

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агrobiотехнологии  
Дата подписания: 17.07.2023 11:18:03  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f702ce655



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт агrobiотехнологий  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института агrobiотехнологий

Л. Белопухов

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.07 ХИМИЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.04 – Агронимия

Направленность: селекция и генетика сельскохозяйственных культур, агробизнес, защита растений и фитосанитарный контроль, агроменеджмент

Курс 1

Семестр 1, 2

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2021

Москва, 2021

Разработчики: Багнавец Наталья Леонидовна, к.т.н., доцент  
Елисеева Ольга Владимировна, к.б.н.

«26» 08 2021 г.

Рецензент: Борисов Б.А., д.б.н., доцент

«26» 08 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 – «Агрономия».

Программа обсуждена на заседании кафедры химии  
протокол № 1 от «26» августа 2021 г.

Зав. кафедрой Дмитриевская И.И., д.с.-х.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» 08 2021 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии  
института агробиотехнологий

Попченко М.И. к.б.н., доцент

(подпись)

протокол №1

«13» 09 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой генетики,  
биотехнологии, селекции и семеноводства  
Пыльнев В.В., д.б.н., профессор

Заведующий выпускающей кафедрой защиты  
растений и фитосанитарного контроля  
Джалилов Ф.С.-У., д.б.н., профессор

Заведующий выпускающей кафедрой  
растениеводства и луговых систем  
Шитикова А.В., д.с.-х.н., доцент

И.о. заведующего кафедрой земледелия  
и методики опытного дела  
Полин В.Д., к.с.-х.н., доцент

«10» 09 2021 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

у Ермакова Я.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>8</b>
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	<b>11</b>
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>21</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>21</b>
6.1 КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, КОЛЛОКВИУМ, ЭКЗАМЕН .....	<b>21</b>
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	<b>29</b>
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>30</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	<b>30</b>
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	<b>30</b>
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	<b>31</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>31</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>31</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>34</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	<b>35</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>35</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины  
«Б1.О.07 Химия» для подготовки бакалавра по направлению  
35.03.04 – «Агрономия», направленностям (профилям) «Селекция  
и генетика сельскохозяйственных культур», «Агробизнес», «Защита  
растений и фитосанитарный контроль», «Агроменеджмент»**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний в области общей, неорганической и аналитической химии; приобретение умений и навыков в области химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы с целью осознанного решения комплексных задач, возникающих в практической деятельности. Полученные знания позволят не только успешно осваивать последующие дисциплины, но и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина включена в цикл Б1, обязательная часть, дисциплина осваивается в 1 и 2 семестрах по направлению подготовки 35.03.04 – «Агрономия».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1, индикаторы: ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3.

**Краткое содержание дисциплины:** основные законы стехиометрии, растворы электролитов, способы выражения состава растворов, сильные и слабые электролиты, определение водородного показателя в растворах различного состава; гидролиз солей; химическая кинетика, химическое равновесие; окислительно-восстановительные процессы; периодический закон Д.И. Менделеева, строение атома; основные положения теории химической связи, комплексные соединения. Предмет и задачи аналитической химии, классификация методов аналитической химии, качественный и количественный анализ, основные методы количественного анализа, титриметрический анализ, кислотно-основное, комплексонометрическое и окислительно-восстановительное титрование, гравиметрический анализ, статистическая обработка результатов анализа.

**Общая трудоемкость дисциплины: 216/6 (часов/зач.ед.)**

**Промежуточный контроль: экзамен в 1 семестре; зачет во 2 семестре**

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Химия» является освоение студентами теоретических и практических знаний в области общей, неорганической и аналитической химии; приобретение умений и навыков в области химических и физико-химических методов исследования для анализа объектов агросферы с целью осознанного решения комплексных задач, возникающих в практической деятельности. Полученные знания позволят не только успешно осваивать последующие дисциплины, но и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Химия» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана. Дисциплина «Химия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.04 – «Агрономия».

Дисциплина «Химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Агрометеорология», «Сельскохозяйственная экология», «Безопасность жизнедеятельности», «Агрохимия» и др.

Особенностью дисциплины является связь химических знаний и навыков с комплексом профессиональных задач по агротехнологии.

Рабочая программа дисциплины «Химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ в двух семестрах представлено в таблице 2.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК – 1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1. Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии	основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач; способности статистической обработки результатов анализа; строение молекул основных классов органических соединений, зависимость химических свойств соединений от наличия функциональных групп и их взаимного расположения	подготовить материалы к защите исследовательской работы, представить результаты исследований; решать задачи по идентификации органических соединений с использованием химических и физико-химических методов исследования	основными приемами работы в химической лаборатории, статистическими методами обработки результатов экспериментов; анализом научной и специальной литературы
			ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агрономии	основные правила работы с вредными и токсичными химическими соединениями, их свойствами, возможные последствия химизации; строение и свойства природных органических соединений: жиров, сахаров, аминокислот	готовить растворы заданного состава и производить необходимые расчеты; использовать лабораторное оборудование и приборы для решения практических задач	навыками работы в химической лаборатории и проведением экспериментов с соблюдением правил техники безопасности
			ОПК-1.3. Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агрономии	требования к подготовке презентационных материалов, требования к процедуре защиты исследовательских работ	использовать стандартное программное обеспечение и пакеты прикладных компьютерных химических программ	коммуникативными умениями; навыками работы с компьютерными химическими программами

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№1	№2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>100,65</b>	<b>52,4</b>	<b>48,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>100,65</b>	<b>52,4</b>	<b>48,25</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	32	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	66	34	32
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,4	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>115,35</b>	<b>55,6</b>	<b>59,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	81,75	31	50,75
<i>Подготовка к экзамену, зачету (контроль)</i>	33,6	24,6	9
Вид промежуточного контроля:		Экзамен	Зачет

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№1	№2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>24,65</b>	<b>12,4</b>	<b>12,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,65</b>	<b>12,4</b>	<b>12,25</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	10	6	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	14	6	8
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,4	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>191,35</b>	<b>95,6</b>	<b>95,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка материала учебников и учебных пособий и т.д.)</i>	178,75	87	91,75
<i>Подготовка к экзамену, зачёту (контроль)</i>	12,6	8,6	4
Вид промежуточного контроля:	-	экзамен	зачёт

**4.2 Содержание дисциплины**  
**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Теоретические основы общей и неорганической химии»	<b>73</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	-	<b>27</b>
Раздел 2 «Химия элементов»	<b>8</b>	<b>4</b>	-	-	<b>4</b>
Консультация перед экзаменом	<b>2</b>	-	-	2	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>0,4</b>	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>24,6</b>	-	-	-	24,6
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>2,4</b>	<b>55,6</b>
<b>Раздел 1 «Титриметрический анализ»</b>	<b>89</b>	<b>12</b>	<b>32</b>	-	<b>45</b>
Тема 1 «Кислотно-основное титрование»	37	6	16	-	15
Тема 2 «Комплексонометрическое титрование»	25	2	8	-	15
Тема 3 «Окислительно-восстановительное титрование»	27	4	8	-	15
<b>Раздел 2 «Гравиметрический анализ»</b>	<b>9,75</b>	<b>4</b>	-	-	<b>5,75</b>
Тема 4 «Гравиметрический анализ»	9,75	4	-	-	5,75
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	<b>0,25</b>	-	-	0,25	-
Подготовка к зачёту (контроль)	<b>9</b>	-	-	-	<b>9</b>
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>0,25</b>	<b>59,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>66</b>	<b>0,65</b>	<b>90,75</b>

**ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Теоретические основы общей и неорганической химии»	<b>70</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	-	<b>60</b>
Раздел 2 «Химия элементов»	<b>29</b>	<b>2</b>	-	-	<b>27</b>
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>0,4</b>	-	-	0,4	-
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>8,6</b>	-	-	-	8,6
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0,4</b>	<b>95,6</b>
<b>Раздел 1 «Титриметрический анализ»</b>	<b>81</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-	<b>69</b>
Тема 1 «Кислотно-основное титрование»	29	2	4	-	23
Тема 2 «Комплексонометрическое титрование»	26	1	2	-	23
Тема 3 «Окислительно-восстановительное титрование»	26	1	2	-	23



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 2 «Гравиметрический анализ»</b>	<b>22,75</b>	-	-	-	<b>22,75</b>
Тема 4 «Гравиметрический анализ»	22,75	-	-	-	22,75
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	<b>0,25</b>	-	-	0,25	-
Подготовка к зачёту (контроль)	<b>4</b>	-	-	-	4
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0,25</b>	<b>95,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0,65</b>	<b>191,35</b>

## Семестр 1

### Раздел 1. «Теоретические основы общей и неорганической химии»

#### Тема 1. «Основные понятия и законы химии»

Основные законы стехиометрии. Моль. Химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента.

