

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Акчури Сергей Владимирович

Должность: заместитель директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 08.07.2026 16:20:01

Уникальный идентификационный ключ:

7abcc100773ae7c9cceb4a7a083ff3fbbf160d2a



**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 агробиотехнологии

Кафедра химии



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Б1.О.31 Аналитическая химия»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направления: 06.03.01 Биология

Направленность: Генетика животных

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

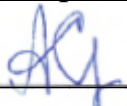
Год начала подготовки: 2026

Москва, 2026

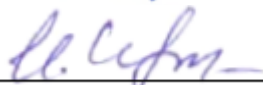
Разработчик(и): Жарких О.А., к.б.н.

  
«29» апреля 2026 г.

Попова А.С., к.х.н.

  
«29» апреля 2026 г.

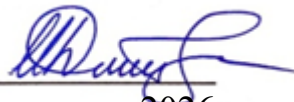
Рецензент: Серегина И.И., д.б.н., профессор

  
«29» апреля 2026 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП, профессиональных стандартов и учебных планов по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

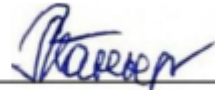
Программа обсуждена на заседании кафедры химии  
протокол № 4 от «30» апреля 2026 г.

И.о. зав. кафедрой Дмитриевская И.И., д.с.-х.н., доцент

  
«30» апреля 2026 г.

**Согласовано:**

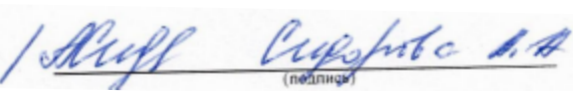
Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и биологии  
д.б.н., профессор Маннапов А.Г.

  
«30» апреля 2026 г.

Заведующий выпускающей кафедрой Кидов А.А., д.б.н., доцент

  
«8» мая 2026 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## 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.....                                                                                                                      | 8                                      |
| 4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....                                                                                                                 | 10                                     |
| <b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>                                                                                                          | <b>12</b>                              |
| <b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>                                              | <b>12</b>                              |
| 6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....               | 12                                     |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....                                                          | ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.        |
| <b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                                                                          | <b>19</b>                              |
| 7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                                                      | 19                                     |
| 7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....                                                                                                                 | 19                                     |
| 7.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....                                                                         | 19                                     |
| <b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>                            | <b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b> |
| <b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>                                                                 | <b>21</b>                              |
| <b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                        | <b>19</b>                              |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>                                                                           | <b>21</b>                              |
| Виды и формы отработки пропущенных занятий .....                                                                                                    | 22                                     |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>                                                      | <b>22</b>                              |

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.О.31 «Аналитическая химия»**  
**для подготовки бакалавров по направлениям 06.03.01 Биология, направ-**  
**ленность (профиль): Генетика животных.**

**Цель освоения дисциплины:** 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 5 семестре по направлениям подготовки 06.03.01 Биология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-8.3; ПК-1.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Гравиметрический анализ. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Титриметрический анализ. Комплексонометрическое титрование». Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование».

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

**Промежуточный контроль:** зачет.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» 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 «Аналитическая химия» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана. Дисциплина «Аналитическая химия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта, ОПОП ВО и учебного плана по направлениям 06.03.01 Биология.

Дисциплина «Аналитическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биологическая химия», «Физиология животных», «Физиология растений».

