

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Красноярский государственный аграрный университет»**

Институт агроэкологических технологий  
Кафедра «Экология и  
природопользование»

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор института Грубер В.В.  
"16" 02 2026 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор Пыжикова Н.И.  
"27" 02 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физико-химические методы исследования в экологии**

ФГОС ВО

направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»,  
(код, наименование)

Направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Курс 3

Семестр 5,6

Форма обучения очная

Квалификация выпускника Бакалавр

Красноярск, 2026



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ  
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.  
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

Составитель: Попова И.С. канд. биол. наук, доцент  
«10» февраля 2026 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Экология и природопользование» протокол № 6 от «10» февраля 2026 г.

Зав. кафедрой: Попова И.С. канд. биол. наук, доцент  
«10» февраля 2026 г.

### **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института агроэкологических технологий протокол № 6 «16» февраля 2026 г.

Председатель методической комиссии Батанина Е.В., канд. биол. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«16» февраля 2026 г.

Зав. выпускающей кафедры по специальности 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Попова Ирина Сергеевна, канд. биол. наук, доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«16» февраля 2026 г.

\* - В качестве рецензентов могут выступать работодатели, вузы по профилю, НИИ

## Оглавление

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины .....	6
4.2. Содержание модулей дисциплины .....	6
4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия.....	7
4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия .....	8
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний .....	9
4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний.....	9
4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/учебно-исследовательские работы.....	11
<b>5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	<b>12</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
<b>6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 9)</b> .....	<b>13</b>
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»).....	14
6.3. Программное обеспечение.....	14
<b>7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ</b> .....	<b>14</b>
<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
<b>9.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b> .....	<b>16</b>
<b>9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ</b> .....	<b>17</b>

## Аннотация

Дисциплина «Физико-химические методы исследования в экологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению подготовки по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Дисциплина реализуется в институте агроэкологических технологий кафедрой «Экология и природопользование».

Дисциплина нацелена на формирование компетенций профессиональных (ПК-5) выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением механизмов и принципов получения аналитического сигнала, связанных с индивидуальными химическими свойствами определяемых веществ; методов и приемов работы на основных типах аналитического оборудования; с методами пробоподготовки анализируемых объектов различного происхождения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты работ, тестирования и промежуточная аттестация в форме курсовой работы, зачета с оценкой.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 часов), лабораторные (72 часа), самостоятельной работы студента (72 часа).

### 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы исследования в экологии» включена в ОПОП, в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули), является курсом по выбору студента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физико-химические методы исследования в экологии» являются «Прикладная экология», «Основы природопользования», «Методы экологических исследований», «Химия».

Дисциплина «Физико-химические методы исследования в экологии» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: «Экологическая безопасность производства», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза».

Особенностью дисциплины является то, что знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются при написании выпускной квалификационной работы, а также в профессиональной деятельности. Дисциплина использует понятия, методы и подходы данных дисциплин в применении к современным инструментальным методам исследования разных природных сред.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

### 2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью дисциплины «Физико-химические методы исследования в экологии» является ознакомление студентов с теоретическими основами физико-химических методов анализа, а также научить самостоятельно применять эти методы с минимальными затратами времени и средств.

Задачи дисциплины:

1. формирование системных знаний об основных физических законах и процессах, лежащих в основе современных физико-химических методов анализа;
2. изучение методов и приемов работы на основных типах аналитического оборудования;

3. знакомство с методами пробоподготовки анализируемых объектов различного происхождения;

4. научиться применять инструментальные методы исследования в анализе и оценке объектов окружающей среды.

Таблица 1

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-5. Способен установить причины и последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Умеет применять основные методы очистки выбросов и сбросов, методы хранения, утилизации и переработки отходов, моделировать и оценивать состояние экосистем в процессе природопользования	Знать: теоретические основы физико-химических методов исследования изучаемых объектов; методы статистической обработки полученных результатов; основы регистрации аналитического сигнала для соответствующих методов анализа; типы соответствующего аналитического оборудования; характер данных, получаемых с помощью физико-химических методов анализа; основные приемы пробоотбора и пробоподготовки различных реальных объектов для последующего инструментального анализа.
	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Использует способы управления химическими реакциями и процессами, лежащих в основе химических методов исследований	
	ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Владеет методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных веществ в компонентах окружающей среды	Уметь: ориентироваться в изучаемом материале, правильно выбирать методы исследования изучаемых объектов, проводить исследования с помощью этих методов; проводить обработку и интерпретацию первичных экспериментальных данных, полученных с использованием изучаемых методов анализа.
		Владеть: основными физико-химическими методами исследования изучаемых объектов; способами статистической обработки данных.