#### Тема 2. «Растворы»

Причины образования растворов. Растворы сильных и слабых электролитов. Способы выражения состава растворов. Взаимодействие ионов в растворах сильных электролитов. Активность и коэффициенты активности. Ионная сила. Закон разбавления Оствальда. Константа и степень диссоциации. pH раствора. Определение водородного показателя. Индикаторы. Буферные растворы. Гидролиз солей. Типы гидролиза. Константа и степень гидролиза. Определение pH в растворах солей.

#### Тема 3. «Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»

Скорость химических реакций. Факторы, от которых зависит скорость реакции. Закон действующих масс. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Катализ. Химическое равновесие. Константа равновесия и ее зависимость от различных факторов. Принцип Ле Шателье.

**Тема 4. «Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения»**

Строение атома. Основные характеристики атомов. Ядро атома. Нуклоны. Электронное строение атома. Квантовые числа электронов. Основные квантовые законы. Распределение электронов по орбиталиям. Правило Клечковского. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура периодической системы. Основные характеристики атомов: потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Химическая связь. Типы химической связи. Основные характеристики химической связи. Длина, энергия связи. Понятие о гибридизации. Комплексные соединения. Структура комплексных соединений. Атом комплексообразователь, лиганды. Хелатные соединения. Прочность внутренней сферы. Частная и общая константы устойчивости и нестойкости.

#### Тема 5. «Окислительно-восстановительные реакции»

Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции: определение и типы реакций. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Важнейшие окислители и восстановители. Метод полуреакций. Расчет электродвижущей силы окислительно-восстановительных реакций.

### Раздел 2. «Химия элементов»

#### Тема 6. «Сравнительная характеристика химических свойств элементов I–IV групп»

Сравнительная характеристика химических свойств элементов I–IVA групп. Электронная структура и свойства щелочных и щелочно-земельных металлов. Основные реакции.  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  в живой клетке, роль магния в хлорофилле,  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  в ферментативных реакциях; жёсткость воды, известкование и гипсование почв. Электронная

структура и свойства элементов III. Бор и алюминий. Основные реакции. Характеристика элементов IV группы. Углерод и его химические свойства.

**Тема 7.** «Сравнительная характеристика химических свойств элементов V – VII групп»

Электронная структура элементов VA- группы и ее связь с химическими свойствами. Химия азота, основные соединения, ключевые реакции. Проблема связанного азота. Азотные удобрения. Химия фосфора, основные соединения, ключевые реакции. Фосфорные удобрения. Электронная структура элементов VI группы и ее связь с химическими свойствами. Кислород и сера. Основные соединения, ключевые реакции. Электронная структура элементов VII группы и ее связь с химическими свойствами. Галогены: основные соединения и ключевые реакции. Особенности химии фтора и отличия от химии хлора, брома, йода.

## **Семестр 2**

### **Раздел 1 «Титриметрический анализ»**

#### **Тема 1 «Кислотно-основное титрование»**

Закон эквивалентов; техника титрования; способы титрования; стандартные вещества; требования к стандартным веществам; стандартные растворы; первичные стандартные растворы; вторичные стандартные растворы; рабочие растворы; стандартизированные растворы; требования к реакциям; применяемым в титриметрическом анализе; основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании; основные стандартные вещества в кислотно-основном титровании; вещества, определяемые методом кислотно-основного титрования; построение кривых титрования; фиксирование точки эквивалентности, выбор индикатора; приготовление рабочих растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия; приготовление стандартного раствора соды (карбоната натрия); стандартизация рабочих растворов; определение содержания хлороводородной и фосфорной кислот в растворах; жёсткость воды; определение жёсткости воды; вычисление результатов; ошибки кислотно-основного титрования.

#### **Тема 2 «Комплексонометрическое титрование»**

Комплексные соединения; комплексообразователи; комплексоны; комплексон III (ЭДТА); дентатность; лиганды; хелаты; хелатный эффект; комплексонометрия; фиксирование точки эквивалентности, металлоиндикаторы; эриохром чёрный Т; мурексид; техника комплексонометрического титрования; вещества, определяемые методом комплексонометрического титрования; основные стандартные и рабочие растворы метода; приготовление стандартного раствора ЭДТА; определение содержания магния в растворе; определение содержания магния и кальция в растворе при совместном присутствии; маскирующие агенты; разделение ионов; вычисление результатов; ошибки комплексонометрического титрования.

#### **Тема 3 «Окислительно-восстановительное титрование»**

Окислительно-восстановительные реакции; окислительно-восстановительные потенциалы; техника окислительно-восстановительного титрования; перманганатометрия; дихроматометрия; иодометрия; основные рабочие растворы методов; основные стандартные растворы; способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании; редокс-индикаторы; безиндикаторное титрование; автокатализ; приготовление рабочего раствора перманганата калия; приготовление стандартного раствора оксалата натрия; стандартизация раствора перманганата калия; определение железа перманганатометрическим методом; вычисление результатов; ошибки метода окислительно-восстановительного титрования.

### **Раздел 2 «Гравиметрический анализ»**

#### **Тема 4 «Гравиметрический анализ»**

Техника проведения гравиметрического анализа; осадки: кристаллические осадки, аморфные осадки; осадитель; выбор осадителя; количество осадителя; осаждение; осаждаемая форма; гравиметрическая (весовая) форма; требования к осаждаемой и весовой формам; фактор пересчета; произведение растворимости; растворимость; условия

образования и выпадения осадка; центр кристаллизации; маскирующие агенты; разделение ионов; соосаждение; адсорбция; окклюзия; изоморфизм; одноименные ионы; солевой эффект; температура; природа растворителя; реакция среды; старение осадка; техника взвешивания на аналитических весах; точность взвешивания; постоянная масса; декантация; фильтрование; промывание осадка; озоление; прокаливание; вычисление результатов в гравиметрическом анализе; ошибки в гравиметрическом анализе.

#### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Семестр 1. Раздел 1. Теоретические основы неорганической химии</b>				<b>46</b>
	Тема 1. Основные понятия и законы химии	Лекция № 1. «Основные законы стехиометрии. Понятие химического эквивалента. Фактор эквивалентности.»	ОПК-1	-	1
	Тема 2. Растворы	Лекция № 1. Причины образования растворов. Качественные и количественные характеристики растворов.		-	1
		Лабораторная работа № 1. «Приготовление растворов заданного состава»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	6
		Лекция № 2. Сильные и слабые электролиты. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Буферные растворы.		-	2
		Лабораторная работа № 3. «Экспериментальное определение водородного показателя»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	4
		Лекция № 3. Гидролиз солей		-	2
		Лабораторная работа № 4. «Изучения влияния природы соли, температуры и концентрации раствора на процесс		защита лабораторной работы, индивидуальное	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		гидролиза»		задание, контрольная работа	
	Тема 3. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие	Лекция № 4. Химическая кинетика. Химическое равновесие		-	2
		Лабораторная работа № 5. «Смещение химического равновесия»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, опрос по темам 1-3	4
	Тема 4. Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения	Лекция № 5. Строение атома. Периодический закон Д.И. Менделеева Химическая связь. Комплексные соединения		-	2
		Лабораторная работа № 6. «Изучение свойств комплексных соединений»		защита лабораторной работы	2
	Тема 5. Окислительно-восстановительные реакции	Лекция № 6. Окислительно-восстановительные реакции		-	2
		Лабораторная работа № 7. «Окислительно-восстановительные реакции»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	14
2	<b>Раздел 2. Химия элементов</b>				<b>4</b>
	Тема 6. Сравнительная характеристика химических свойств элементов I–IV групп	Лекция 7. Сравнительная характеристика химических свойств элементов I–IV групп	ОПК-1	-	2
	Тема 7. Сравнительная характеристика химических свойств элементов V – VIII групп	Лекция 8. Сравнительная характеристика химических свойств элементов V – VIII групп		-	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	VIII групп				
<b>Семестр 2</b>					
1	<b>Раздел 1. Титриметрический анализ</b>				<b>44</b>
	Тема 1. Кислотно-основное титрование	Лекция № 1. Предмет и задачи аналитической химии. Физический, химический и физико-химический анализ. Качественный и количественный анализ.	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа № 1. «Приготовление рабочего раствора хлороводородной кислоты».		-	2
		Лабораторная работа № 2. «Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия».		-	2
		Лабораторная работа № 3. «Приготовление стандартного раствора карбоната натрия».		-	2
		Лекция № 2. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование.		-	2
		Лабораторная работа № 4. «Стандартизация рабочего раствора хлороводородной кислоты».		-	2
		Контрольная лабораторная работа № 5. «Определение карбонатной жёсткости воды». Построение кривых титрования.		защита лабораторных работ	4
		Лекция № 3. Ошибки в аналитических определениях		-	2
		Лабораторная работа № 6. «Стандартизация рабочего раствора гидроксида натрия».		индивидуальное задание, контрольная работа	2
		Контрольная лабораторная работа № 7. «Определение хлороводородной кислоты».		защита лабораторных работ, коллоквиум	2
	Тема 2. Комплексонометрическое титро-	Лекция № 4. Комплексонометрическое титрование	-	2	
		Лабораторная работа № 8. «Приготовление стандартно-	индивидуальное задание	2	

