

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Тимирязев Владимир Владимирович  
Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии  
Дата подписания: 19.11.2025 15:21:23  
Уникальный программный 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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института зоотехнии и  
биологии



С.В. Акчурин

2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.14 ХИМИЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 36.03.02 – Зоотехния

Направленность: «Продуктивное животноводство»,

«Нутрициология и благополучие животных»,

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики: Жарких О.А, к.б.н.

« 26 » августа 2025 г.

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

« 27 » августа 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 36.03.02 – Зоотехния

Программа обсуждена на заседании кафедры химии  
протокол № 1 от « 28 » августа 2025 г.

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

« 28 » августа 2025 г.

**Согласовано:**

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

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедры  
кормления животных  
Буряков Н. П., д.б.н., профессор

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы учебной дисциплины**

**Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая» для под подготовки бакалавра по направлению подготовки 36.03.02 – Зоотехния по направлениям (профилям) «Продуктивное животноводство» и «Нутрициология и благополучие животных»,  
(квалификация выпускника – бакалавр)**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических основ химии, свойств биогенных и токсичных химических элементов и образуемых ими простых и сложных неорганических веществ, приобретение умений и навыков работы с простейшим 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 в 1 семестре по направлению подготовки 36.03.02 – Зоотехния.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, ОПК-4.

**Краткое содержание дисциплины:** Основные понятия и законы химии. Растворы. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие. Окислительно-восстановительные реакции. Комплексные соединения. Предмет и задачи аналитической химии. Количественный анализ, основные методы количественного анализа. Титриметрический анализ, кислотно-основное, комплексонометрическое и окислительно-восстановительное титрование. Статистическая обработка результатов анализа.

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

**Промежуточный контроль:** экзамен

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Химия неорганическая и аналитическая» является освоение студентами теоретических основ химии, свойств биогенных и токсичных химических элементов и образуемых ими простых и сложных неорганических веществ, приобретение умений и навыков работы с простейшим 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 неорганическая и аналитическая» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана. Дисциплина «Химия неорганическая и аналитическая» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта, ОПОП ВО и учебного плана по направлению 36.03.02 – Зоотехния.

Дисциплина «Химия неорганическая и аналитическая» является

основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Химия органическая», «Биохимия», «Безопасность жизнедеятельности», «Основы научных исследований». Особенностью дисциплины является применение серьезной теоретической подготовки при формировании навыков работы в химической лаборатории.

Рабочая программа дисциплины «Химия неорганическая и 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**

#### **4.1Распределение 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     | УК-1            | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. Знать алгоритмы анализа задач, выделяя их базовые составляющие                                                     | основные законы химии, основные алгоритмы решения практических задач; способы статистической обработки результатов анализа                                                 |                                                                                                                                                        |         |
|       |                 |                                                                                                                                | УК-1.2. Уметь находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи                  |                                                                                                                                                                            | работать с литературными источниками; использовать лабораторное оборудование и приборы для решения практических задач, производить необходимые расчеты |         |
| 2     | ОПК-4           | Знать основные естественные, биологические и профессиональные понятия и методы решения общепрофессиональных задач              | ОПК-4.1. Знать основные естественные, биологические и профессиональные понятия и методы решения общепрофессиональных задач | Основные понятия неорганической и аналитической химии и методы работы в химической лаборатории, основные приборы и оборудование, используемое для химического эксперимента |                                                                                                                                                        |         |