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально-

но 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**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены 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 часа), их распределение по видам работ семестрам 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-6           | Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии | ОПК-6.1. Знать основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований | основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач; методы анализа экспериментальных данных, методы математической обработки результатов анализа                                                                                             | объяснять процессы, происходящие в природе, сельскохозяйственном производстве и в быту на основе знаний по неорганической химии                                                                                                                                                 | навыками описывать и проводить химические эксперименты, анализировать и формулировать выводы                                                                                                                                            |
|       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОПК-6.2. Уметь использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности                          | основы аналитической химии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности, основные требования техники безопасности при работе в химической лаборатории, методы анализа экспериментальных данных, методы математической обработки результатов анализа | проводить химические исследования с соблюдением техники безопасности, 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 |
| 2     | ОПК-8           | Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты                                                                                                                                               | ОПК-8.3. Владеть навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состоя-        | теоретические основы общей, неорганической и аналитической химии для выполнения научных исследований в полевых и лабораторных условиях                                                                                                                         | воспринимать химическую информацию, производить расчёты, анализировать полученные данные, применять современные методы исследований в профессиональной деятельности                                                                                                             | навыками обобщать и интерпретировать химическую информацию, необходимую для постановки цели и выбора путей решения задач, возникающих в практической деятельности                                                                       |

|   |        |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |        |                                                                                                                                           | <p>ния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию</p> |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | ПКос-1 | <p>Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий</p> | <p>ПКос-1.2. Уметь производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов</p>                                                                                                                                                                                                    | <p>методы лабораторных исследований, методики отбора природных образцов</p> | <p>производить расчёты, необходимые для проведения экспериментов, анализировать, воспринимать химическую информацию, планировать эксперимент, делать выводы на основании полученных экспериментальных данных, готовить растворы заданного состава и производить необходимые расчеты; использовать лабораторное оборудование и приборы для решения практических задач</p> | <p>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</p> |

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                        | Трудоёмкость |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                           | час.         | в т.ч. по 1 семестру |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану                                                                                                                                                    | <b>108</b>   | <b>108</b>           |
| <b>1. Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                              | <b>38,25</b> | <b>38,25</b>         |
| <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                                  | <b>38,25</b> | <b>38,25</b>         |
| <i>в том числе:</i>                                                                                                                                                                                       |              |                      |
| <i>лекции (Л)</i>                                                                                                                                                                                         | -            | -                    |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>                                                                                                                                                                           | 38           | 38                   |
| <i>консультации перед экзаменом</i>                                                                                                                                                                       | -            | -                    |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                                                                                                                                                  | 0,25         | 0,25                 |
| <b>2. Самостоятельная работа (СР)</b>                                                                                                                                                                     | <b>69,75</b> | <b>69,75</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> | <b>69,75</b> | <b>69,75</b>         |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>                                                                                                                                                                   | -            | -                    |
| Вид промежуточного контроля:                                                                                                                                                                              | зачет        |                      |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)                              | Всего       | Аудиторная работа |           |             | Внеаудиторная работа СР |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------|-------------------------|
|                                                                                 |             | Л                 | ЛР        | ПКР         |                         |
| <b>Раздел 1 «Количественный анализ»</b>                                         | <b>108</b>  | -                 | <b>38</b> | -           | <b>69,75</b>            |
| <b>Тема 1 «Гравиметрический анализ»</b>                                         | 17,75       | -                 | 8         | -           | 9,75                    |
| <b>Тема 2 «Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование»</b>           | 30          | -                 | 10        | -           | 20                      |
| <b>Тема 3 «Титриметрический анализ. Комплексонометрическое титрование»</b>      | 30          | -                 | 10        | -           | 20                      |
| <b>Тема 4. «Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительный анализ»</b> | 30          | -                 | 10        | -           | 20                      |
| <i>консультации перед экзаменом</i>                                             | -           | -                 | -         | -           | -                       |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>                        | <b>0,25</b> | -                 | -         | 0,25        | -                       |
| <i>Подготовка к экзамену</i>                                                    | -           | -                 | -         | -           | -                       |
| <b>Всего за 1 семестр</b>                                                       | <b>108</b>  | -                 | <b>38</b> | <b>0,25</b> | <b>69,75</b>            |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                                      | <b>108</b>  | -                 | <b>38</b> | <b>0,25</b> | <b>69,75</b>            |

## Раздел 1 «Количественный анализ»

## Тема 1 «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 вы-

падения 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.