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	вание	го раствора ЭДТА».		защита лабораторных работ, контрольная работа	2
		Контрольная лабораторная работа № 9. «Определение содержания магния».			
		Контрольная лабораторная работа № 10. «Определение содержания магния и кальция при совместном присутствии».			
	Тема 3. Окислительно-восстановительное титрование	Лекция № 5. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия.		-	2
		Лабораторная работа № 11. «Приготовление рабочего раствора перманганата калия».		индивидуальное задание	2
		Лабораторная работа № 12. «Приготовление стандартного раствора оксалата натрия».		-	2
		Лекция № 6. Окислительно-восстановительное титрование. Иодометрия.		-	2
		Лабораторная работа № 13. «Стандартизация рабочего раствора перманганата калия».		контрольная работа	2
		Контрольная лабораторная работа № 14. «Определение железа».		защита лабораторных работ, коллоквиум	2
		<b>Раздел 2. Гравиметрический анализ</b>			
2	Тема 4. Гравиметрический анализ	Лекция № 7. «Гравиметрический анализ»	ОПК-1	-	4

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
-------	------------------------	-------------------------------------------	-------------------------	------------------------------	--------------

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Семестр 1. Раздел 1. Теоретические основы неорганической химии</b>				<b>10</b>
	Тема 2. Растворы	Лекция № 1. Причины образования растворов. Сильные и слабые электролиты. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Буферные растворы. Гидролиз солей.	ОПК-1	индивидуальное домашнее задание	2
		Лабораторная работа № 1. «Экспериментальное определение водородного показателя»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание	2
		Лабораторная работа № 2. «Изучения влияния природы соли, температуры и концентрации раствора на процесс гидролиза»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа	2
	Тема 3. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие	Лекция № 2. Химическая кинетика. Химическое равновесие.		-	2
		Лабораторная работа № 3. «Смещение химического равновесия»		защита лабораторной работы, индивидуальное задание	2
2	<b>Раздел 2. Химия элементов</b>				<b>2</b>
Тема 6-7. Сравнительная характеристика химических свойств элементов I–IV групп	Лекция 3. Сравнительная характеристика химических свойств элементов Периодической системы элементов. Биогенные элементы.	ОПК-1	-	2	
3.	<b>Семестр 2. Раздел 1. Титриметрический анализ</b>				<b>12</b>
	Тема 1. Кислотно-основное титрование	Лекция № 1. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование	ОПК-1	-	2
		Лабораторная работа № 1. «Приготовление стандартного раствора карбоната натрия».		защита лабораторных работ, индивидуальное задание	2
		Лабораторная работа № 2, 3. «Стандартизация рабочего			2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		раствора хлороводородной кислоты», «Определение карбонатной жёсткости воды».			
	Тема 2, 3. Комплексонометрическое титрование. Окислительно-восстановительное титрование	Лекция № 2. Комплексонометрическое титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия		-	2
		Лабораторная работа № 4. «Определение содержания магния».		защита лабораторных работ, индивидуальное задание	2
		Лабораторная работа № 5. «Определение железа».		защита лабораторных работ, индивидуальное задание	2

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Семестр 1. Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии</b>		
1.	Тема 1. Основные понятия и законы химии	Основные законы стехиометрии. Моль. Химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. (компетенция ОПК-1)
2.	Тема 2. Растворы	Причины образования растворов. Способы выражения состава раствора: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалентов, титр. Сильные и слабые электролиты. Коэффициенты активности, ионная сила. Случаи расчета рН в растворах разной природы. Гидролиз солей. Константа гидролиза, рН в растворах солей, степень гидролиза. Способы написания реакций гидролиза. (компетенция ОПК-1)
3.	Тема 3. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие	Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Уравнения Вант Гоффа, Аррениуса. Энергия активации. Катализ. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье. Решение задач на равновесие методом таблиц. (компетенция ОПК-1)
4.	Тема 4. Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения	Атом как электронейтральная частица. Двойственность свойств элементарных частиц. Электронное строение атома. Физический смысл квантовых чисел. Связь свойств атомов химических элементов с их положением в периоди-



№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		ческой системе Менделеева и их периодическое изменение. Причины образования химической связи. Типы химической связи. Основные характеристики ионной и ковалентной связи. Природа химической связи в комплексных соединениях. Прочность комплексных соединений. Строение и названия комплексных соединений. Координационное число и дентатность. Частные и общие константы устойчивости и нестойкости. (компетенция ОПК-1)
5.	Тема 5. Окислительно-восстановительные реакции	Классификация окислительно-восстановительных реакций. Основные окислители и восстановители. Метод полуреакций. Уравнение Нернста. Пользование таблицами электродных потенциалов. Вычисление ЭДС. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 2. Химия элементов</b>		
6.	Тема 6. Сравнительная характеристика химических свойств элементов I – IV групп	Особенности строения атома водорода, физические и химические свойства водорода. Основные свойства щелочных и щелочно-земельных металлов, их значение в природе. Основные свойства бора и алюминия и их соединений. Основные свойства углерода и кремния, а также их оксидов и гидроксидов. (компетенция ОПК-1)
7.	Тема 7. Сравнительная характеристика химических свойств элементов V – VIII групп	Химия азота, фосфора, кислорода и серы. Азотные и фосфорные удобрения. Свойства галогенов. Понятие о пестицидах. Экологические аспекты применения химических средств при выращивании сельскохозяйственных культур. (компетенция ОПК-1)
<b>Семестр 2</b>		
<b>Раздел 1. Титриметрический анализ</b>		
1	Тема 1. Кислотно-основное титрование	Закон эквивалентов; техника титрования; способы титрования; стандартные вещества; требования к стандартным веществам; стандартные растворы; первичные стандартные растворы; вторичные стандартные растворы; рабочие растворы; стандартизированные растворы; требования к реакциям; применяемым в титриметрическом анализе; основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании; основные стандартные вещества в кислотно-основном титровании; вещества, определяемые методом кислотно-основного титрования; построение кривых титрования; фиксирование точки эквивалентности, выбор индикатора; приготовление рабочих растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия; приготовление стандартного раствора соды (карбоната натрия); стандартизация рабочих растворов; определение содержания хлороводородной и фосфорной кислот в растворах; жёсткость воды; определение жёсткости воды; вычисление результатов; ошибки кислотно-основного титрования.
2	Тема 2. Комплексонометрическое титрование	Комплексные соединения; комплексообразователи; комплексоны; комплексон III (ЭДТА); дентатность; лиганды; хелаты; хелатный эффект; комплексонометрия; фиксирование точки эквивалентности, металлоиндикаторы; эриохром чёрный Т; мурексид; техника комплексонометрического

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		титрования; вещества, определяемые методом комплексонометрического титрования; основные стандартные и рабочие растворы метода; приготовление стандартного раствора ЭДТА; определение содержания магния в растворе; определение содержания магния и кальция в растворе при совместном присутствии; маскирующие агенты; разделение ионов; вычисление результатов; ошибки комплексонометрического титрования.
3	Тема 3. Окислительно-восстановительное титрование	Окислительно-восстановительные реакции; окислительно-восстановительные потенциалы; техника поокислительно-восстановительного титрования; перманганатометрия; дихроматометрия; иодометрия; основные рабочие растворы методов; основные стандартные растворы; способы фиксации точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании; редокс-индикаторы; безиндикаторное титрование; автокатализ; приготовление рабочего раствора перманганата калия; приготовление стандартного раствора оксалата натрия; стандартизация раствора перманганата калия; определение железа перманганатометрическим методом; вычисление результатов; ошибки метода окислительно-восстановительного титрования.
<b>Раздел 2. Гравиметрический анализ</b>		
4	Тема 4. Гравиметрический анализ	Техника проведения гравиметрического анализа; осадки: кристаллические осадки, аморфные осадки; осадитель; выбор осадителя; количество осадителя; осаждение; осаждаемая форма; гравиметрическая (весовая) форма; требования к осаждаемой и весовой формам; фактор пересчета; произведение растворимости; растворимость; условия образования и выпадения осадка; центр кристаллизации; маскирующие агенты; разделение ионов; соосаждение; адсорбция; окклюзия; изоморфизм; одноименные ионы; солевой эффект; температура; природа растворителя; реакция среды; старение осадка; техника взвешивания на аналитических весах; точность взвешивания; постоянная масса; декантация; фильтрование; промывание осадка; озоление; прокаливание; вычисление результатов в гравиметрическом анализе; ошибки в гравиметрическом анализе.