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Таблица 2

| 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>52,4</b>  | <b>52,4</b>          |
| <b>Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                           | <b>52,4</b>  | <b>52,4</b>          |
| <i>в том числе:</i>                                                                                                                                                                                |              |                      |
| <i>лекции (Л)</i>                                                                                                                                                                                  | 16           | 16                   |
| <i>лабораторные работы (ЛР)</i>                                                                                                                                                                    | 34           | 34                   |
| <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>55,6</b>  | <b>55,6</b>          |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам, опросу и т.д.)</i> | 31           | 31                   |
| <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 (укрупнённо) | Всего      | Аудиторная работа |           |            | Внеаудиторная работа СР |
|----------------------------------------------------|------------|-------------------|-----------|------------|-------------------------|
|                                                    |            | Л                 | ЛР        | ПКР        |                         |
| Раздел 1 «Неорганическая химия»                    | 53         | 12                | 26        | -          | 15                      |
| Раздел 2 «Аналитическая химия»                     | 28         | 4                 | 8         |            | 16                      |
| Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)  | 0,4        | -                 | -         | 0,4        | -                       |
| Консультация перед экзаменом                       | 2          |                   |           | 2          |                         |
| Подготовка к экзамену                              | 24,6       | -                 | -         | -          | 24,6                    |
| <b>Всего за 1 семестр</b>                          | <b>108</b> | <b>16</b>         | <b>34</b> | <b>2,4</b> | <b>55,6</b>             |
| <b>Итого по дисциплине</b>                         | <b>108</b> | <b>16</b>         | <b>34</b> | <b>2,4</b> | <b>55,6</b>             |

### Раздел 1 «Неорганическая химия»

#### Тема 1 «Растворы»

Закон эквивалентов, химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, массовая доля, титр, термодинамические причины образования растворов; физические и химические силы, обуславливающие образование растворов; отличие сильных электролитов от слабых; типы сильных электролитов; гидратация ионов, первичная и вторичная гидратные оболочки, кристаллогидраты; активность, коэффициент активности; типы слабых электролитов, константы и степени диссоциации слабых электролитов; вода как слабый электролит, ионное произведение воды, водородный и гидроксильный показатели растворов, способы измерения водородного показателя; буферные растворы; гидролиз солей, типы

гидролиза, константы и степени гидролиза солей; значение растворов сильных и слабых электролитов в химии и биологии.

### **Тема 2 «Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие»**

Средняя и истинная скорость химической реакции; факторы, влияющие на скорость реакции; химическая реакция как последовательность элементарных стадий; закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции, константа скорости реакции; зависимость скорости химической реакции от температуры, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации, энергетический барьер, активированный комплекс, катализ, катализаторы, ферменты; значение учения о скорости химической реакции в химии, биологии и сельском хозяйстве; химическое равновесие как конечный результат самопроизвольного протекания обратимой реакции, динамический характер химического равновесия, признаки истинного равновесия, закон действующих масс для химического равновесия, принцип Ле Шателье, роль химических равновесий в природе; термодинамические системы: открытые, закрытые, изолированные, гомогенные и гетерогенные; внутренняя энергия, энтальпия, тепловой эффект химической реакции, закон Гесса, энтропия как мера вероятности состояния системы, изменение энергии Гиббса как критерий возможности самопроизвольного протекания реакции.

### **Тема 3 «Окислительно-восстановительные реакции»**

Окислительно-восстановительные реакции, степень окисления, окислители и восстановители, окисление и восстановление; составление уравнения окислительно-восстановительных реакций (метод ионных полуреакций); окислительно-восстановительные потенциалы; уравнение Нернста; определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций с помощью окислительно-восстановительных потенциалов, роль окислительно-восстановительных реакций в природе.

## **Раздел 2 «Аналитическая химия»**

**Тема 4 «Предмет и задачи аналитической химии. Количественный анализ. Ошибки в аналитических определениях»**

Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Количественный анализ. Методы количественного анализа. Подготовка к анализу. Статистическая обработка результатов анализа.

### **Тема 5 «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 рабочего раствора хлороводородной кислоты; приготовление стандартного раствора соды (карбоната натрия); стандартизация рабочего раствора хлороводородной кислоты; определение жёсткости воды; вычисление результатов; ошибки кислотно-основного титрования.

### **Тема 6 «Титриметрический анализ. Комплексометрическое 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 и кальция в растворе при совместном присутствии; маскирующие агенты; разделение ионов; вычисление результатов; ошибки комплексонометрического титрования.

**Тема 7** «Титриметрический анализ. 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 стандартного раствора оксалата натрия; стандартизация рабочего раствора перманганата калия; определение железа перманганатометрическим методом; вычисление результатов; ошибки метода окислительно-восстановительного титрования.

#### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

##### Содержание лекций/лабораторных работ и контрольных мероприятий

| № п/п | № раздела                             | № и название лекций/лабораторного практикума                                                                       | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия                                           | Кол-во часов |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.    | <b>Раздел 1. Неорганическая химия</b> |                                                                                                                    |                         |                                                                        | <b>38</b>    |
|       | Тема 1. Растворы                      | Лекция № 1. Растворы.                                                                                              | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-4.1 | -                                                                      | 2            |
|       |                                       | Лабораторная работа № 1. «Приготовление растворов заданного состава»                                               |                         | защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа | 6            |
|       |                                       | Лекция № 2. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Буферные растворы.        |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                       | Лабораторная работа № 2. «Экспериментальное определение водородного показателя»                                    |                         | защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа | 4            |
|       |                                       | Лекция № 3. Гидролиз солей                                                                                         |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                       | Лабораторная работа № 3. «Изучения влияния природы соли, температуры и концентрации раствора на процесс гидролиза» |                         | защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа | 4            |

|       |                                                                                                          |                                                                                                              |                         | работа                                                                 |              |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| № п/п | № раздела                                                                                                | № и название лекций/ лабораторного практикума                                                                | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия                                           | Кол-во часов |
|       | Тема 2. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие                                  | Лекция № 4. Химическая кинетика. Химическое равновесие                                                       |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 4. «Смещение химического равновесия»                                                   |                         | защита лабораторной работы, индивидуальное задание, опрос по темам 1-2 | 4            |
|       | Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции                                                           | Лекция № 5. Окислительно-восстановительные реакции                                                           |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 5. «Окислительно-восстановительные реакции»                                            |                         | защита лабораторной работы, индивидуальное задание, контрольная работа | 6            |
|       | Тема 4. Комплексные соединения                                                                           | Лекция № 6. Комплексные соединения                                                                           |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 6. «Изучение свойств комплексных соединений»                                           |                         | защита лабораторной работы                                             | 2            |
| 2     | <b>Раздел 2. Аналитическая химия</b>                                                                     |                                                                                                              |                         |                                                                        | <b>12</b>    |
|       | Тема 5. Предмет и задачи аналитической химии. Количественный анализ. Ошибки в аналитических определениях | Лекция № 7. Предмет и задачи аналитической химии. Количественный анализ. Ошибки в аналитических определениях | УК-1.1, УК-1.2, ОПК-4.1 | -                                                                      | 2            |
|       | Тема 6. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование                                            | Лекция № 8. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование                                            |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 7. «Приготовление рабочего раствора хлороводородной кислоты»                           |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 8. «Приготовление стандартного раствора карбоната натрия»                              |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Лабораторная работа № 9. «Стандартизация рабочего раствора хлороводородной кислоты»                          |                         | -                                                                      | 2            |
|       |                                                                                                          | Контрольная лабораторная работа № 10. «Определение карбонатной жёсткости воды»                               |                         | защита лабораторных работ                                              | 2            |

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>№ раздела и темы</b> | <b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.               | Тема 1. Растворы        | Закон эквивалентов, химический эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента; молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, массовая доля, титр, термодинамические причины образования растворов; физические и химические силы, обуславливающие образование растворов; отличие сильных электролитов от слабых; типы силь- |