#### **Тема 2 «Титриметрический анализ. 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 3 «Титриметрический анализ. Комплексонометрическое титрование»**

Комплексные соединения; комплексообразователи; комплексоны; комплексон III (ЭДТА); дентатность; лиганды; хелаты; хелатный эффект; комплексоны; 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 4 «Титриметрический анализ. 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.

### **4.3 Лекции/лабораторные работы**

Таблица 4

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

| № п/п | Название раздела, темы                   | № и название лекций/ лабораторных работ                                     | Формируемые компетенции                      | Вид контрольного мероприятия                  | Кол-во часов |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1. «Количественный анализ»</b> |                                                                             |                                              |                                               | <b>50</b>    |
|       | Тема 1. «Гравиметрический анализ»        | Лабораторная работа № 1. Определение содержания бария в растворе соли бария | ОПК-6.1;<br>ОПК-6.2;<br>ОПК-8.3;<br>ПКос-1.2 | защита, индивидуальное задание, тестирование, | 8            |

| №<br>п/п | Название<br>раздела, те-<br>мы                                                                                | № и название лекций/<br>лабораторных работ                                                                 | Формируемые<br>компетенции | Вид<br>контрольного<br>мероприятия                                     | Кол-во<br>часов |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|          |                                                                                                               |                                                                                                            |                            | коллоквиум                                                             |                 |
|          | Тема 2.<br>«Титримет-<br>рический<br>анализ. Кис-<br>лотно-<br>основное<br>титрование»                        | Лабораторная работа № 2.<br>Приготовление рабочего рас-<br>твора хлороводородной кис-<br>лоты              |                            | защита лабо-<br>раторной ра-<br>боты, индиви-<br>дуальное за-<br>дание | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 3.<br>Приготовление рабочего рас-<br>твора гидроксида натрия                         |                            |                                                                        | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 4.<br>«Приготовление стандартно-<br>го раствора карбоната<br>натрия».                |                            |                                                                        | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 5.<br>«Стандартизация рабочего<br>раствора хлороводородной<br>кислоты».              |                            |                                                                        | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 6.<br>«Определение жёсткости во-<br>ды».                                             |                            |                                                                        | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 7.<br>«Стандартизация рабочего<br>раствора гидроксида<br>натрия».                    |                            |                                                                        | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 8.<br>Определение фосфорной<br>кислоты                                               |                            |                                                                        | 2               |
|          | Тема 3. «<br>Титримет-<br>рический<br>анализ.<br>Комплексо-<br>нометриче-<br>ское титро-<br>вание»            | Лабораторная работа № 9.<br>«Приготовление стандартно-<br>го раствора ЭДТА».                               |                            | Индивиду-<br>альное зада-<br>ние                                       | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 10.<br>«Определение содержания<br>магния».                                           |                            | Защита, те-<br>стирование                                              | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 11.<br>«Определение содержания<br>магния и кальция при сов-<br>местном присутствии». |                            | Защита, те-<br>стирование                                              | 2               |
|          | Тема 4.<br>«Титримет-<br>рический<br>анализ.<br>Окислитель-<br>но-<br>восстанови-<br>тельное тит-<br>рование» | Лабораторная работа № 12.<br>«Приготовление рабочего<br>раствора перманганата ка-<br>лия».                 |                            | Индивиду-<br>альное зада-<br>ние                                       | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 13.<br>«Приготовление стандартно-<br>го раствора оксалата<br>натрия».                |                            | Тестирование                                                           | 2               |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 14.<br>«Стандартизация рабочего<br>раствора перманганата ка-<br>лия».                |                            |                                                                        |                 |
|          |                                                                                                               | Лабораторная работа № 15.<br>«Определение железа».                                                         |                            | Защита, кол-<br>локвиум                                                | 2               |

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

| №<br>п/п                                    | Название раздела,<br>темы                                     | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного<br>изучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Теоретические основы химии</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.                                          | Тема 1. 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.                                                                                                                                    |
| 2.                                          | Тема 2. Титриметрический анализ. 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 кислотноосновного титрования |
| 3                                           | Тема 3. 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 4. Окислительно-восстановительное титрование             | Окислительно-восстановительные реакции; окислительно-восстановительные потенциалы; техника поокислительно-восстановительного титрования; перманганатометрия; дихроматометрия; иодометрия; основные рабочие растворы методов;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| № п/п | Название раздела, темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                        | 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. |