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Семестр 1. Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии</b>		
1.	Тема 1. Основные понятия и законы химии	Основные законы стехиометрии. Моль. Химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. (компетенция ОПК-1)
2.	Тема 2. Растворы	Причины образования растворов. Способы выражения состава

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		раствора: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалентов, титр. Сильные и слабые электролиты. Расчеты pH в растворах разной природы. Гидролиз солей. Константа гидролиза, pH в растворах солей, степень гидролиза. Способы написания реакций гидролиза. (компетенция ОПК-1)
3.	Тема 3. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие	Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Уравнения Вант Гоффа, Аррениуса. Энергия активации. Катализ. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье. Решение задач на равновесие методом таблиц. (компетенция ОПК-1)
4.	Тема 4. Строение атома. Периодическая система. Химическая связь. Комплексные соединения	Атом как электронейтральная частица. Двойственность свойств элементарных частиц. Электронное строение атома. Связь свойств атомов химических элементов с их положением в периодической системе Менделеева и их периодическое изменение. Причины образования химической связи. Типы химической связи. Основные характеристики ионной и ковалентной связи. Природа химической связи в комплексных соединениях. Прочность комплексных соединений. Строение и названия комплексных соединений. Координационное число и дентатность. Частные и общие константы устойчивости и нестойкости. (компетенция ОПК-1)
5.	Тема 5. Окислительно-восстановительные реакции	Классификация окислительно-восстановительных реакций. Основные окислители и восстановители. Метод полуреакций. Уравнение Нернста. Пользование таблицами электродных потенциалов. Вычисление ЭДС. (компетенция ОПК-1)
<b>Раздел 2. Химия элементов</b>		
6.	Тема 6. Сравнительная характеристика химических свойств элементов I –IV групп	Особенности строения атома водорода, физические и химические свойства водорода. Основные свойства щелочных и щелочно-земельных металлов, их значение в природе. Основные свойства бора и алюминия и их соединений. Основные свойства углерода и кремния, а также их оксидов и гидроксидов. (компетенция ОПК-1)
7.	Тема 7. Сравнительная характеристика химических свойств элементов V – VIII групп	Химия азота, фосфора, кислорода и серы. Азотные и фосфорные удобрения. Свойства галогенов. Понятие о пестицидах. Экологические аспекты применения химических средств при выращивании сельскохозяйственных культур. (компетенция ОПК-1)
<b>Семестр 2. Раздел 1. Титриметрический анализ</b>		
1	Тема 1. Кислотно-основное титрование	Закон эквивалентов; техника титрования; способы титрования; стандартные вещества; требования к стандартным веществам; стандартные растворы; первичные стандартные растворы; вторичные стандартные растворы; рабочие растворы; стандартизированные растворы; требования к реакциям; применяемым в титриметрическом анализе; основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании; основные стандартные вещества в кислотно-основном титровании; вещества, определяемые методом кислотно-основного титрования; построение кривых титрования; фиксирование точки эквивалентности, выбор индикатора; приготовление рабочих растворов хлороводородной

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		кислоты и гидроксида натрия; приготовление стандартного раствора соды (карбоната натрия); стандартизация рабочих растворов; определение содержания хлороводородной и фосфорной кислот в растворах; жёсткость воды; определение жёсткости воды; вычисление результатов; ошибки кислотно-основного титрования.
2	Тема 2. Комплексонометрическое титрование	Комплексные соединения; комплексообразователи; комплексоны; комплексон III (ЭДТА); дентатность; лиганды; хелаты; хелатный эффект; комплексонаты; фиксирование точки эквивалентности, металлоиндикаторы; эриохром чёрный Т; мурексид; техника комплексонометрического титрования; вещества, определяемые методом комплексонометрического титрования; основные стандартные и рабочие растворы метода; приготовление стандартного раствора ЭДТА; определение содержания магния в растворе; определение содержания магния и кальция в растворе при совместном присутствии; маскирующие агенты; разделение ионов; вычисление результатов; ошибки комплексонометрического титрования.
3	Тема 3. Окислительно-восстановительное титрование	Окислительно-восстановительные реакции; окислительно-восстановительные потенциалы; техника поокислительно-восстановительного титрования; перманганатометрия; дихроматометрия; иодометрия; основные рабочие растворы методов; основные стандартные растворы; способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании; редокс-индикаторы; безындикаторное титрование; автокатализ; приготовление рабочего раствора перманганата калия; приготовление стандартного раствора оксалата натрия; стандартизация раствора перманганата калия; определение железа перманганатометрическим методом; вычисление результатов; ошибки метода окислительно-восстановительного титрования.
<b>Раздел 2. Гравиметрический анализ</b>		
4	Тема 4. Гравиметрический анализ	Техника проведения гравиметрического анализа; осадки: кристаллические осадки, аморфные осадки; осадитель; выбор осадителя; количество осадителя; осаждение; осаждаемая форма; гравиметрическая (весовая) форма; требования к осаждаемой и весовой формам; фактор пересчета; произведение растворимости; растворимость; условия образования и выпадения осадка; центр кристаллизации; маскирующие агенты; разделение ионов; соосаждение; адсорбция; окклюзия; изоморфизм; одноименные ионы; солевой эффект; температура; природа растворителя; реакция среды; старение осадка; техника взвешивания на аналитических весах; точность взвешивания; постоянная масса; декантация; фильтрование; промывание осадка; озоление; прокаливание; вычисление результатов в гравиметрическом анализе; ошибки в гравиметрическом анализе.

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Экспериментальное определение водородного показателя	ЛР Работа в малых группах
2.	Гидролиз солей	ЛР Работа в малых группах
3.	Химическое равновесие	ЛР Работа в малых группах
4.	Окислительно-восстановительные реакции	ЛР Работа в малых группах
5.	Приготовление рабочего раствора хлороводородной кислоты	ЛР Работа в малых группах
6.	Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия	ЛР Работа в малых группах
7.	Приготовление рабочего раствора перманганата калия	ЛР Работа в малых группах

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### 6.1. Типовые контрольные работы, тесты, индивидуальные задания, вопросы к коллоквиуму, вопросы к экзамену, вопросы к зачету

#### Семестр 1

#### Примеры контрольных работ:

Контрольная работа по теме «Способы выражения состава растворов»

#### **Вариант 1**

1. Как называется отношение количества  $V$  (моль), содержащегося в растворе, к объему этого раствора?
2. Какая частица является эквивалентом серной кислоты в реакции:  
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}?$$
3. Сколько граммов хлорида натрия требуется для приготовления 1 л 20%-го раствора плотностью 1,15 г/мл?
4. Вычислите титр 50%-го раствора азотной кислоты плотностью 1,31 г/мл.
5. К 100 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией 1 моль/л прибавили 300 мл воды. Вычислите молярную концентрацию полученного разбавленного раствора.

Контрольная работа по теме «Водородный показатель»

#### **Вариант 1**

1.  $[\text{OH}^-] = 1,65 \cdot 10^{-6}$  моль/л. Вычислить  $\text{pOH}$ .
2. Вычислить  $[\text{H}^+]$  раствора, если  $\text{pOH} = 6,54$ .
3. Имеются два раствора с  $\text{pH} = 4$  и  $6$ . В каком из них и во сколько раз больше концентрация ионов водорода?
4. Вычислить  $\text{pH}$  0,2 М раствора уксусной кислоты.  $K_d = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

5. Вычислить рН 0,1 М формиатного буферного раствора с отношением кислоты к соли 3:4.  $K_d = 1,77 \cdot 10^{-4}$ .