| №<br>п/п | № раздела и темы                                                        | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                         | ных электролитов; гидратация ионов, первичная и вторичная гидратные оболочки, кристаллогидраты; активность, коэффициент активности; типы слабых электролитов, константы и степени диссоциации слабых электролитов; вода как слабый электролит, ионное произведение воды, водородный и гидроксильный показатели растворов, способы измерения водородного показателя; буферные растворы; гидролиз солей, типы гидролиза, константы и степени гидролиза солей; значение растворов сильных и слабых электролитов в химии и биологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.       | Тема 2. Скорость и энергетика химических реакций. Химическое равновесие | Средняя и истинная скорость химической реакции; факторы, влияющие на скорость реакции; химическая реакция как последовательность элементарных стадий; закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции, константа скорости реакции; зависимость скорости химической реакции от температуры, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации, энергетический барьер, активированный комплекс, катализ, катализаторы, ферменты; значение учения о скорости химической реакции в химии, биологии и сельском хозяйстве; химическое равновесие как конечный результат самопроизвольного протекания обратимой реакции, динамический характер химического равновесия, признаки истинного равновесия, закон действующих масс для химического равновесия, принцип Ле Шателье, роль химических равновесий в природе; термодинамические системы: открытые, закрытые, изолированные, гомогенные и гетерогенные; внутренняя энергия, энтальпия, тепловой эффект химической реакции, закон Гесса, энтропия как мера вероятности состояния системы, изменение энергии Гиббса как критерий возможности самопроизвольного протекания реакции |
| 3.       | Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции.                         | Окислительно-восстановительные реакции, степень окисления, окислители и восстановители, окисление и восстановление; составление уравнения окислительно-восстановительных реакций (метод ионных полуреакций); окислительно-восстановительные потенциалы; уравнение Нернста; определение направления протекания окислительно-восстановительных реакций с помощью окислительно-восстановительных потенциалов, роль окислительно-восстановительных реакций в природе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.       | Тема 4. Комплексные соединения                                          | Комплексные соединения, строение координационной сферы комплексных соединений: комплексообразователь, лиганды, донорные атомы лигандов, дентатность, координационное число, геометрия координационной сферы; внешнесферные ионы; комплексы с хелатообразующими и макроциклическими лигандами; диссоциация комплексных соединений в растворах, константы устойчивости и константы нестойкости; факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений в растворах: температура, хелатный и макроциклический эффекты, заряд центрального иона-комплексообразователя, теория координационной химической связи, значение комплексных соединений в биохимии клетки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.       | Тема 5. Предмет и Задачи аналитической химии. Количе-                   | Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Количественный анализ. Методы количественного анализа. Подготовка к анализу. Статистическая                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ственный анализ.<br>Ошибки в аналитических определениях                    | обработка результатов анализа. Основные понятия метрологии химического анализа; понятие погрешности измерения; классификация погрешностей; абсолютная погрешность; относительная погрешность; случайная погрешность; систематическая погрешность; грубая погрешность (промах); доверительный интервал                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. | Тема 6. 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 рабочего раствора хлороводородной кислоты; приготовление стандартного раствора соды (карбоната натрия); стандартизация рабочего раствора хлороводородной кислоты; определение жёсткости воды; вычисление результатов; ошибки кислотно-основного титрования |
| 7. | Тема 7. 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 и кальция в растворе при совместном присутствии; маскирующие агенты; разделение ионов; вычисление результатов; ошибки комплексонометрического титрования                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8. | Тема 8. Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование | Окислительно-восстановительные реакции; окислительно-восстановительные потенциалы; техника окислительно-восстановительного титрования; перманганатометрия; дихроматометрия; иодометрия; основные рабочие растворы методов; основные стандартные растворы; способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании; редокс-индикаторы; безиндикаторное титрование; автокатализ; приготовление стандартного раствора оксалата натрия; стандартизация рабочего раствора перманганата калия; определение железа перманганатометрическим методом; вычисление результатов; ошибки метода окислительно-восстановительного титрования                                                                                                                                                                                                                  |

## 1. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| № п/п | Тема и форма занятия |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|-------|----------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Гидролиз солей       | ЛР | Работа в малых группах                                                        |

|    |                                            |    |                        |
|----|--------------------------------------------|----|------------------------|
| 2. | Химическая кинетика. Химическое равновесие | ЛР | Работа в малых группах |
| 3. | Окислительно-восстановительные реакции     | ЛР | Работа в малых группах |
| 4. | Комплексные соединения                     | ЛР | Работа в малых группах |

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

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

Примеры контрольных работ:



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Кафедра химии

Контрольная работа «Способы выражения состава растворов»

#### Вариант 1

1. Как называется отношение количества В (моль), содержащегося в растворе, к объему этого раствора?
2. Какая частица является эквивалентом серной кислоты в реакции:  

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}?$$
3. Сколько граммов хлорида натрия требуется для приготовления 1 л 20%-го раствора плотностью 1,15 г/мл?
4. Вычислите титр 50%-го раствора азотной кислоты плотностью 1,31 г/мл.
5. К 100 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией 1 моль/л прибавили 300 мл воды. Вычислите молярную концентрацию полученного разбавленного раствора.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