## 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.    | Занятие № 4. Гравиметрический анализ                                              | ЛР | Тестирование                                                                                  |
| 2.    | Занятие № 11. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование               | ЛР | Тестирование                                                                                  |
| 3.    | Занятие № 14. Титриметрический анализ. Комплексонометрическое титрование          | ЛР | Тестирование                                                                                  |
| 4.    | Занятие № 17. Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование. | ЛР | Тестирование                                                                                  |

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

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

**Раздел 3. «Титриметрический анализ»** (Смарыгин С.Н., Дайдакова И.В. Аналитическая химия. Уч. пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. 194 с.)

**Тема 8. «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 pH 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.

### Вариант 2

1. Вычислите объём 0,2194 н. раствора гидроксида натрия, необходимый для нейтрализации 10,00 мл 0,1246 н. раствора хлороводородной кислоты.
2. Определите pH начала и конца скачка титрования без учёта разбавления раствора при титровании 40,00 мл 0,1000 н. раствора масляной кислоты 0,1000 н. раствором гидроксида натрия.
3. Вычислите равновесную концентрацию катионов водорода в точке эквивалентности с учётом разбавления раствора при титровании 20,00 мл 0,1500 н. раствора аммиака (гидроксида аммония) 0,1500 н. раствором хлороводородной кислоты.
4. Укажите, какой из названных ниже индикаторов пригоден для проведения титрования в задаче № 2: ализариновый жёлтый, крезоловый красный, тропеолин 000, ализариновый красный.
5. Заключительным этапом определения общего азота методом Кьельдаля является титрование раствора аммиака серной кислотой. Проведено шесть параллельных определений массовой доли общего азота в картофеле. При этом получены следующие числовые значения (в %): 1,37; 1,47; 1,39; 1,40; 1,30; 1,35. Вычислите дисперсию.

### Тема 9. «Комплексометрическое 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.

## Вариант 2

1. Сколько граммов нитрилтриметиленфосфоновой кислоты содержится в 1 л 0,01 М раствора?
2. Напишите общее название комплексных соединений, которые образуются при взаимодействии катионов металлов с комплексонами.
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 14,31 мл 0,04902 М раствора ЭДТА.
4. Вычислите массы магния и кальция, содержащихся в 100,0 мл раствора солей этих металлов, если при титровании 10,00 мл этого раствора 0,05000 М раствором ЭДТА с индикатором эриохром чёрный Т в присутствии аммиачного буферного раствора пошло 20,28 мл раствора ЭДТА, а на титрование с мурексидом после добавления 2 н. раствора гидроксида натрия пошло 12,89 мл раствора ЭДТА той же концентрации.
5. При комплексонометрическом определении содержания кальция в травосмеси получены следующие результаты (в %): 0,885; 0,876; 0,891; 0,893; 0,881. Используя Q-критерий, определите, имеются ли в результатах анализа промахи.

## Тема 10. «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:



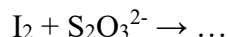
3. Вычислите массу навески кристаллического оксалата аммония, необходимой для приготовления 100 мл 0,01 н. раствора.
4. Рассчитайте массу меди, содержавшейся в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если к 10,00 мл раствора соли меди, отобранного из этой колбы, прибавили 2 мл 2 н. раствора серной кислоты 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).

### Вариант 2

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



2. Закончите уравнение реакции в сокращённой ионной форме и вычислите молярную массу эквивалента окислителя:



3. Вычислите массу навески кристаллической щавелевой кислоты, необходимой для приготовления 250 мл 0,05 н. раствора.
4. Рассчитайте массу железа, содержавшегося в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если на титрование 10,00 мл раствора соли Мора пошло 15,45 мл 0,02089 н. раствора дихромата калия.
5. Вычислите молярную массу эквивалента оксалата натрия в реакции, используемой для стандартизации рабочего раствора перманганата калия.

