификация – бакалавр

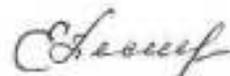
Форма обучения – заочная

Миасское  
2017

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы исследований» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 04.12.2015 г. № 1431. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.04 Агрономия**, профиль – **Агробизнес**.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – старший преподаватель Е. С. Пестрикова



Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры экологии, агрохимии и защиты растений  
« 06 » марта 2017 г. (протокол № 7).

Зав. кафедрой экологии, агрохимии и защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук

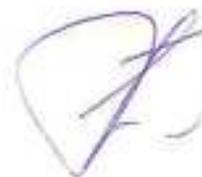


А. Н. Покатилова

Рабочая программа дисциплины одобрена учебно-методической комиссией Института агроэкологии

« 06 » марта 2017 г. (протокол № 4/1).

Председатель учебно-методической комиссии, кандидат технических наук, доцент



О. С. Батрасва

Зам. директора по информационно-библиотечному обслуживанию  
НБ ФГБОУ ВО ЮУрГАУ



Е. В. Красножон

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций).....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП .....	5
3.	Объём дисциплины и виды учебной работы .....	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	5
4.	Структура и содержание дисциплины .....	6
4.1.	Содержание дисциплины.....	6
4.2.	Содержание лекций.....	7
4.3.	Содержание лабораторных занятий .....	7
4.4.	Содержание практических занятий .....	8
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	8
4.5.1.	Виды самостоятельной работы обучающихся .....	8
4.5.2.	Содержание самостоятельной работы обучающихся.....	8
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	9
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	9
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	9
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	9
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	10
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	<b>Ошибка! Значок не определен.</b>
12.	Инновационные формы образовательных технологий .....	10
	Приложение. Фонд оценочных средств.....	11
	Лист регистрации изменений.....	23

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской как основной, организационно-управленческой и производственно-технологической.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся знания, практические умения и навыки (в соответствии с формируемыми компетенциями) по теоретическим основам и принципам физико-химических методов исследований.

### **Задачи дисциплины:**

- обобщить и систематизировать знания, включающие фундаментальные законы, лежащие в основе физико-химических методов исследований.
- рассмотреть основные экспериментальные закономерности, структуру и математическую форму основных уравнений, лежащих в основе физико-химических методов исследований, особенности их использования в различных методах;
- изучить основные приемы и методы экспериментального и теоретического исследования физико-химических свойств, лежащих в основе физико-химических методов..

## 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)*	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)		
	знания	умения	навыки
ОПК-2 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся должен знать: характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации (Б1.В.ДВ.09.01 – 3.1)	Обучающийся должен уметь: демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследования, структурой и свойствами веществ (Б1.В.ДВ.09.01 – У.1)	Обучающийся должен владеть: терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований (Б1.В.ДВ.09.01 – Н.1)
ПК-3 способность к лабораторному анализу образцов почв, растений и продукции растениеводства	Обучающийся должен знать: цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений (Б1.В.ДВ.09.01 -3.2)	Обучающийся должен уметь: проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой (Б1.В.ДВ.09.01 –У.2)	Обучающийся должен владеть основными приемами работы с химической посудой и оборудованием (Б1.В.ДВ.09.01 – Н.2)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физико-химические методы исследований» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 (Б1.В.ДВ.09.01) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, профиль – Агробизнес.

### Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующие) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции			
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Предшествующие дисциплины, практики					
1	Химия неорганическая	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2
2	Математика	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2
3	Химия аналитическая	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3
4	Химия органическая	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2
5	Химия физическая и коллоидная	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3
6	Экология	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2
7	Физиология и биохимия растений	ПК-3	ПК-3	ПК-3	ПК-3
8	Физика	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2	ОПК-2
Последующие дисциплины, практики					
1	Агрохимия	ПК-3	ПК-3	ПК-3	ПК-3
2	Научно-исследовательская работа	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3
3	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3	ОПК-2, ПК-3

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 2 зачетных единицы (ЗЕТ), 72 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается на 3 курсе.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>14</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	6
Лабораторные занятия (ЛЗ)	8
Практические занятия (ПЗ)	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>54</b>
<b>Контроль</b>	<b>4</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№	Наименование раздела и тем	Всего	в том числе		ко	нт	ро
			контактная работа	СР			