---

Кафедра химии  
Контрольная работа  
«Водородный показатель»

**Вариант 1**

1.  $[\text{OH}^-] = 1,65 \cdot 10^{-6}$  моль/л. Вычислить рОН.
2. Вычислить  $[\text{H}^+]$  раствора, если рОН 6,54.
3. Имеются два раствора с рН 4 и 6. В каком из них и во сколько раз больше концентрация ионов водорода?
4. Вычислить рН 0,2 М раствора уксусной кислоты.  $K_d = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .
5. Вычислить рН 0,1 М формиатного буферного раствора с отношением кислоты к соли 3:4.  $K_d = 1,77 \cdot 10^{-4}$ .



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

---

Кафедра химии  
Контрольная работа  
«Гидролиз солей»

**Вариант 1**

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

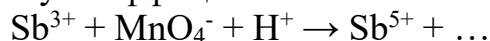


Кафедра химии  
Контрольная работа

«Окислительно-восстановительные реакции»

**Вариант 1**

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



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



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



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

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

Примеры индивидуальных заданий (СР):

Задание «Способы выражения состава растворов»

**Вариант 1**

1. В приложении 2 приведены составы растворов, используемых для гидропонного выращивания растений в условиях защищенного грунта. Пользуясь этими данными, вычислите молярную концентрацию каждой из солей азотной кислоты, входящих в состав питательного раствора Кнопа. Плотность раствора принять равной 1 г/мл.

2. В 240 мл воды растворили 10 г хлорида калия. Вычислите массовую долю этой соли в приготовленном растворе.

3. Какова молярная концентрация 2 н. раствора фосфорной кислоты, если продуктом реакции нейтрализации является гидрофосфат натрия?

4. Сколько граммов 25%-го раствора гидроксида калия нужно прилить к 400 мл воды, чтобы приготовить 15%-й раствор?

5. Сколько миллилитров 2 н. раствора серной кислоты нужно взять для приготовления 3 л 0,06 н. раствора?

### Задание «Водородный показатель»

#### Вариант 1

1. Вычислите pH томатного сока, в 100 л которого содержится 4 мг катионов водорода.
2. Оптимальные значения pH почвы для выращивания гороха колеблются в пределах от 6,0 до 8,0. Во сколько раз концентрация катионов водорода, соответствующая минимальному значению pH, превышает концентрацию катионов водорода, соответствующую максимальному значению pH?
3. Вычислите pH раствора хлороводородной кислоты, в 1 л которого содержится 36,5 г HCl: а) без учёта отличия активности от концентрации; б) с учётом отличия активности от концентрации (значение коэффициента активности см. на стр. 76 учебника). Можно ли в данном случае пренебречь отличием активности от концентрации?
4. Вычислите степень диссоциации муравьиной кислоты в 0,2 М растворе и pH этого раствора.
5. Вычислите pOH раствора, в 2 л которого содержится 1 моль аммиака и 53,5 г хлорида аммония.

### Задание «Гидролиз солей»

#### Вариант 1

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

### Задание

#### «Скорость и энергетика химических реакций Химическое равновесие»

#### Вариант 1

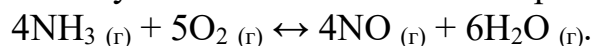
1. Экспериментально установлено, что зависимость скорости разложения газообразного пентаоксида диазота



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

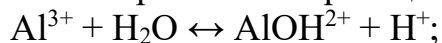
2. При повышении температуры со 125°C до 150°C скорость реакции увеличилась в 32 раза. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции.

3. В результате протекания до некоторой степени обратимой реакции каталитического окисления аммиака установилось химическое равновесие



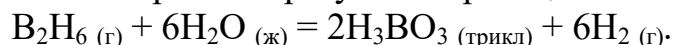
Во сколько раз константа скорости обратной реакции меньше константы скорости прямой реакции, если константа равновесия  $K_c$  равна  $10^{168}$ ?

4. В каком направлении сместится равновесие реакции



а) при повышении температуры: б) при добавлении щелочи?