### Критерии оценки:

- оценка «5 баллов» выставляется студенту, если были решены все задания;
- оценка «4 балла» выставляется студенту, если не было решено 1 из заданий;

- оценка «3 балла» выставляется студенту, если не решены 2 задания;
- оценка «2 балла» выставляется студенту, если не решены 3 задания;
- оценка «1 балл» выставляется студенту, если не решены 4 задания;
- оценка «0 баллов» выставляется студенту, если все задания решены неверно.

### Типовые комплекты заданий для контрольных работ

#### Раздел 3. «Титриметрический анализ»

##### Тема 8. «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?

###### Вариант 2

1. Определите содержание HCl в растворе, если на его титрование пошло 10 мл KOH с титром 0,0059 г/мл.
2. Из предложенных веществ, какие могут быть использованы в качестве установочных веществ для определения характеристик раствора хлороводородной кислоты: карбонат натрия, ацетат натрия, едкий натр, хлорид аммония?
3. В каком диапазоне pH лакмус находится в ионном состоянии?
4. Определите диапазон pH, в котором находится скачок титрования 100 мл 0,1 н. раствора HCl 0,1 н. раствором NaOH?
5. Какие индикаторы используют для определения карбоната и гидроксида натрия при совместном присутствии: фенолфталеин и метилоранж, фенолфталеин и метиловый красный, фенолфталеин и лакмус, метиловый оранжевый и красный?

##### Тема 9. «Комплексонометрическое титрование»

###### Вариант 1

1. Какое из соединений ( $MgInd^+$ ,  $MgY^{2-}$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgOHCl$ ) является комплексоном?
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 комплексоны:  $Me^{2+}$ ,  $Me^{3+}$ ,  $Me^{4+}$ ?
5. Какая форма индикатора эриохрома черного Т ( $H_3Ind$ ,  $H_2Ind^+$ ,  $HInd^{2+}$ ,  $Ind^{3+}$ ) устойчива при pH 6-11?

###### Вариант 2

1. Какие соединения образует комплексон с металлами: внутрикомплексные, прочные, хорошо растворимые, малорастворимые?
2. Какое из приведенных ниже соединений менее прочное:  $ZnY^{2-}$  ( $pK = 16,50$ ),  $CdY^{2-}$  ( $pK = 16,46$ ),  $CuY^{2-}$  ( $pK = 18,80$ ),  $MnY^{2-}$  ( $pK = 14,04$ )?
3. Рассчитать навеску комплексона для приготовления 1 л 0,02 М раствора. М.м. = 372. 16

4. Какая из представленных форм комплексона образует комплексонат магния:  $\text{H}_2[\text{H}_2\text{Y}]$ ,  $\text{H}[\text{H}_2\text{Y}]^-$ ,  $[\text{H}_2\text{Y}]^{2-}$ ,  $[\text{HY}]^{3-}$ ?

5. В какой цвет окрашен комплексонат магния?

#### **Тема 10. «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?

##### **Вариант 2**

1. Написать выражение уравнения Нернста. От каких параметров зависит величина окислительно-восстановительного потенциала?

2. Написать реакцию взаимодействия щавелевой кислоты с перманганатом калия в кислой среде в молекулярном виде с использованием метода полуреакций.

3. Необходимые условия для приготовления рабочего раствора перманганата калия.

4. При определении железа перманганатометрическим методом какими из указанных кислот можно заменить серную кислоту:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HBr}$ ?

5. Какой объём 0,05 н.  $\text{KMnO}_4$  достаточен для окисления железа(II) из навески 0,40 г руды, содержащей 50% железа?

##### **Критерии оценки:**

- оценка «9-10 баллов» выставляется студенту, если были решены все задания с незначительными недочётами;
- оценка «7-8 баллов» выставляется студенту, если не было решено одно из заданий и не было допущено грубых ошибок;
- оценка «5-6 баллов» выставляется студенту, если не решены два задания и допущены серьёзные ошибки по ходу решения задач;
- оценка «0-4 балла» выставляется студенту, если не решены 3 и более заданий.