темы		часов	Л	ЛЗ	ПЗ		
<b>Раздел 1 Общая характеристика физико-химических методов исследований</b>							
1.1	Введение	5	1	–	–	4	х
1.2	Классификация физико-химического методов исследований	7	1	–	–	6	х
<b>Раздел 2 Спектральные методы исследований</b>							
2.1	Общая характеристика спектроскопических методов исследований	8	2	–	–	6	х
2.2	Атомно-абсорбционный анализ	6	–	–	–	6	х
2.3	Абсорбционный спектрофотометрический анализ	8	–	2	–	6	х
<b>Раздел 3 Электрохимические методы исследований</b>							
3.1	Потенциометрия	8	–	2	–	6	х
3.2	Вольтамперометрия	4	–	–	–	4	х
3.3	Кулонометрия	4	–	–	–	4	х
3.4	Кондуктометрия	8	–	2	–	6	х
<b>Раздел 4 Хроматографические методы исследований</b>							
4.1	Разделение веществ	10	2	2	–	6	х
	Контроль	4	х	х	–	х	4
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>–</b>	<b>54</b>	<b>4</b>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание дисциплины

###### **Раздел 1. Общая характеристика инструментальных методов исследований**

Выбор метода анализа. Критерии выбора: чувствительность, предел обнаружения, селективность, правильность, экспрессность, стоимость. Отбор пробы. Представительность пробы, усреднение, сокращение и гомогенизация проб. Подготовка пробы к анализу. Оценка правильности результатов. Критерий воспроизводимости результатов. Виды погрешностей анализа.

###### **Раздел 2. Спектральные методы исследований**

Общая характеристика спектральных методов анализа. Классификация спектральных методов анализа: атомно-спектроскопические и молекулярно-спектроскопические методы, абсорбционные и эмиссионные методы. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Общие аналитические характеристики метода. Сущность метода. Достоинства и недостатки пламенных атомизаторов по сравнению с электротермическими. Принципиальная схема атомно-абсорбционных спектрофотометров. Практическое применение атомно-абсорбционной спектроскопии. Абсорбционная спектрофотометрия растворов. Общие аналитические характеристики метода. Особенности поглощения молекулами электромагнитного излучения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Истинные и кажущиеся отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности, условия его выполнения. Принципиальные схемы устройства спектрофотометров и фотоэлектроколориметров. Методы определения содержания анализируемого вещества: метод градуировочного графика, метод добавок.

###### **Раздел 3. Электрохимические методы исследований**

Классификация электрохимических методов анализа по природе измеряемого параметра. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Индикаторные электроды: металлические и мембранные (стеклянные и ионоселективные). Устройство и принцип действия стеклянного электрода, его водородная функция. Ионоселективные электроды с твердыми, жидкими и пленочными мембранами. Хлорсереб-

ряный электрод сравнения. Потенциометрическое титрование. Типы реакций, используемых в потенциометрическом титровании и соответствующие кривые титрования. Выбор индикаторного электрода в зависимости от типа реакции и определяемого иона. Кулонометрия. Зависимость количества и массы окисленного или восстановленного в процессе электролиза вещества от количества прошедшего электричества: законы Фарадея. Кулонометры. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Вольтамперометрия. Зависимость предельного тока диффузии от концентрации электроактивного вещества. Полярография. Инверсионная вольтамперометрия с накоплением. Кондуктометрия. Электропроводность растворов, подвижность ионов. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение кондуктометрии.

#### Раздел 4. Хроматографические методы исследований

Хроматография как метод разделения и анализа веществ. Преимущества хроматографических методов. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по технике проведения анализа. Ионообменная хроматография: сущность метода, классификация ионообменных смол, емкость ионита. Газожидкостная хроматография: сущность метода, аппаратное оформление, практическое применение. Высокоэффективная жидкостная хроматография: сущность метода, аппаратное оформление, достоинства метода.

