

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агrobiотехнологий  
Дата подписания: 17.07.2021 г.  
Уникальный программный идентификатор:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ac047710ce658



**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  
С.Т. Белопухов  
“ 30 ” 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Модуль «Б1.О.03 Химия»**  
**Модульная дисциплина «Б1.О.03.02 Химия аналитическая»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение  
Направленности: питание растений и качество урожая, генетическая и агроэкологическая оценка почв, сельскохозяйственная микробиология, органическое сельское хозяйство

Курс 1  
Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Москва, 2021 г.

Разработчик: Елисеева О.В., к.б.н.

«16» 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 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение

Программа обсуждена на заседании кафедры химии

протокол № 1 от «26» 08 2021 г.

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



(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«26» 08 2021 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агrobiотехнологий

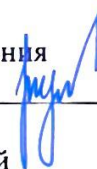
Попченко М.И., к.б.н., доцент



учебной комиссии

«13» 09 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтоведения  
Наумов В.Д., д.б.н., профессор



И.о. заведующего выпускающей кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии  
Лапушкин В.М., к.б.н., доцент



И.о. заведующего выпускающей кафедрой микробиологии и иммунологии  
Селицкая О.В., к.б.н., доцент



«10» 09 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

|   |  |
|---|--|
| <b>АННОТАЦИЯ.....</b>   | <b>4</b>                               |
| <b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>   | <b>4</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>5</b>                               |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....   | 5                                      |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 7                                      |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....   | 9                                      |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>  | <b>12</b>                              |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>  | <b>13</b>                              |
| 6.1. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ, КОЛЛОКВИУМЫ, ЭКЗАМЕН .....   | 13                                     |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....   | 17                                     |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>18</b>                              |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....   | 18                                     |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....  | 18                                     |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                            | <b>18</b>                              |
| <b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>                        | <b>19</b>                              |
| <b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>  | <b>21</b>                              |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий .....  | 22                                     |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>  | <b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b> |

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной модульной дисциплины  
«Б1.О.03.02 Химия аналитическая» для подготовки бакалавра по направлению подготовки 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение по направленностям (профилям)  
«Питание растений и качество урожая», «Агроэкология»,  
«Генетическая и агроэкологическая оценка почв», «Сельскохозяйственная микробиология»**

**Цель освоения дисциплины:** Целью дисциплины «Химия аналитическая» является освоение студентами теоретических основ аналитической химии, количественного анализа сложного биологического материала, приобретение умений и навыков работы с лабораторным оборудованием, химической посудой, измерительными приборами и реактивами, выполнения расчётов на основе полученных знаний для успешного освоения последующих дисциплин и использования в будущей профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в цикл Б1, обязательная часть, дисциплина осваивается во 2 семестре по направлению подготовки 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.

**Краткое содержание дисциплины:** предмет и задачи аналитической химии, классификация методов аналитической химии, качественный и количественный анализ, основные методы количественного анализа, титриметрический анализ, кислотно-основное, комплексометрическое и окислительно-восстановительное титрование, гравиметрический анализ, статистическая обработка результатов анализа.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108/3 (часов/зач. ед.)

**Промежуточный контроль:** экзамен

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Химия аналитическая» является освоение студентами теоретических основ аналитической химии, количественного анализа сложного биологического материала, приобретение умений и навыков работы с лабораторным оборудованием, химической посудой, измерительными приборами и реактивами, выполнения расчётов на основе полученных знаний для успешного освоения последующих дисциплин и использования в будущей профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Химия аналитическая» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана. Дисциплина «Химия аналитическая» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта, ОПОП ВО и учебного плана по направлению 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Предшествующий курс, на котором базируется дисциплина «Химия аналитическая», является «Химия неорганическая» в объёме, предусмотренном государственным образовательным стандартом высшего образования.

Дисциплина «Химия аналитическая» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Химия органическая», «Химия физическая и коллоидная», «Методы почвенных исследований», «Методы агрохимических исследований», «Биохимия растений», «Физиология растений», «Безопасность жизнедеятельности», «Инструментальные методы анализа» и др.

Особенностью дисциплины является применение серьезной теоретической подготовки при формировании навыков работы в химической лаборатории.