#### Контрольная работа по теме «Гидролиз солей»

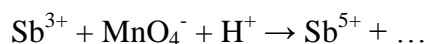
##### Вариант 1

1. Напишите в сокращенной ионной форме уравнение реакции гидролиза нитрата железа(III) по I-ой ступени и вычислите константу гидролиза соли.
2. Напишите химическую формулу той из названных ниже солей натрия, которая гидролизуется в наибольшей степени: фосфат, формиат, нитрит.
3. Вычислите степень гидролиза гидрокарбоната натрия в 0,05 М растворе.
4. Вычислите рН 0,2 М раствора нитрата аммония.
5. В каком из перечисленных растворов солей лакмус окрашивается в красный цвет: хлорид натрия, хлорид аммония, гипохлорит натрия?

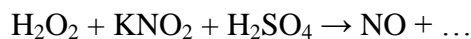
#### Контрольная работа по теме «Окислительно-восстановительные реакции»

##### Вариант 1

1. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в ионной форме и подсчитайте сумму коэффициентов:



2. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме и подсчитайте сумму коэффициентов:



3. Пользуясь методом полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме и определите молярную массу эквивалента восстановителя:



4. Вычислить электродный потенциал системы  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$ , если  $[\text{Pb}^{2+}] = 0,06$  моль/л, а  $[\text{Pb}] = 0,003$  моль/л.

5. Каким из веществ ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ) нельзя осуществить следующую реакцию:  $\text{MnO}_4^- + e^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ ?

#### Примеры индивидуальных заданий (СР):

Задание по теме «Способы выражения состава растворов»

##### Вариант 1

1. В приложении 2 приведены составы растворов, используемых для гидропонного выращивания растений в условиях защищенного грунта. Пользуясь этими данными, вычислите молярную концентрацию каждой из солей азотной кислоты, входящих в состав питательного раствора Кнопа. Плотность раствора принять равной 1 г/мл.
2. В 240 мл воды растворили 10 г хлорида калия. Вычислите массовую долю этой соли в приготовленном растворе.
3. Какова молярная концентрация 2 н. раствора фосфорной кислоты, если продуктом реакции нейтрализации является гидрофосфат натрия?
4. Сколько граммов 25%-го раствора гидроксида калия нужно прилить к 400 мл воды, чтобы приготовить 15%-й раствор?
5. Сколько миллилитров 2 н. раствора серной кислоты нужно взять для приготовления 3 л 0,06 н. раствора?

Задание по теме «Водородный показатель»

##### Вариант 1

1. Вычислите рН томатного сока, в 100 л которого содержится 4 мг катионов водорода.
2. Оптимальные значения рН почвы для выращивания гороха колеблются в пределах от 6,0 до 8,0. Во сколько раз концентрация катионов водорода, соответствующая минимальному значению рН, превышает концентрацию катионов водорода, соответствующую максималь-

ному значению pH?

3. Вычислите pH раствора хлороводородной кислоты, в 1 л которого содержится 36,5 г HCl:  
а) без учёта отличия активности от концентрации; б) с учётом отличия активности от концентрации (значение коэффициента активности см. на стр. 76 учебника). Можно ли в данном случае пренебречь отличием активности от концентрации?
4. Вычислите степень диссоциации муравьиной кислоты в 0,2 М растворе и pH этого раствора.
5. Вычислите pOH раствора, в 2 л которого содержится 1 моль аммиака и 53,5 г хлорида аммония.

Задание по теме «Гидролиз солей»

### Вариант 1

1. Напишите химическую формулу и название соли, которая образуется при смешении 164 мл 20%-го раствора гидроксида натрия (плотность 1,22 г/мл) и 349 мл 10%-го раствора хлороводородной кислоты (плотность 1,047 г/мл). Подвергается ли эта соль гидролизу?
2. Напишите химическую формулу той из названных ниже солей натрия, которая подвергается гидролизу в наибольшей степени: гипохлорит, хлорит, хлорат, перхлорат.
3. Напишите в сокращенной ионной форме уравнение реакции гидролиза хлорида алюминия и вычислите константу гидролиза этой соли по первой ступени.
4. Рассчитайте степень гидролиза хлорида марганца в растворе, титр которого равен 0,0125 г/мл.
5. Вычислите pH 0,25 М раствора нитрита натрия при температуре 0°C.

Задание по теме

«Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»

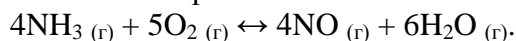
### Вариант 1

1. Экспериментально установлено, что зависимость скорости разложения газообразного пентаоксида азота



от концентрации этого вещества описывается уравнением  $v = kc(\text{N}_2\text{O}_5)$ . Вычислите скорость этой реакции, если концентрация  $\text{N}_2\text{O}_5$  составляет 20 ммоль/л, а константа скорости равна 1,6 ч<sup>-1</sup>.

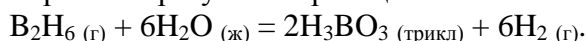
2. При повышении температуры со 125°C до 150°C скорость реакции увеличилась в 32 раза. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции.
3. В результате протекания до некоторой степени обратимой реакции каталитического окисления аммиака установилось химическое равновесие



Во сколько раз константа скорости обратной реакции меньше константы скорости прямой реакции, если константа равновесия  $K_c$  равна  $10^{168}$ ?

4. В каком направлении сместится равновесие реакции  
$$\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+;$$
  
а) при повышении температуры; б) при добавлении щелочи?

5. Вычислите изменение энтропии в результате реакции



Задание по теме «Окислительно-восстановительные реакции»

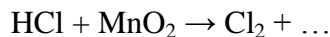
### Вариант 1

1. Пользуясь методом ионных полуреакций, закончите уравнение реакции в сокращенной ионной форме



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

2. Пользуясь методом ионных полуреакций, закончите уравнение реакции в молекулярной форме



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

3. Определите молярную массу эквивалента восстановителя в реакции, приведенной в задаче 2.

4. Пользуясь значениями стандартных электродных потенциалов, вычислите электродвижущую силу реакции, приведенной в задаче 2.

5. Рассчитайте окислительно-восстановительный потенциал инертного электрода в растворе, в котором концентрация катиона  $\text{Fe}^{2+}$  равна  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/л, а концентрация катиона  $\text{Fe}^{3+}$  составляет  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

### **Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму по темам 1-3**

1. Расчет содержания компонентов раствора заданного состава.
2. Способы выражения состава раствора и переход от одного способа к другому.
3. Определение pH заданного раствора, концентрации  $[\text{H}^+]$  или  $[\text{OH}^-]$  в растворах сильных и слабых электролитов, в буферных растворах.
4. Написание уравнения гидролиза в сокращенной ионной форме, расчет константы гидролиза, степени гидролиза и pH гидролизующихся солей.
5. Нахождение скорости реакции при изменении концентрации исходных веществ, температуры, давления.
6. Вычисление константы равновесия, исходных или равновесных концентраций компонентов реакционной смеси.
7. Установление направления смещения равновесия при изменении условий протекания реакции.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Химия» (1-й семестр)**

Скорость химической реакции. Средняя и истинная скорость реакции. Основные факторы, влияющие на скорость реакции. Химическая реакция как последовательность элементарных стадий Закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции. Константа скорости реакции.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Катализ и ферменты. Закон действующих масс для химического равновесия: взаимосвязь равновесных концентраций. От каких факторов зависит числовое значение константы равновесия? Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Растворы электролитов. Константы и степени диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда (связь константы и степени диссоциации). Зависимость степени диссоциации от концентрации слабого электролита. Отличие слабых электролитов от сильных. Типы слабых электролитов. Константы и степени диссоциации слабых электролитов. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды, его зависимость от температуры. Водородный и гидроксильный показатели растворов. Кислая, нейтральная и щелочная среда. Способы измерения водородного показателя.

Гидролиз солей. Типы гидролиза (приведите примеры уравнений реакций гидролиза в сокращенной ионной и молекулярной форме). Необратимый гидролиз. Константа и степень гидролиза, их взаимосвязь. Зависимость степени гидролиза от природы соли, концентрации и температуры раствора.

Принципы заполнения электронных орбиталей атома в основном состоянии, принцип минимума энергии, принцип Паули, правило Хунда. Электронные емкости орбиталей, поду-



ровней и уровней атома. Понятие периода и его формирование по правилам В.М. Кличковского. Причины различной длины периодов. Расположение в структуре периодической системы s-, p-, d- и f-элементов. Длинно- и короткопериодный варианты Периодической системы. Расположение в них металлов и неметаллов. Периодический закон Д.И. Менделеева в современной формулировке. Свойства атомов элементов: энергия ионизации, электроотрицательность и периодический характер их изменения. Электронные и электронно-структурные формулы элементов первого и второго периодов Периодической системы. Электронный остов и орбитали валентных уровней атома.