#### 4.2. Содержание лекций

№ лекции	Содержание лекции	Количество часов
1	<b>Общая характеристика физико-химических методов исследований.</b> Выбор метода анализа. Критерии выбора: чувствительность, предел обнаружения, селективность, правильность, экспрессность, стоимость. Основные физико-химические методы исследования. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа. Критерии выбора метода.	2
2	<b>Общая характеристика спектроскопических методов исследования.</b> Классификация спектральных методов анализа: атомно-спектроскопические и молекулярно-спектроскопические методы, абсорбционные и эмиссионные методы.	2
3	<b>Хроматографические методы исследования.</b> Классификация методов хроматографии (ионообменная хроматография, газожидкостная хроматография, жидкостная хроматография) Теоретические основы метода. Практическое применение.	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
1	Фотометрическое определение содержания ионов меди в растворе методом градуировочного графика	4
2	Определение содержания уксусной кислоты в растворе методом потенциометрического титрования	2
3	Кондуктометрическое определение содержания щелочи в растворе	2
4	Разделение и обнаружение ионов меди и железа с помощью бумажной хроматографии	2
	<b>Итого</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	16
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	19
Выполнение контрольной работы	19
<b>Итого</b>	<b>54</b>

В соответствии с учебным планом трудоемкость контроля составляет **4 часа**.

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Количество часов
1.	Отбор пробы. Представительность пробы, усреднение, сокращение и гомогенизация проб. Подготовка пробы к анализу. Оценка правильности результатов. Критерий воспроизводимости результатов. Виды погрешностей анализа.	10
2.	Достоинства и недостатки пламенных атомизаторов по сравнению с электротермическими. Принципиальная схема атомно-абсорбционных спектрофотометров. Практическое применение атомно-абсорбционной спектроскопии. Оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Истинные и кажущиеся отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности, условия его выполнения. Принципиальные схемы устройства спектрофотометров и фотоэлектроколориметров. Методы определения содержания анализируемого вещества: метод градуировочного графика, метод добавок.	18
3.	Классификация электрохимических методов анализа по природе измеряемого параметра. Устройство и принцип действия стеклянного электрода, его водородная функция. Ионоселективные электроды с твердыми, жидкими и пленочными мембранами. Хлорсеребряный электрод сравнения. Потенциометрическое титрование. Типы реакций, используемых в потенциометрическом титровании и соответствующие кривые титрования. Выбор индикаторного электрода в зависимости от типа реакции и определяемого иона. Кулонометры. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Полярография. Инверсионная вольтамперометрия с накоплением. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение кондуктометрии	20
4.	Ионообменная хроматография: сущность метода, классификация ионообменных смол, емкость ионита. Газожидкостная хроматография: сущность метода, аппаратное оформление, практическое применение. Высокоэффективная жидкостная хроматография: сущность метода, аппаратное оформление, достоинства метода.	6
	<b>Итого</b>	<b>54</b>

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. рекомендации для самостоятельной и контрольной работы [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия", заочная форма обучения] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - 24 с. : табл. - С прил. - Библиогр.: с. 23 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz051.pdf>  
Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz051.pdf>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Криштафович В.И. Физико-химические методы исследования. [Электронный ресурс]. М.: Дашков и К, 2016. 208 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=453028](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=453028)
2. Грандберг И. И. Органическая химия. М.: Юрайт, 2013. 608 с.
3. Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. Физико-химические методы исследования. СПб.: Лань, 2012. 480 с.
4. Основы аналитической химии. Химические методы анализа. [Электронный ресурс]. Казань: КНИТУ, 2012. 195 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259000>

### **Дополнительная:**

1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. СПб : Лань, 2014. 416 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50168>
2. Цитович И. К. Курс аналитической химии. М.: Высшая школа, 2007. 496 с.
3. Основы аналитической химии в 2-х кн. / Ю. А. Золотов [и др.]. М.: Высшая школа. Кн. 2: Методы химического анализа. 1996. 461 с.

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://ioypray.pdf>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>
4. Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. рекомендации для самостоятельной и контрольной работы [для бакалавров, обучающихся по

направлению 35.03.04 "Агрономия", заочная форма обучения] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - 24 с. : табл. - С прил. - Библиогр.: с. 23 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ  
 Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz051.pdf>  
 Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz051.pdf>

2. Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторным занятиям [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 Агрономия (заочная форма обучения)] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 24 с. : ил., табл. - С прил. - Библиогр.: с. 11-12 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ  
 Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz052.pdf>  
 Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz052.pdf>

#### 10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных: Информационная справочная система Техэксперт <http://www.cntd.ru>

Программное обеспечение

- Microsoft Win Starter 7 Russian Academic Open 1 License No Level Legalization Get Genuine, Лицензионный договор № 47544514 от 15.10.2010
- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level, Лицензионный договор № 47544515 от 15.10.2010
- Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level, Лицензионный договор № 47544515 от 15.10.2010
- Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Лицензионный договор № 17E0-161220-114550-750-604 от 20.12.16

#### 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

##### Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов

- 1 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная мультимедийным оборудованием (компьютер и видеопроектор) - 217
- 2 Лаборатория – 314 Лаборатория химии
- 3 Помещения для самостоятельной работы обучающихся – 308, малый читальный зал библиотеки.