Рабочая программа дисциплины «Химия аналитическая» 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 в семестре**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 1

## 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 и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в области агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии | основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач; методы анализа экспериментальных данных, методы математической обработки результатов анализа | готовить растворы заданного состава и производить необходимые расчеты; использовать лабораторное оборудование и приборы для решения практических задач  | навыками работы в химической лаборатории  |
|       |                 |   | ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии                           | основы аналитической химии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности, основные требования техники безопасности при работе в химической лаборатории,  | производить расчёты, необходимые для проведения экспериментов, анализировать, воспринимать химическую информацию, планировать эксперимент, делать выводы на основании полученных экспериментальных данных | базовыми знаниями в области аналитической химии, современной химической терминологией, основными приёмами работы в химической лаборатории, навыками обращения с лабораторным оборудованием, приборами, посудой и химическими реактивами |

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость |                      |
|---|--------------|----------------------|
|   | час.         | в т.ч. по 2 семестру |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>108</b>   | <b>108</b>           |
| <b>1. Контактная работа:</b>  | <b>46,4</b>  | <b>46,4</b>          |
| <b>Аудиторная работа</b>  | <b>46,4</b>  | <b>46,4</b>          |
| <i>в том числе:</i>   |              |                      |
| <i>лекции (Л)</i>   | 14           | 14                   |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>   | 30           | 30                   |
| <i>консультации перед экзаменом</i>   | 2            | 2                    |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>  | 0,4          | 0,4                  |
| <b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>  | <b>61,6</b>  | <b>61,6</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> | 37           | 37                   |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>   | <b>24,6</b>  | <b>24,6</b>          |
| Вид промежуточного контроля:  | Экзамен      |                      |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)  | Всего       | Аудиторная работа |           |            | Внеаудиторная работа СР |
|--|-------------|-------------------|-----------|------------|-------------------------|
|  |             | Л                 | ЛР        | ПКР        |                         |
| <b>Раздел 1 «Титриметрический анализ»</b>          | <b>70</b>   | <b>12</b>         | <b>30</b> | -          | <b>28</b>               |
| Тема 1 «Кислотно-основное титрование»              | 32          | 6                 | 16        | -          | 10                      |
| Тема 2 «Комплексонометрическое титрование»         | 17          | 2                 | 6         | -          | 9                       |
| Тема 3 «Окислительно-восстановительное титрование» | 21          | 4                 | 8         | -          | 9                       |
| <b>Раздел 2 «Гравиметрический анализ»</b>          | <b>11</b>   | <b>2</b>          | -         | -          | <b>9</b>                |
| Тема 4 «Гравиметрический анализ»                   | 11          | 2                 | -         | -          | 9                       |
| 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 2 семестр</b>                          | <b>108</b>  | <b>14</b>         | <b>30</b> | <b>2,4</b> | <b>61,6</b>             |
| <b>Итого по дисциплине</b>                         | <b>108</b>  | <b>14</b>         | <b>30</b> | <b>2,4</b> | <b>61,6</b>             |

## 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; 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.

#### **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; 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.

#### **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

Таблица 4

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

| № п/п | № раздела                                 | № и название лекций/ лабораторного практикума  | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия               | Кол-во часов |
|-------|---|--|-------------------------|--|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1. Титриметрический анализ</b>  |  |                         |  | <b>42</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 титрование | Лекция № 4. Комплексонометрическое титрование  | -                       | 2  |              |
|       |   | Лабораторная работа № 8. «Приготовление стандартного раствора ЭДТА».   | индивидуальное задание  | 2  |              |

| № п/п | № раздела   | № и название лекций/<br>лабораторного практикума  | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия                  | Кол-во часов |
|-------|---|---|-------------------------|---|--------------|
|       |   | Контрольная лабораторная работа № 9. «Определение содержания магния».                                       |                         | защита лабораторных работ, контрольная работа | 2            |
|       |   | Контрольная лабораторная работа № 10. «Определение содержания магния и кальция при совместном присутствии». |                         | защита лабораторной работы, коллоквиум        | 2            |
|       | 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            |
| 2     | <b>Раздел 2. Гравиметрический анализ</b>          |   |                         |   | <b>2</b>     |
|       | Тема 4. Гравиметрический анализ                   | Лекция № 7. «Гравиметрический анализ»   | ОПК-1                   | -   | 2            |

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п                                    | № раздела и темы                     | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   | Формируемые компетенции |
|--|--------------------------------------|---|-------------------------|
| <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 | ОПК-1                   |

| № п/п | № раздела и темы                                  | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  | Формируемые компетенции |
|-------|---|--|-------------------------|
|       |   | <p>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.</p>   |                         |
| 2.    | Тема 2. Комплексонометрическое титрование         | <p>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.</p> |                         |
| 3.    | Тема 3. Окислительно-восстановительное титрование | <p>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; безындика-</p>   |                         |

| № п/п                                    | № раздела и темы                | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  | Формируемые компетенции |
|--|---------------------------------|--|-------------------------|
|  |                                 | торное 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; озонирование; прокаливание; вычисление результатов в гравиметрическом анализе; ошибки в гравиметрическом анализе. | ОПК-1                   |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия                                    |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|-------|---|----|---|
| 1.    | Приготовление рабочего раствора хлороводородной кислоты | ЛР | Работа в малых группах  |
| 2.    | Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия       | ЛР | Работа в малых группах  |
| 3.    | Приготовление рабочего раствора перманганата калия      | ЛР | Работа в малых группах  |