Типы химической связи: ковалентная, ионная, полярная, координационная водородная. Приведите примеры веществ, в которых имеются связи данных типов. Характеристики химической связи: направленность и насыщенность, энергия и длина связи. Свойства ковалентных связей: насыщенность, направленность, энергия связи. Примеры соединений с ковалентной связью.

Строение координационной сферы комплексных соединений: центральный ионокомплексобразователь, лиганды, донорные атомы лигандов, координационное число, геометрия координационной сферы. Заряд внутренней координационной сферы. Ионы внешней сферы. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и константы нестойкости. Заряд внутренней координационной сферы. Внешнесферные ионы.

Степень окисления и правила ее нахождения. Окислители и восстановители (приведите примеры). Степень окисления и правила ее нахождения. Окислители и восстановители. Электродный потенциал Уравнение Нернста.

Особенности строения атома водорода, физические и химические свойства водорода. Основные свойства щелочных и щелочно-земельных металлов, их значение в природе. Основные свойства бора и алюминия и их соединений. Основные свойства углерода и кремния, а также их оксидов и гидроксидов.

Химия азота, фосфора, кислорода и серы. Азотные и фосфорные удобрения. Свойства галогенов. Понятие о пестицидах. Экологические аспекты применения химических средств при выращивании сельскохозяйственных культур.

## Семестр 2

### Примеры контрольных работ:

#### Контрольная работа «Кислотно-основное титрование»

##### ВАРИАНТ 1

1. Титруют 20 мл 0,2 н. раствора NaOH 0,2 н. раствором HCl. Определите  $[H^+]$  в начале скачка титрования с учетом разбавления.
2. Какой из перечисленных индикаторов может быть использован для определения точки эквивалентности при титровании 100 мл 0,001 н. раствора NaOH 0,001 н. раствором HCl: метиловый фиолетовый (2,0-2,5), тимоловый синий (1,2-2,8), бромтимоловый синий (6,0-7,6), α-динитрофенол (2,0-4,7)?
3. Какой из приведенных в задаче 2 индикаторов может быть использован для определения содержания  $H_3PO_4$  в растворе, если молярная масса эквивалента  $H_3PO_4$  равна 98?
4. Скольким граммам  $Na_2CO_3$  эквивалентны 10 мл 0,1 н. раствора HCl, если титрование проводили с индикатором фенолфталеином?
5. При каком значении pH индикатор фенолфталеин находится в молекулярной форме?

## Контрольная работа «Комплексонометрическое титрование»

### ВАРИАНТ 1

1. Какое из соединений ( $\text{MgInd}^-$ ,  $\text{MgY}^{2-}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgOHCl}$ ) является комплексономом?
2. Какое из представленных соединений более прочное:  $\text{AlY}^-$  ( $\text{pK} = 16,13$ ),  $\text{FeY}^-$  ( $\text{pK} = 25,10$ ),  $\text{FeY}^{2-}$  ( $\text{pK} = 14,33$ ),  $\text{BiY}^-$  ( $\text{pK} = 27,94$ )?
3. Рассчитать навеску комплексона для приготовления 250 мл 0,1 М раствора. М.м. = 372.
4. Какие ионы образуют более прочные комплексономы:  $\text{Me}^{2+}$ ,  $\text{Me}^{3+}$ ,  $\text{Me}^{4+}$ ?
5. Какая форма индикатора эриохрома черного Т ( $\text{H}_3\text{Ind}$ ,  $\text{H}_2\text{Ind}^-$ ,  $\text{HInd}^{2-}$ ,  $\text{Ind}^{3-}$ ) устойчива при рН 6-11?

## Контрольная работа «Окислительно-восстановительное титрование»

### ВАРИАНТ 1

1. Закончите уравнение реакции в молекулярной форме и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов:  
$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$$
2. Условия определения  $\text{Fe}^{2+}$  методом перманганатометрии. Напишите уравнение реакции.
3. Вычислите массу навески оксалата натрия, необходимой для приготовления 100 мл 0,01 н. раствора.
4. Какие индикаторы используются в методе окислительно-восстановительного титрования?
5. Сколько электронов принимает один перманганат-ион, когда он восстанавливается в кислой среде?

### Примеры индивидуальных заданий (СР):

#### Задание по теме «Кислотно-основное титрование»

##### Вариант 1

1. Вычислите массу хлороводородной кислоты, содержащейся в растворе, если на его титрование было израсходовано 8,96 мл 0,1238 н. раствора гидроксида натрия.
2. Определите рН начала и конца скачка титрования без учёта разбавления раствора при титровании 10,00 мл 0,2000 н. раствора муравьиной кислоты 0,2000 н. раствором гидроксида натрия.
3. Вычислите равновесную концентрацию катионов водорода в точке эквивалентности с учётом разбавления раствора при титровании 15,00 мл 0,2000 н. раствора аммиака (гидроксида аммония) 0,2000 н. раствором хлороводородной кислоты.
4. Укажите, какой из названных ниже индикаторов пригоден для проведения титрования в задаче № 2: тимоловый синий, хлорфеноловый красный, нильский синий, тропеолин 0.
5. При определении содержания гидроксида натрия в растворе методом кислотно-основного титрования были получены следующие результаты, г: 0,0936; 0,0938; 0,0931; 0,0932. Найдите стандартное отклонение.

#### Задание по теме «Комплексонометрическое титрование»

##### Вариант 1

1. Сколько граммов ЭДТА нужно взять для приготовления 1 л 0,05000 М раствора? При расчёте принимать во внимание, что эта соль образует кристаллогидрат, в котором на 1 моль соли приходится 2 моль воды.
2. Напишите химическую формулу иминодиацетатного фрагмента полиаминполиуксусных кислот.

3. Рассчитайте массу магния, содержавшегося в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если на титрование 10,00 мл раствора соли магния, отобранного из этой колбы пошло 10,25 мл 0,04882 М раствора ЭДТА.
4. Рассчитайте массу алюминия, содержавшегося в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если к 10,00 мл раствора соли алюминия, отобранного из этой колбы сначала прибавили 25,00 мл 0,05108 М раствора комплексона III и 10 мл ацетатного буферного раствора, полученный раствор нагрели до 80°C, а после завершения реакции образования комплексоната алюминия оттитровали избыток комплексона III, причем на титрование пошло 8,76 мл 0,05078 М раствора хлорида цинка.
5. При определении содержания в цинковом полимикродобрении ПМУ-7 действующего вещества в водорастворимой форме получены следующие результаты (в %): 24,98; 25,56; 26,01; 24,96; 25,23. Используя Q-критерий, определите, имеются ли в результатах анализа грубые ошибки.

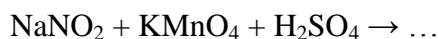
### Задание по теме «Окислительно-восстановительное титрование»

#### Вариант 1

1. Закончите уравнение реакции в молекулярной форме и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов:



2. Закончите уравнение реакции в молекулярной форме и вычислите молярную массу эквивалента восстановителя:



3. Вычислите массу навески кристаллического оксалата аммония, необходимой для приготовления 100 мл 0,01 н. раствора.
4. Рассчитайте массу меди, содержавшейся в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если к 10,00 мл раствора соли меди, отобранного из этой колбы, прибавили 2 мл 2 н. раствора серной кислоты и 30 мл 10%-го раствора иодида калия, а затем оттитровали выделившийся иод 8,35 мл 0,05000 н. раствора тиосульфата натрия.
5. Напишите химическую формулу того из перечисленных ниже веществ, которое используют для приготовления рабочих растворов в перманганатометрии (оксалат аммония, перманганат калия, оксалат натрия, тиосульфат натрия).

#### Примерные задания коллоквиумов:

##### Задание по теме «Кислотно-основное титрование»

#### Вариант 1

- Построить кривую титрования 20 мл 0,2 н. раствора фтороводородной кислоты 0,2 н. раствором гидроксида калия с учётом разбавления.

##### Задание по теме «Комплексонометрическое титрование»

#### Вариант 1

1. Рассчитайте массу меди, содержавшейся в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если на титрование 10,00 мл раствора соли меди, отобранного из этой колбы, пошло 10,25 мл 0,04882 М раствора ЭДТА.
2. Сколько граммов ЭДТА нужно взять для приготовления 1 л 0,05000 М раствора? При расчете принимать во внимание, что эта соль образует кристаллогидрат, в котором на 1 моль соли приходится 2 моль воды.
3. Металлохромные индикаторы. Приведите не менее трех примеров металлохромных индикаторов и на примере комплексонометрического определения кальция покажите принцип

действия (уравнения реакций, цветовые переходы).