##### Перечень основного учебно-лабораторного оборудования

1. Фотоколориметр КФК-3
2. Иономер И-130
3. Кондуктометр КСЛ-101
4. Весы электронные VIC-120 d3
5. Сушильный шкаф СНОЛ 58/350.
6. Вытяжные шкафы (2 шт.)
7. Термостат ТС-1/20 суховоздушный
8. Электрическая плитка
9. Баня лабораторная ПЭ-4300

#### 12. Инновационные формы образовательных технологий

Формы работы	Вид занятия	Лекции	ЛЗ
Работа в малых группах		–	+
Практико-ориентированное обучение на основе химического анализа		–	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине

**Б1.В.ДВ.09.01 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направление подготовки **35.03.04 Агрономия**

Профиль **Агробизнес**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	13
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	14
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП .....	16
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап .....	16
формирования компетенций .....	16
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	16
4.1.1. Контрольная работа .....	16
4.1.2. Отчет по лабораторной работе .....	17
4.1.3. Тестирование .....	17
4.1.4. Работа в малых группах .....	18
4.1.5. Практико-ориентированное обучение на основе химического анализа.....	19
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....	19
4.2.1. Зачет .....	20
4.2.2. Экзамен .....	22
4.2.3. Курсовой проект/курсовая работа.....	22

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)*	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-2 способность использовать основные законы естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся должен знать: характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации (Б1.В.ДВ.09.01 – 3.1)	Обучающийся должен уметь: демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследований, структурой и свойствами веществ (Б1.В.ДВ.09.01 – У.1)	Обучающийся должен владеть: терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований (Б1.В.ДВ.09.01 – Н.1)
ПК-3 способность к лабораторному анализу образцов почв, растений и продукции растениеводства	Обучающийся должен знать: цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений (Б1.В.ДВ.09.01 -3.2)	Обучающийся должен уметь: проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой (Б1.В.ДВ.09.01 –У.2)	Обучающийся должен владеть основными приемами работы с химической посудой и оборудованием (Б1.В.ДВ.09.01 –Н.2)

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.ДВ.09.01 – 3.1	Обучающийся не знает характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации	Обучающийся слабо знает характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации	Обучающийся знает с незначительными ошибками и отдельными пробелами характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации	Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности характеристики важнейших методов исследований; способы обобщения и обработки информации
Б1.В.ДВ.09.01 – 3.2	Обучающийся не знает цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений	Обучающийся слабо знает цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений	Обучающийся знает с незначительными ошибками и отдельными пробелами цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений	Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности цели и задачи проводимых исследований, методики проведения экспериментов и наблюдений
Б1.В.ДВ.09.01 – У.1	Обучающийся не умеет демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследований, структурой и свойствами веществ	Обучающийся слабо умеет демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследований, структурой и свойствами веществ	Обучающийся умеет с незначительными затруднениями демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследований, структурой и свойствами веществ	Обучающийся умеет применять на практике демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследований, структурой и свойствами веществ
Б1.В.ДВ.09.01 – У.2	Обучающийся не умеет проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой	Обучающийся слабо умеет проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой	Обучающийся умеет с незначительными ошибками и отдельными пробелами проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой	Обучающийся умеет на практике проводить физико-химические расчеты; пользоваться основными реактивами, химической посудой

			ческой посудой	
Б1.В.ДВ.09.01 – Н.1	Обучающийся не владеет терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований	Обучающийся слабо владеет терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований	Обучающийся владеет с небольшими затруднениями терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований	Обучающийся свободно владеет терминологией и знаниями о физико-химических методах исследований
Б1.В.ДВ.09.01 – Н.1	Обучающийся не владеет основными приемами работы с химической посудой и оборудованием	Обучающийся слабо владеет основными приемами работы с химической посудой и оборудованием	Обучающийся знает с незначительными затруднениями основными приемами работы с химической посудой и оборудованием	Обучающийся свободно владеет основными приемами работы с химической посудой и оборудованием