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

### 6.1. Контрольные работы, индивидуальные задания, коллоквиумы, экзамен

#### 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),  $\alpha$ -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 «Комплексометрическое титрование»

##### ВАРИАНТ 1

1. Какое из соединений ( $MgInd^-$ ,  $MgY^{2-}$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgOHCl$ ) является комплексономатом?
2. Какое из представленных соединений более прочное:  $AlY^-$  (pK = 16,13),  $FeY^-$  (pK = 25,10),  $FeY^{2-}$  (pK = 14,33),  $BiY^-$  (pK = 27,94)?
3. Рассчитать навеску комплексона для приготовления 250 мл 0,1 М раствора. М.м. = 372.
4. Какие ионы образуют более прочные комплексономаты:  $Me^{2+}$ ,  $Me^{3+}$ ,  $Me^{4+}$ ?
5. Какая форма индикатора эриохрома черного Т ( $H_3Ind$ ,  $H_2Ind^-$ ,  $HInd^{2-}$ ,  $Ind^{3-}$ ) устойчива при pH 6-11?

#### Контрольная работа «Окислительно-восстановительное титрование»

##### ВАРИАНТ 1

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



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 «Комплексометрическое титрование»

**Вариант 1**

1. 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.
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  $80^\circ\text{C}$ , а после за-

вершения 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.

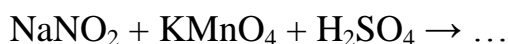
### Задание по теме «Окислительно-восстановительное титрование»

#### 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, содержащейся 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, содержащейся 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 metallo-

хромных 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 рН комплексонат более устойчив:

| рН  | рК 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?

$$E^{\circ}_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}} = 1,33 \text{ В}, \quad E^{\circ}_{SO_4^{2-}/SO_3^{2-}} = 0,17 \text{ В}.$$

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 экзамену по дисциплине «Химия аналитическая»

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 рН 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 окислитель-



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

Таблица 7

| Шкала оценивания | Экзамен             |
|------------------|---------------------|
| 156-205          | отлично             |
| 135-155          | хорошо              |
| 103-134          | удовлетворительно   |
| 0-102            | неудовлетворительно |

Балльно-рейтинговая структура оценки:

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

Критерии оценки при сдаче экзамена по традиционной системе:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан исчерпывающий ответ на теоретические вопросы с незначительными недочётами и решена расчетная задача;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний и решена расчетная задача;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос, а также возникли трудности с решением задачи;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответа на поставленные вопросы и не решена задача.

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.

Виды текущего контроля: индивидуальные задания, контрольные работы, коллоквиумы, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: экзамен.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. *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>
2. *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. *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.
3. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. М.: Химия, 1994.
4. Химическая энциклопедия в 5 т. / под ред. Н.С. Зефирова. - М.: Большая российская энциклопедия, 1988-1998.

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

1. [www.anchem.ru](http://www.anchem.ru) (открытый доступ)
2. [www.ximuk.ru](http://www.ximuk.ru) (открытый доступ)