4. На основании приведенных величин показателей констант нестойкости хелатов,  $pK_{\text{нест.}} = -\lg K_{\text{нест.}}$ , определите, при каком значении pH комплексонат более устойчив:

pH	pK комплексоната марганца
7,0	6,90
8,5	14,0

Задание по теме «Окислительно-восстановительное титрование»

### Вариант 1

1. Вычислите массу навески кристаллического оксалата натрия, необходимой для приготовления 100 мл 0,05000 н. раствора. Может ли использоваться этот раствор в качестве первичного стандарта в перманганатометрии? Почему?
2. На основании расчета константы равновесия окислительно-восстановительной реакции покажите, возможно ли действием дихромата калия в кислой среде определять содержание сульфита натрия?  
 $E_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}}^0 = 1,33 \text{ В}$ ,  $E_{SO_4^{2-}/SO_3^{2-}}^0 = 0,17 \text{ В}$ .
3. Рассчитайте массу железа, содержавшегося в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если на титрование 10,00 мл раствора соли Мора пошло 11,26 мл 0,05310 н. раствора перманганата калия.
4. Первичные стандарты в иодометрии и реакции стандартизации тиосульфата натрия.

### Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине «Химия» (2-й семестр)

Предмет и задачи аналитической химии. Физический, химический и физико-химический анализы. Качественный и количественный анализ. Задачи количественного анализа. Титриметрический и гравиметрический анализы. Сравнение гравиметрического и титриметрического методов анализа. Их преимущества и недостатки.

Сущность метода кислотно-основного титрования. Приготовление стандартных и рабочих растворов. Понятие о первичных и вторичных стандартах. Классификация методов кислотно-основного титрования. Способы фиксации точки эквивалентности в методе кислотно-основного титрования.

Комплексонометрическое титрование. Понятие о комплексонах. ЭДТА как полидентатный лиганд. Комплексон III (ЭДТА) как титрант в комплексонометрии: строение молекулы, дентатность, его состояние в растворе в зависимости от pH среды. Внутрикомплексные соли. Хелатный эффект. Примеры использования ЭДТА в аналитической химии. Фиксирование точки эквивалентности в комплексонометрии. Металл-индикаторы.

Окислительно-восстановительные реакции, окислительно-восстановительные потенциалы. Сущность и достоинства методов окислительно-восстановительного титрования. Титранты в редоксиметрии. Перманганатометрия. Преимущества и недостатки метода. Вещества, определяемые методом перманганатометрии. Техника окислительно-восстановительного титрования; дихроматометрия, основные рабочие и стандартные растворы; способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании.

Сущность гравиметрического анализа. Выбор осадителя. Виды осадков. Условия осаждения и фильтрования кристаллических и аморфных осадков. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Вычисление массы определяемого компонента в методе гравиметрического анализа. Фактор пересчета. Преимущества и недостатки гравиметрического метода анализа. Практическое применение гравиметрии.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Химия» может применяться балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний. Студент, набравший в течение семестра при освоении дисциплины необходимое для аттестации количество баллов, получает экзаменационную оценку в 1-м семестре, а также зачет во 2-м семестре по балльно-рейтинговой системе.

Балльно-рейтинговая структура оценки на экзамене (1 семестр):

Защита лабораторных работ – 70 баллов (7 работ × 10 баллов)

Выполнение индивидуальных домашних заданий – 25 баллов (5 заданий × 5 баллов)

Контрольные работы – 40 баллов (4 контрольные работы × 10 баллов)

Коллоквиум по темам 1 – 3 – 20 баллов (1 коллоквиум × 20 баллов)

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max} = 70 + 25 + 40 + 20 = 155$

Таблица 7

Шкала оценивания	Экзамен
132-155	отлично
109-131	хорошо
78-108	удовлетворительно
0-77	неудовлетворительно

При несогласии с оценкой по балльно-рейтинговой системе студент имеет право на сдачу экзамена по традиционной системе.

### Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>
-----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Балльно-рейтинговая структура оценки (2-й семестр):

Защита лабораторных работ – 100 баллов (5 работ × 20 баллов)

Выполнение индивидуальных домашних заданий – 15 баллов (3 заданий × 5 баллов)

Контрольные работы – 30 баллов (3 контрольные работы × 10 баллов)

Коллоквиумы – 60 баллов (3 коллоквиум × 20 баллов)

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max} = 100 + 15 + 30 + 60 = 205$

Таблица 9

Шкала оценивания	Зачет
102 и более баллов	зачет
Менее 102 баллов	незачет

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам, коллоквиумам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за индивидуальное домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Виды текущего контроля: индивидуальные домашние задания, контрольные работы, тестирование, коллоквиум по темам, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: экзамен в 1-м семестре, зачет во 2-м семестре.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. *Князев, Д.А.* Неорганическая химия. В 2 ч. Часть 1. Теоретические основы : учебник для академического бакалавриата. / Д.А. Князев, С.Н. Смарыгин. – 5-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс
2. *Смарыгин, С.Н.* Неорганическая химия. Практикум: учебно-практическое пособие / С.Н. Смарыгин, Н.Л. Багнавец, И.В. Дайдакова; под ред. С.Н. Смарыгина. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 414 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
3. *Громов Н.В.* Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений : учебное пособие / Н.В. Громов, О.П. Таран. Новосибирск: НГТУ, 2018, 112 с. ISBN 978-5-7782-3580-9. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/118497>
4. *Смарыгин С.Н., Дайдакова И.В.* Аналитическая химия. Уч. пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. 194 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. *Васильев В.П.* Аналитическая химия: В 2 кн.: Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Дрофа, 2007. 368 с.
2. *Гринвуд, Н.* Химия элементов: в 2 т. / Н. Гринвуд, А. Эрншо. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2011.

3. Белопухов С. Л. и др. Практикум по химии (информационно-справочные материалы к лабораторно-практическим занятиям). М., Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013 г., 354 с.
4. Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. Основы аналитической химии. В 2 кн. Под ред. Ю.А. Золотова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2002. 351 с.
5. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. М.: Химия, 1994.
6. Химическая энциклопедия в 5 т. / под ред. Н.С. Зефирова. - М.: Большая российская энциклопедия, 1988-1998.

### 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Смарыгин С.Н., Багнавец Н.Л., Князев Д.А. Неорганическая химия. Лабораторный практикум. М.: РГАУ-МСХА, 2018. Электронное учебное пособие (открытый доступ).

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Программа ChemLab. – для проведения виртуальных химических экспериментов (открытый доступ)
2. Программа MathLab – для моделирования влияния условий химических реакций, катализаторов и ингибиторов на выход продуктов при проведении экспериментов (открытый доступ)
3. Scifinder - поиск методик синтеза, литературный и патентный поиск по химии (открытый доступ)
4. Acros organics - поиск в каталогах (открытый доступ)
5. ChemSource – Интернет-ресурс по разделам химии (открытый доступ)
6. ChemFinder Databases Search поисковая система по 100 химическим сайтам (открытый доступ)
7. База данных «Химия» Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Доступны следующие базы данных, содержащие информацию в области химии: Химия, Физико-химическая биология, Коррозия и защита от коррозии, Металлургия, Охрана окружающей среды, Обзоры.
8. www. webelements.com (открытый доступ)
9. www. ximuk.ru (открытый доступ)

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, Большая химичка, учебная аудитория для чтения лекций (200 человек) и проведения занятий лекционного типа)	1.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв.№ 410124000602969) 2. Трибуна 1 шт (Инв.№591742) 3. Доска меловая – 3 шт. 4.Стол письменный – 1 шт
Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, ауд. № 333)	1.Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1шт. (Инв.№101237/1)