### **3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. рекомендации для самостоятельной и контрольной работы [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия", заочная форма обучения] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - 24 с. : табл. - С прил. - Библиогр.: с. 23 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ  
Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz051.pdf>  
Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz051.pdf>
2. Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторным занятиям [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 Агрономия (заочная форма обучения)] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 24 с. : ил., табл. - С прил. - Библиогр.: с. 11-12 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ  
Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz052.pdf>  
Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz052.pdf>

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций по дисциплине «Физико-химические методы исследований», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

##### **4.1.1. Контрольная работа**

Контрольная работа используется для самостоятельного освоения студентом образовательной программы по темам дисциплины. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы изложены в методических рекомендациях: Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. рекомендации для самостоятельной и контрольной работы [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия", заочная форма обучения] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - 24 с. : табл. - С прил. - Библиогр.: с. 23 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ  
Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz051.pdf>.  
Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz051.pdf>

Контрольная работа оценивается отметкой «зачтено» или «не зачтено».

Общая оценка контрольной работы складывается из оценок по отдельным заданиям с учетом качества выполнения и оформления работы.

Отметка выставляется на титульном листе работы и заверяется подписью преподавателя. Уровень качества письменной контрольной работы студента определяется с использованием следующей системы оценок.

«Зачтено» выставляется, в случае если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала по предложенным вопросам; хорошо владеет основными терминами и понятиями; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материа-

лы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемых вопросов и заданий; показывает умение формулировать выводы и обобщения по теме заданий.

«Не зачтено» – выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения материала; неудовлетворительном знании базовых терминов и понятий курса, отсутствии логики и последовательности в изложении ответов на предложенные вопросы; если не выполнены один или несколько заданий контрольной работы.

Контрольная работа, выполненная небрежно, не по своему варианту, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин, которые доводятся до студента. В этом случае контрольная работа выполняется повторно.

При выявлении заданий, выполненных самостоятельно, преподаватель вправе провести защиту студентами своих работ. По результатам защиты преподаватель выносит решение либо о зачете контрольной работы, либо об ее возврате с изменением варианта. Защита контрольной работы предполагает свободное владение студентом материалом, изложенным в работе и хорошее знание учебной литературы, использованной при написании.

#### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать изучаемые явления и процессы;</li> <li>- способность разрешать конкретные ситуации (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании изучаемых явлений и процессов, искажен их смысл, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### 4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов. По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания (% правильных ответов)</b>
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания изложены в методических указаниях: Физико-химические методы исследований [Электронный ресурс] : метод. рекомендации для самостоятельной и контрольной работы [для бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия", заочная форма обучения] / сост. Е. С. Пестрикова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2016. - 24 с. : табл. - С прил. - Библиогр.: с. 23 (11 назв.). Место хранения: ЭБ ИАЭ Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz051.pdf> Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz051.pdf>

#### 4.1.4. Работа в малых группах

Работа в малых группах предоставляет всем участникам возможность действовать, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, владение приемами активного слушания, выработки общего решения, разрешения возникающих разногласий). Работу в группах следует использовать, когда необходимо решить проблему, с которой тяжело справиться индивидуально, когда имеется информация, опыт, ресурсы для взаимного обмена, когда одним из ожидаемых учебных результатов является приобретение навыка работы в команде.

В группах из двух человек высокий уровень обмена информацией и меньше разногласий, но выше и вероятность возникновения напряженности. В случае несогласия участников обсуждение может зайти в тупик, так как в такой группе не найдется ни союзника, ни арбитра.

В группе из трех человек есть опасность подавления более слабого члена группы. Тем не менее группы из трех человек являются наиболее стабильными, участники в них могут вставать на сторону друг друга, выступать в качестве посредников, арбитров, в таких группах легче улаживаются разногласия.

Вообще в группах с четным количеством членов разногласия уладить труднее, чем в группах с нечетным количеством. При нечетном составе группы можно выйти из тупика путем уступки мнению большинства.

В группе из пяти человек больше вероятность, что никто не останется в меньшинстве в одиночку. В такой группе достаточно много участников для выработки различных мнений и продуктивного обмена информацией. В то же время у каждого имеется возможность внести свой вклад в работу, услышать другого и быть услышанным самому.