5. Вычислите изменение энтропии в результате реакции



### Задание «Окислительно-восстановительные реакции»

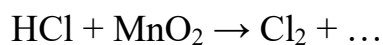
#### Вариант 1

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



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

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



и подсчитайте сумму стехиометрических коэффициентов.

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

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

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

#### Вопросы для подготовки к опросу по темам 1-2

1. Расчет содержания компонентов раствора заданного состава.

2. Способы выражения состава раствора и переход от одного способа к другому.

3. Определение pH заданного раствора, концентрации  $[\text{H}^+]$  или  $[\text{OH}^-]$  в растворах сильных и слабых электролитов, в буферных растворах.

4. Написание уравнения гидролиза в сокращенной ионной форме, расчет константы гидролиза, степени гидролиза и pH гидролизующихся солей.

5. Нахождение скорости реакции при изменении концентрации исходных веществ, температуры, давления.

6. Вычисление константы равновесия, исходных или равновесных концентраций компонентов реакционной смеси.

7. Установление направления смещения равновесия при изменении условий протекания реакции.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Химия неорганическая и аналитическая»

1. Растворы, причины их образования. Физические и химические силы, действующие в растворах. Явление гидратации. Гидратные оболочки. Кристаллогидраты. Электролитическая диссоциация. Электролиты. Сильные и слабые электролиты. Отличие слабых электролитов от сильных. Типы слабых электролитов. Константа и степень диссоциации слабых электролитов. Закон разведения Оствальда (связь константы и степени диссоциации). Зависимость степени диссоциации от концентрации слабого электролита.
2. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель в растворах сильных и слабых электролитов. Кислая, нейтральная и щелочная среда. Степень диссоциации, её связь с концентрацией электролита и константой его диссоциации. Буферные растворы. Типы буферных растворов, их состав и механизм действия. Буферная ёмкость. Способы измерения водородного показателя. Значение растворов слабых электролитов в природе.
3. Гидролиз солей. Типы гидролиза (примеры уравнений реакций гидролиза в сокращённой ионной и молекулярной форме). Константа и степень гидролиза. Ступенчатый гидролиз. Характеристики ступенчатого гидролиза. Обратимый и необратимый гидролиз (примеры).
4. Скорость химической реакции. Средняя и истинная (мгновенная) скорость реакции. Основные факторы, влияющие на скорость реакции. Химическая реакция как последовательность элементарных стадий (механизм реакции). Закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции. Константа скорости реакции. Влияние концентрации и температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, энергетический барьер, активированный комплекс. Катализ и катализаторы, ферменты. Химическое равновесие как конечный результат самопроизвольного протекания обратимой реакции. Признаки истинного равновесия и его отличие от кажущегося равновесия и стационарного состояния системы. Понятие о фазовом равновесии. Динамический характер химического равновесия. Закон действующих масс для химического равновесия: взаимосвязь равновесных концентраций. Факторы, влияющие на числовое значение константы равновесия. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.
5. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления и правила её нахождения. Окислители и восстановители. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал. ЭДС реакций. Направление реакций. Значение окислительно-восстановительных реакций.
6. Строение координационной сферы комплексных соединений: комплексообразователь, лиганды, донорные атомы лигандов, координационное число, геометрия координационной сферы. Заряд внутренней координационной сферы. Внешнесферные ионы. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости и константы нестойкости.
7. Предмет и задачи аналитической химии. Физический, химический и физико-химический анализы. Качественный и количественный анализ. Задачи количе-

ственного анализа. Титриметрический и гравиметрический анализы. Сравнение гравиметрического и титриметрического методов анализа. Их преимущества и недостатки.

8. 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.

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

10. 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.

## 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             |
|------------------|---------------------|
| 117-155          | отлично             |
| 111-116          | хорошо              |
| 78-100           | удовлетворительно   |
| 0-77             | неудовлетворительно |

Балльно-рейтинговая структура оценки:

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

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

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

Опрос – 20 баллов (1 опрос × 20 баллов)

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

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 8.

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

| Оценка                                        | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.<br><b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b> |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.<br><b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>                                                    |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.<br><b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>    |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.<br><b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>                                                                                                                      |

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, опрос по темам 1-2, защита лабораторных работ.