#### **Материалы к защите лабораторных работ**

Защита лабораторных работ осуществляется комплексно после выполнения ряда промежуточных работ и последующей контрольной лабораторной работы.

К защите лабораторных работ в лабораторном журнале должны быть полностью готовы протоколы выполненных лабораторных работ, в которых представлены все этапы выполнения работ, приведены необходимые расчеты и выполнены задания, имеющиеся в лабораторных работах в практикуме.

##### **Критерии оценки:**

- оценка «16-20 баллов» выставляется студенту, если в протоколах лабораторных работ полностью отражены все этапы их выполнения, приведены верные расчёты и все задания выполнены с незначительными недочётами;
- оценка «11-15 баллов» выставляется студенту, если в протоколах лабораторных работ полностью отражены все этапы их выполнения, приведены расчёты и все задания с небольшими ошибками;

- оценка «6-10 баллов» выставляется студенту, если в протоколах лабораторных работ этапы их выполнения отражены не полностью, в расчетах и заданиях допущены серьезные ошибки;
- оценка «0-5 балла» выставляется студенту, если лабораторные работы выполнены, но в протоколах отсутствуют какие-либо этапы их выполнения, расчеты, не выполнены задания.

### Типовые комплекты заданий для коллоквиумов

#### Раздел 3. «Титриметрический анализ»

##### Тема 8. «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.

###### Вариант 2

Построить кривую титрования 80 мл 0,2 н. раствора гидроксида аммония 0,2 н. раствором хлороводородной кислоты без учёта разбавления.

##### Тема 9. «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 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

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

###### Вариант 2

1. Сколько граммов дигидрата двуназиевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  нужно для приготовления 0,5 л 0,05 М раствора?

2. Приведите пример (с указанием протекающей химической реакции или реакций, титранта, дополнительных условий анализа) применения способа вытеснительного титрования в комплексонометрии.

3. Перечислите требования, предъявляемые к реакциям, которые могут быть использованы в комплексонометрии для проведения количественного анализа.

4. На основании приведённых величин показателей констант нестойкости хелатов,  $pK_{\text{нест.}} = -\lg K_{\text{нест.}}$ , определите, какой из комплексонатов более устойчив:

$$pK_{\text{ZnY}^{2-}} = 9,00; pK_{\text{MnY}^{2-}} = 6,90$$

##### Тема 10. «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?  
 $= 1,33 \text{ В}, = 0,17 \text{ В}.$
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.

## Вариант 2

1. Какие вещества определяют прямым, обратным и косвенным способами в перманганатометрии. Приведите примеры реакций.
2. Условия проведения иодометрических определений.
3. Рассчитайте массу железа, содержавшегося в мерной колбе вместимостью 100,0 мл, если на титрование 10,00 мл раствора соли Мора пошло 12,26 мл 0,05521 н. раствора дихромата калия.
4. Вычислите массу навески перманганата калия, необходимой для приготовления 0,25 л 0,05 н. раствора.

### Критерии оценки:

- оценка «16-20 баллов» выставляется студенту, если были выполнены все задания с незначительными недочётами;
- оценка «11-15 баллов» выставляется студенту, если не было выполнено одно из заданий и не было допущено грубых ошибок;
- оценка «6-10 баллов» выставляется студенту, если не выполнены два задания и допущены серьезные ошибки по ходу их выполнения;
- оценка «0-5 балла» выставляется студенту, если не выполнены 3 и более заданий.

### Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине «Аналитическая химия»

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 полиденатный лиганд. Комплексон III (ЭДТА) как титрант в комплексонометрии: строение молекулы, дентатность, его состояние в растворе в зависимости от pH среды. Внутрикислотные 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.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. *Васильев В.П.* Аналитическая химия: В 2 кн.: Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Дрофа, 2007. 368 с.
2. *Смарыгин С.Н., Дайдакова И.В.* Аналитическая химия. Уч. пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. 194 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. *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.
2. *Александрова, Э. А. Гайдукова, Н. Г.* Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 537 с. — (Высшее образование).
3. *Вершинин В.И.* Аналитическая химия : учебник для вузов / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с.