При выполнении лабораторных работ по дисциплине рекомендованы группы по 2-3 человека. Работа в группах осуществляется при подготовке, выполнении лабораторной работы, а также подведении итогов и ее сдачи.

Шкала и критерии оценивания результата работы в малых группах представлены в таблице:

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	- студент полно усвоил учебный материал; - проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации; - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности

	<p>довательности, точно используется терминология;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

#### 4.1.5. Практико-ориентированное обучение на основе химического анализа

Практико-ориентированное обучение позволяет активизировать познавательную деятельность обучающихся, задействовать эмоциональную сферу, жизненный опыт, способствовать включению обучающихся в познавательный процесс. Структура практико-ориентированной задачи, включающая знание – понимание – применение – анализ – синтез – оценку и многократно примененная на занятиях, позволит вооружить обучающихся алгоритмом решения проблемных задач, возникающих в реальной жизни.

По результатам работы выставляется оценка «зачтено» или «незачтено». Критерии оценивания указаны ниже:

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал и свободно им владеет;</li> <li>- знает, понимает и правильно использует в речи профессиональную терминологию;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации;</li> <li>- способен соотносить и интегрировать теоретические знания с реальными профессиональными потребностями;</li> <li>- владеет основным профессиональным инструментарием;</li> <li>- продемонстрирована сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков.</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий и при использовании терминологии;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Форма(ы) проведения зачета (*устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.*) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса, или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы). Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях.
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Перечень вопросов к зачету

1. Классификация методов физико-химических методов исследования.
2. Критерии выбора метода: чувствительность, предел обнаружения, селективность, правильность, экспрессность, стоимость.
3. Отбор пробы. Представительность пробы, усреднение, сокращение и гомогенизация проб. Подготовка пробы к анализу. Требования различных физико-химических методов к пробоподготовке, химическим формам и матрице.
4. Аналитический сигнал и способы его измерения.
5. Оценка правильности результатов. Критерий воспроизводимости результатов.
6. Общая характеристика спектральных методов анализа. Классификация спектральных методов анализа: атомно-спектроскопические и молекулярно-спектроскопические методы, абсорбционные и эмиссионные методы.
7. Атомно-эмиссионная фотометрия пламени
8. Эмиссионные пламенные фотометры, принципиальная схема.
9. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Общие аналитические характеристики метода. Сущность метода: особенности поглощения атомами электромагнитного излучения.
10. Принципиальная схема атомно-абсорбционных спектрофотометров.
11. Абсорбционная спектрофотометрия растворов. Общие аналитические характеристики метода. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон аддитивности, условия его выполнения.
12. Принципиальные схемы устройства спектрофотометров и фотоэлектроколориметров.
13. Методы определения содержания анализируемого вещества: метод градуировочного графика, метод добавок.
14. Методы турбидиметрии и нефелометрии. Основное уравнение, используемое в турбидиметрических методах анализа, и величины, входящие в это уравнение. Достоинства и недостатки методов нефелометрии и турбидиметрии.

15. Процессы, происходящие в электрохимических ячейках на поверхности электродов и в при-электродном пространстве в результате протекания электрического тока.
16. Классификация электрохимических методов анализа по природе измеряемого параметра.
17. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Индикаторные электроды и электроды сравнения.
18. Устройство и принцип действия стеклянного электрода, его водородная функция..
19. Ионоселективные электроды с твердыми, жидкими и пленочными мембранами.
20. Хлорсеребряный электрод сравнения.
21. Потенциометрическое титрование. Типы реакций, используемых в потенциометрическом титровании и соответствующие кривые титрования.
22. Кулонометрия. Законы Фарадея. Кулонометры. Вольтамперометрия.
23. Кондуктометрия. Электропроводность растворов, подвижность ионов. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение кондуктометрии.
24. Назначение электродов сравнения и требования, предъявляемые к ним. Приведите примеры электродов I и II рода.
25. Устройство и области применения стеклянного электрода.
26. Хроматография как метод разделения и анализа веществ. Классификация хроматографических методов.

#### 4.2.2. Экзамен

Экзамен не предусмотрен учебным планом

#### 4.2.3. Курсовой проект/курсовая работа

Курсовой проект/курсовая работа не предусмотрены учебным планом