Виды промежуточного контроля по дисциплине: экзамен.

### 3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 3.1 Основная литература

1. *Князев, Д.А.* Неорганическая химия. В 2 ч. Часть 1. Теоретические основы : учебник для академического бакалавриата / Д.А. Князев, С.Н. Смарыгин. – 5-е изд. – М: Издательство Юрайт, 2017. – 253 с. – Серия: Бакалавр.
2. *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>
3. *Смарыгин, С.Н.* Неорганическая химия. Практикум: учебно-практическое пособие / С.Н. Смарыгин, Н.Л. Багнавец, И.В. Дайдакова; под ред. С.Н. Смарыгина. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 414 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
4. *Смарыгин С.Н., Дайдакова И.В.* Аналитическая химия. Уч. пособие. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. 194 с.

#### 3.2 Дополнительная литература

1. *Васильев В.П.* Аналитическая химия: В 2 кн.: Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Дрофа, 2007. 368 с.
2. Основы аналитической химии : в 2-х кн. Учебник для студ. хим. напр. и спец. вузов / М-во образ. РФ; Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002 - . - ISBN 5-06-003560-3. - Текст : непосредственный.  
Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - 2-е изд., перераб. и доп. - 351 с.
3. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. М.: Химия, 1994.
4. Химическая энциклопедия. : в 5 томах. - М. : Большая Рос. энциклопедия. - Текст : непосредственный.  
Т. 1 : АБЛ - Дар. - 1988. - 624 с.

#### 3.3 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).

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

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

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

Таблица 9

### 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» 1 шт. (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 «Период 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) 13.Электрощкаф 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 6. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Химия неорганическая и 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 опросу. Контроль освоения тем студентом осуществляется в виде контрольных работ и опроса.

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

Самостоятельная работа студентов над курсом «Химии неорганической и аналитической» заключается в систематической работе с учебником и лекциями, подготовке к лабораторным работам, контрольным работам и опросу. 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 к изучаемым темам, что поможет в выполнении индивидуального домашнего задания и контрольной работы.

### **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, контрольной работе и защите лабораторных работ должны быть ликвидированы в течение недели после срока, обозначенного в тематическом плане лабораторных работ, во время, определяемое преподавателем.

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

Специфика дисциплины «Химия неорганическая и аналитическая» заключается в неразрывной связи теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях и при самостоятельной подготовке, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания в областях наук по агрохимии, почвоведению и химии в объёме бакалавриата. Повышение уровня знаний у магистров 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, демонстрация опытов;
- решение расчётных и экспериментальных задач, как метод обучения;
- 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.

**Программа разработана:**

Жарких О.А., к.б.н.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая»  
ОПОП ВО по направлению 36.03.02 Зоотехния, направленность (профиль) «Нутрициология  
и благополучие животных», «Продуктивное животноводство»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Серединой И.И., профессором кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, 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.14 «Химия неорганическая и аналитическая» ОПОП ВО по направлению 36.03.02 Зоотехния, направленность (профиль) «Нутрициология и благополучие животных», «Продуктивное животноводство» (магистратура), 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).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 36.03.02 Зоотехния. 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. О.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 36.03.02 Зоотехния.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая» закреплено 3 **компетенции**. Дисциплина Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая» представленная Программой способна реализовать их 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.14 «Химия неорганическая и 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.14 «Химия неорганическая и аналитическая» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 36.03.02 Зоотехния 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.14 «Химия неорганическая и аналитическая» предполагает 2 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 36.03.02 Зоотехния.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (контрольные работы, защита практических 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 вариативной части учебного цикла – Б1. О. ФГОС направления 36.03.02 Зоотехния.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (учебные пособия), дополнительной литературой – 5 наименования, методическими указаниями – 1 источник, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 36.03.02 Зоотехния.

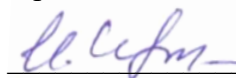
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины Б1.О.14 «Химия неорганическая и аналитическая», по направлению 36.03.02 Зоотехния, направленности (профиль) «Нутрициология и благополучие животных», «Продуктивное животноводство» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Жарких О.А., 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: Серегина И.И., профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук



« 27 » августа 2025 г.