	<p>2.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером (Инв.№ 591717/1, Инв.№558882/3, Инв.№ 591711/1)</p> <p>3. Трибуна 1 шт (Инв.№591742/1)</p> <p>4. Столы письменные – 2 шт.</p> <p>5. Доска меловая – 1 шт.</p> <p>6.Парты – 18 шт.</p> <p>7.Стул табурет – 36 шт.</p>
<p>Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 232)</p>	<p>1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387/1, Инв.№558387/2)</p> <p>2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/2, Инв.№558386/3)</p> <p>3.Шкаф для посуды 1 шт. (Инв.№558385/2)</p> <p>4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560006)</p> <p>5.Мока лабораторная 7 шт (Инв.№558384/19, Инв.№558384/20, Инв.№558384/6, Инв.№558384/7, Инв.№558384/9, Инв.№558384/8, Инв.№558384/5)</p> <p>6. Стол лабораторный – 16 шт.</p> <p>7.Стул табурет – 30 шт.</p> <p>8. Доска меловая – 1 шт.</p> <p>9. рН-метр – 1 шт. (Инв.№ 557189)</p> <p>10. Мойка лабораторная 6 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4 Инв. № 558384/5, Инв. № 558384/6)</p> <p>10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/2)</p> <p>11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/4)</p> <p>12. Электропечь – 1 шт. (Инв.№ 558410/1)</p> <p>13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/2)</p> <p>14.Письменный стол – 1 шт.</p>
<p>Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 235)</p>	<p>1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387, Инв.№558387/3)</p> <p>2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386, Инв.№558386/1)</p> <p>3.Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/1, Инв.№558385)</p> <p>4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005)</p> <p>5.Мока лабораторная 7 шт (Инв.№558384/19, Инв.№558384/20, Инв.№558384/6, Инв.№558384/7, Инв.№558384/9, Инв.№558384/8, Инв.№558384/5)</p> <p>6. Стол лабораторный – 27 шт.</p> <p>7.Стул табурет – 30 шт.</p> <p>8. Доска меловая – 1 шт.</p> <p>9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/2)</p> <p>10. Мойка лабораторная 7шт. (Инв. № 558384/7, Инв. № 558384/8, Инв. № 558384/9, Инв. № 558384/10 Инв. № 558384/11, Инв. № 558384/12, Инв. № 558384/13)</p>



	<p>10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/3)  11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/5)  12. Электродуховка – 1 шт. (Инв.№ 558410)  13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411)  14.Письменный стол – 1 шт.</p>
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 236)	<p>1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387/4, Инв.№558387/5)  2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/4, Инв.№558386/5)  3.Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/3, Инв.№558385/4)  4.Стенд «Период сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005/1)  5.Мока лабораторная 6 шт (Инв.№558384/15, Инв.№558384/16, Инв.№558384/17, Инв.№558384/18, Инв.№558384/19, Инв.№558384/8, Инв.№558384)  6. Стол лабораторный – 27 шт.  7.Стул табурет – 30 шт.  8. Доска меловая – 1 шт.  9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/5)  10. Мойка лабораторная 6шт. (Инв. № 558384/15, Инв. № 558384/16, Инв. № 558384/17, Инв. № 558384/18 Инв. № 558384/19, Инв. № 558384/20)  10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/9)  11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/12)  12. Электродуховка – 1 шт. (.Инв.№ 558410/2, Инв.№ 556072)  13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/3)  14.Письменный стол – 1 шт.</p>
Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 332)	<p>1.Центрифуга 1шт. (Инв.№ 558412)  2.Микроскоп 1 шт. (Инв.№160308)  3.Печь муфельная (Инв. № 34751)  4.Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1шт. (Инв.№101237)  5. Весы электрон. SC2020 1 шт. (Инв.№ 35077/3)  6. Шкаф для посуды 1 шт (Инв. № 558385)  7. Шкаф для реактивов 1 шт. (Инв. №558386)  8. Шкаф вытяжной 2 шт. (Инв № 558387/6, 558387/7)  9.Доска меловая – 1 шт.  10. Лабораторные столы – 15 шт.  11.Стул табурет – 30 шт.  12. Письменный стол – 1 шт.</p>
Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова. Читальный зал.	Для самостоятельной работы студентов
Общежития. Комнаты для самоподготовки.	Для самостоятельной работы студентов

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Химия» студентам необходимо иметь рекомендуемые учебники и учебные пособия. При освоении каждой из тем дисциплины студент должен посещать лекции, внимательно изучить и законспектировать материал по определенной теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить лабораторную работу в лаборатории и защитить её. Каждый из видов учебной деятельности оценивается в баллах и учитывается в рейтинге студента. Для самоконтроля студентов предназначены индивидуальные задания, контрольные вопросы и упражнения и вопросы для подготовки к опросу. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и коллоквиума по темам.

Для конспектирования материалов занятий рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждого занятия следует начинать с названия темы и указания даты его проведения. Все заголовки разделов материала следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время занятия следует внимательно следить за ходом мысли преподавателя и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, названия веществ, уравнения химических реакций. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует преподаватель. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя. Работать с конспектом нужно еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести отдельную тетрадь из 48 листов (лабораторный журнал). При подготовке к лабораторной работе следует составить краткий (1-1,5 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная лабораторная работа. Для подготовки конспекта используют главы учебника, рекомендованные преподавателем, и конспект, записанный на занятии. Также при домашней самостоятельной подготовке к лабораторной работе нужно начертить таблицы, приведённые в практикуме, и произвести необходимые для проведения работы расчёты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы. Без неё невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение лабораторной работы, требует хорошо скоординированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

В ходе занятия нужно активно работать, отвечая на вопросы преподавателя, участвуя в дискуссии и задавая собственные вопросы для уяснения сложного для понимания материала.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при проведении всех лабораторных работ.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные лабораторные работы, невыполненные индивидуальные домашние задания, контрольные работы, коллоквиум) должны быть ликвидированы. Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольным работам и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем. Каждая следующая неделя опоздания наказывается вычитанием 1 балла из оценки за домашнее задание. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Самостоятельная работа студентов над курсом дисциплины «Химия» заключается в систематической работе с учебником и лекциями, подготовке к лабораторным работам, контрольным работам и коллоквиумам. Особое место в самостоятельной работе занимает выполнение индивидуальных домашних заданий, которые позволяют осуществлять самоконтроль усвоения учебного материала, прививают навыки поиска необходимой химической

информации и необходимых в будущей практической деятельности бакалавров химических расчетов.

При решении задач необходимо разобрать все типовые задачи, приведённые ко всем темам, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания и контрольной работы, которая завершает каждую тему курса.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Пропущенные лекции студент отрабатывает самостоятельно, изучая учебник и дополнительную литературу по соответствующим темам.

Студент, пропустивший лабораторные занятия, обязан подготовить конспект пропущенной лабораторной работы, предоставить решение тестовых заданий по пропущенной теме и в присутствии лаборанта кафедры отработать её в свободное от занятий время. Студент без конспекта лабораторной работы не допускается до отработки. После выполнения лабораторной работы лаборант в конспекте ставит дату отработки и подпись.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, контрольной работе и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.


На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.


Специфика дисциплины «Химия» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях и при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на лабораторных занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания химии в объёме школьной программы и математики. Повышение уровня знаний по химии у студентов неразрывно связано с поиском и внедрением новых путей совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, природных минералов, демонстрация опытов;
- решение химических расчётных и экспериментальных задач как метод обучения химии;
- компьютеризация обучения;

- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки;
- систематический контроль знаний в процессе обучения (проверка индивидуальных заданий, проведение контрольных работ, опросы по темам, приём лабораторных работ).

**Программу разработали:**

Багнавец Н.Л., к.т.н. 

Елисеева О.В., к.б.п. 

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Б1.О.07 Химия» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 – «Агрономия», направленности (профили) «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур», «Агробизнес», «Агроменеджмент», «Защита растений и фитосанитарный контроль» (квалификация выпускника – бакалавр)

Борисовым Б.А., профессором кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.О.07 Химия» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 – «Агрономия», направленности (профили) «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур», «Агробизнес», «Агроменеджмент», «Защита растений и фитосанитарный контроль» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчики – Багнавец Н.Л., доцент кафедры химии, кандидат технических наук; Елисеева О.В., доцент кафедры химии, кандидат биологических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.О.07 Химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 35.03.04 – «Агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.О.07 Химия» закреплена 1 компетенция. Дисциплина «Б1.О.07 Химия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.О.07 Химия» составляет 6 зачётных единиц (216 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.О.07 Химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.04 – «Агрономия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Б1.О.07 Химия» предполагает 8 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.04 – «Агрономия».

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (индивидуальные задания, контрольные работы, тестирования, опросы по темам, защита лабораторных работ, рубежные контрольные работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена в первом семестре и зачета во втором семестре, что соот-

соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

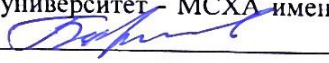
12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовые учебники и пособия для самостоятельной работы), дополнительной литературой – 6 наименований, методическими указаниями – 1 источник, Интернет-ресурсами – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС направления 35.03.04 – «Агрономия».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.О.07 Химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.О.07 Химия».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.О.07 Химия» ОПОП ВО по направлению 35.03.04 – «Агрономия», направленности (профили) «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур», «Агробизнес», «Агроменеджмент», «Защита растений и фитосанитарный контроль» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Багшавец Н.Л., доцентом кафедры химии, кандидатом технических наук, и Елисейевой О.В., доцентом кафедры химии, кандидатом биологических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Борисов Б.А., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук 

« 26 » 08 2021 г.