### 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. [www.anchem.ru](http://www.anchem.ru)

## 10. 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 химическая аудитория (БХА))                               | 1. Мультимедийная установка в комплексе с компьютером 1 шт. (Инв. № 410124000602969) |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | 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 «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1 шт. (Инв. № 560006)<br>5. Мойка 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, Инв. № 558386/1)<br>3. Шкаф для посуды 2 шт. (Инв. № 558385/1, Инв. № 558385)<br>4. Стенд «Периодическая табл. Д.И. Менделеева» 1 шт. (Инв. № 560005)<br>5. Мойка 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 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. |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Аналитическая химия» 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 тесты и контрольные вопросы. Контроль освоения темы студентом осуществляется в виде теста и коллоквиума.

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 экспери-

ментальной 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 домашние задания и тестирования, коллоквиумы) должны быть ликвидированы.

Самостоятельная работа студентов над курсом аналитической химии заключается в систематической работе с учебником, 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 домашнего задания и тестирования, которые, наряду с коллоквиумом, завершают каждую тему курса.

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

Студент, пропустивший лабораторные занятия, обязан подготовить конспект пропущенной лабораторной работы, получить у преподавателя индивидуальное задание по лабораторной работе и в присутствии лаборанта кафедры отработать её в свободное от занятий время. Студент без конспекта лабораторной работы индивидуального задания не допускается до отработки. После выполнения лабораторной работы лаборант в конспекте ставит дату отработки и подпись.

Текущие задолженности по индивидуальным домашним заданиям, тестированию 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.

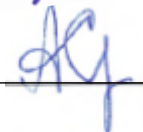
## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Специфика дисциплины «Аналитическая химия» 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 химии в объёме школьной программы, 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. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, природных минералов, демонстрация опытов;
- решение химических расчётных и экспериментальных задач как метод обучения химии;
- 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, опрос по темам, приём лабораторных работ).

**Программу разработали:**  
Жарких О.А., к.б.н.

Попова А.С., к.х.н.

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия»  
ОПОП ВО по направлениям 06.03.01 Биология, направленность (профиль): Генетика  
животных (квалификация выпускника – бакалавр).**

Серегин И.И., профессором кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия» ОПОП ВО по направлениям 06.03.01 Биология, направленность «Генетика животных» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре химии (разработчики – Жарких О.А. доцент кафедры химии, кандидат биологических наук, Попова А.С., доцент кафедры химии, кандидат химических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлениям 06.03.01 Биология. 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 ВО направлений 06.03.01 Биология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Б1.О.31 Аналитическая химия» закреплена 1 компетенция. Дисциплина «Б1.О.31 Аналитическая химия» и представленная Программа способна реализовать ее в объявленных требованиях.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия» составляет 3 зачётных единицы (108 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Б1.О.31 Аналитическая химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям 06.03.01 Биология 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.31 Аналитическая химия» предполагает 4 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направлений 06.03.01 Биология.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (индивидуальные задания, контрольные работы, опрос, 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 ВО направлений 06.03.01 Биология.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник и учебное пособие для самостоятельной работы),

дополнительной литературой – 3 наименования, Интернет-ресурсы – 1 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направлений 06.03.01 Биология.

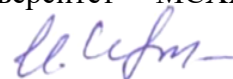
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Б1.О.31 Аналитическая химия».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Б1.О.31 Аналитическая химия» ОПОП ВО по направлениям 06.03.01 Биология, направленность (профиль) «Генетика животных» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная доцентом кафедры химии, кандидатом биологических наук Жарких О.А. и доцентом кафедры химии, кандидатом химических наук Поповой А.С., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Серегина И.И., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук



---

«29» апреля 2026 г.