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

Таблица 8

**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)  | 1.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв.№ 410124000602969)<br>2. Трибуна 1 шт (Инв.№591742)<br>3. Доска меловая – 3 шт.<br>4.Стол письменный – 1 шт   |
| Лекционная аудитория (учебный корпус № 6, ауд. № 333)   | 1.Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1шт. (Инв.№101237/1)<br>2.Мультимедийная установка в комплексе с компьютером (Инв.№ 591717/1, Инв.№558882/3, Инв.№ 591711/1)<br>3. Трибуна 1 шт (Инв.№591742/1)<br>4. Столы письменные – 2 шт.<br>5. Доска меловая – 1 шт.<br>6.Парты – 18 шт.<br>7.Стул табурет – 36 шт.   |
| Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 232)  | 1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387/1, Инв.№558387/2)<br>2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/2, Инв.№558386/3)<br>3.Шкаф для посуды 1 шт. (Инв.№558385/2)<br>4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560006)<br>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)<br>6. Стол лабораторный – 16 шт.<br>7.Стул табурет – 30 шт.<br>8. Доска меловая – 1 шт.<br>9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 557189)<br>10. Мойка лабораторная 6 шт. (Инв. № 558384/1, Инв. № 558384/2, Инв. № 558384/3, Инв. № 558384/4 Инв. № 558384/5, Инв. № 558384/6)<br>10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/2)<br>11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/4)<br>12. Электродуховка – 1 шт. (Инв.№ 558410/1)<br>13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/2)<br>14.Письменный стол – 1 шт. |
| Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 235)  | 1.Вытяжной шкаф 2 шт. (Инв.№558387, Инв.№558387/3)<br>2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386,   |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Инв.№558386/1)<br/> 3.Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/1, Инв.№558385)<br/> 4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005)<br/> 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)<br/> 6. Стол лабораторный – 27 шт.<br/> 7.Стул табурет – 30 шт.<br/> 8. Доска меловая – 1 шт.<br/> 9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/2)<br/> 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)<br/> 10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/3)<br/> 11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/5)<br/> 12. Электропечь – 1 шт. (Инв.№ 558410)<br/> 13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411)<br/> 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)<br/> 2.Шкаф для реактивов 2 шт (Инв.№558386/4, Инв.№558386/5)<br/> 3.Шкаф для посуды 2 шт. (Инв.№558385/3, Инв.№558385/4)<br/> 4.Стенд «Перид сист. Д.И. Менделеева 1 шт.(Инв.№560005/1)<br/> 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)<br/> 6. Стол лабораторный – 27 шт.<br/> 7.Стул табурет – 30 шт.<br/> 8. Доска меловая – 1 шт.<br/> 9. РН-метр – 1 шт. (Инв.№ 558419/5)<br/> 10. Мойка лабораторная 6шт. (Инв. № 558384/15, Инв. № 558384/16, Инв. № 558384/17, Инв. № 558384/18 Инв. № 558384/19, Инв. № 558384/20)<br/> 10. Весы аналитические – 1 шт. (Инв.№ 558408/9)<br/> 11. Весы электронные – 1 шт.(Инв.№ 558409/12)<br/> 12. Электропечь – 1 шт. (.Инв.№ 558410/2, Инв.№ 556072)<br/> 13.Электрошкаф сушильный – 1шт. (Инв.№ 558411/3)<br/> 14.Письменный стол – 1 шт.</p> |
| Учебная лаборатория (учебный корпус № 6, ауд. № 332) | <p>1.Центрифуга 1шт. (Инв.№ 558412)<br/> 2.Микроскоп 1 шт. (Инв.№160308)<br/> 3.Печь муфельная (Инв. № 34751)<br/> 4.Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева»</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | 1 шт. (Инв. №101237)<br>5. Весы электрон. SC2020 1 шт. (Инв. № 35077/3)<br>6. Шкаф для посуды 1 шт (Инв. № 558385)<br>7. Шкаф для реактивов 1 шт. (Инв. №558386)<br>8. Шкаф вытяжной 2 шт. (Инв № 558387/6, 558387/7)<br>9. Доска меловая – 1 шт.<br>10. Лабораторные столы – 15 шт.<br>11. Стул табурет – 30 шт.<br>12. Письменный стол – 1 шт. |
| Читальный зал (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова),<br>Комнаты самоподготовки (общежития) | Для самостоятельной работы студентов   |

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Химия аналитическая» студентам необходимо иметь рекомендуемые учебники и учебные пособия. При освоении каждой из тем дисциплины студент должен внимательно изучить и законспектировать материал по этой теме, подготовиться к выполнению лабораторной работы, выполнить эту 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 коллоквиуму. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и коллоквиумов.

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 измере-

ний. 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, коллоквиумы) должны быть ликвидированы. 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. Отработки лабораторных работ осуществляются только в присутствии и под руководством лаборанта, который назначает время отработки.

Самостоятельная работа студентов над курсом аналитической химии 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 опираться на лабораторный практикум, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания, контрольной работы и коллоквиума, которые завершают 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 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, 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.

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

Специфика дисциплины «Химия аналитическая» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на лабораторных занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания неорганической химии в объёме, предусмотренном государственным образовательным стандартом высшего образования, математики и элементарной статистики. 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. 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, коллоквиумов, приём лабораторных работ).

**Программу разработала:**

Елисеева О.В., к.б.н.

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу модульной дисциплины «Б1.О.03.02 Химия аналитическая», модуль «Б1.О.03 Химия» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», направленности (профили) «Питание растений и качество урожая», «Генетическая и агроэкологическая оценка почв», «Сельскохозяйственная микробиология», «Органическое сельское хозяйство» (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.03.02 Химия аналитическая» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», направленности (профили) «Питание растений и качество урожая», «Генетическая и агроэкологическая оценка почв», «Сельскохозяйственная микробиология», «Органическое сельское хозяйство» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчик – 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.03.02 Химия аналитическая» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение». 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 обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» закреплена 1 компетенция. Дисциплина «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» и представленная Программа способна реализовать её в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

9. Программа дисциплины «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (индивидуальные задания, контрольные работы, коллоквиумы, защита лабораторных работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.



Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник и учебное пособие для самостоятельной работы), дополнительной литературой – 4 наименования, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.О.03.02 Химия аналитическая».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.О.03.02 Химия аналитическая» ОПОП ВО по направлению 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», направленности (профили) «Питание растений и качество урожая», «Генетическая и агроэкологическая оценка почв», «Сельскохозяйственная микробиология», «Органическое сельское хозяйство» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Елиссевой 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.