**3. Организационно-методические данные дисциплины**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№ 5	№ 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
в том числе:				
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		36	18/4	18/8
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		72	36/8	36/8
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№ 5	№ 6
в том числе:				
самостоятельное изучение тем и разделов			18	29
самоподготовка к текущему контролю знаний				16
подготовка к зачету				9
<b>Вид контроля:</b>				зачет с оценкой

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

##### Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ	
<b>Модуль 1 Физико-химические методы анализа</b>				
<b>Модульная единица 1</b> Характеристика физико-химических методов анализа	17	8	-	9
<b>Модульная единица 2</b> Оптические методы анализа	60	12	32	16
<b>Модульная единица 3</b> Электрохимические методы анализа	32	8	16	8
<b>Модульная единица 4</b> Методы разделения и концентрирования	71	8	24	39
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

##### 4.2. Содержание модулей дисциплины

###### Модуль 1. Физико-химические методы анализа.

*Модульная единица 1. Характеристика физико-химических методов анализа.*  
Общие вопросы теории физико-химического анализа. Предмет, задачи, связь с другими дисциплинами (основные понятия, характеристика физико-химических методов анализа). Чувствительность методов и влияющие факторы на нее (классификация чувствительности, основные приемы физико-химических методов анализа). Классификация физико-химических методов анализа (I группа, II группа, III группа). Оформление результатов эксперимента.

*Модульная единица 2. Оптические методы анализа.* Эмиссионный спектральный анализ (теоретические основы, основные узлы спектральных приборов, фотоэлектрические методы, химико-спектральный анализ, фотометрия пламени, практическое применение, общая характеристика метода). Молекулярный адсорбционный анализ (теоретические основы, спектры поглощения, основные узлы приборов молекулярной спектроскопии, методы адсорбционного анализа, практическое применение, общая характеристика метода). Атомно-абсорбционный анализ (теоретические основы, основные узлы приборов, количественные определения, практическое применение, общая характеристика метода). Люминесцентный анализ (теоретические основы, классификация различных видов люминесценции, основные узлы приборов, характеристика и закономерности люминесценции, практическое применение, общая характеристика метода). Рефрактометрия и поляриметрия (теоретические основы, приборы для определения показателя преломления, приборы для поляриметрических

измерений, рефрактометрические и поляриметрические методики анализа, практическое применение). Нефелометрия и турбидиметрия (теоретические основы, приборы для нефелометрических и поляриметрических определений, практическое применение, общая характеристика методов).

*Модульная единица 3. Электрохимические методы анализа.* Потенциометрический анализ (теоретические основы, установка для измерения потенциала в потенциометрии, прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование, практическое применение, общая характеристика метода). Кондуктометрический анализ (теоретические основы, прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование, высокочастотное титрование, практическое применение, общая характеристика метода). Полярографический анализ (теоретические основы, схема полярографической установки, прямая полярография, амперометрическое титрование, практическое применение, общая характеристика метода). Электролиз и кулонометрия (теоретические основы, схема установки для электролиза, виды электролиза, прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование, практическое применение, общая характеристика методов). Масс-спектрометрия (теоретические основы, качественный анализ, количественный анализ, практическое применение, общая характеристика метода).

*Модульная единица 4. Методы разделения и концентрирования.* Экстракция (теоретические основы, распределение вещества между двумя растворителями, основные количественные характеристики, экстракция внутрикомплексных соединений, экстракция ионных ассоциатов, скорость экстракции, практическое применение, общая характеристика метода). Хроматография (теоретические основы, основные методы хроматографического анализа и их классификация, теоретические представления в хроматографии, основные узлы приборов, общая характеристика метода). Виды хроматографии (газовая хроматография, жидкостно-адсорбционная хроматография, тонкослойная хроматография, жидкостно-жидкостная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография, гель-хроматография, ионообменная хроматография, ионная хроматография).

### 4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

#### Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. (Физико-химические методы анализа)</b>		<b>тестирование</b>	<b>36</b>
	Модульная единица 1. (Характеристика физико-химических методов анализа)	Лекция № 1. (Предмет, задачи, связь с другими дисциплинами. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа) (лекция-дискуссия)	тестирование	4/2
		Лекция № 2. (Классификация ФХМА. Оформление результатов исследования) (лекция-дискуссия)	тестирование	4/2
	Модульная единица 2. (Оптические методы анализа)	Лекция № 3. (Эмиссионный спектральный анализ) (лекция-дискуссия)	тестирование	4/2
		Лекция № 4. (Молекулярный адсорбционный анализ) (лекция-дискуссия)	тестирование	4/2

<sup>1</sup> Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лекция № 5. (Рефрактометрия и поляриметрия)	тестирование	4
	Модульная единица 3. (Электрохимические методы анализа)	Лекция № 6. (Потенциометрический анализ)	тестирование	4
		Лекция № 7. (Электролиз и кулонометрия)	тестирование	4
	Модульная единица 4. (Методы разделения и концентрирования)	Лекция № 8. (Экстракция)	тестирование	4
		Лекция № 9. (Хроматография)	тестирование	4
	ИТОГО		зачет с оценкой	36

#### 4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 5

##### Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. (Физико-химические методы анализа)</b>		<b>Защита отчета</b>	<b>72</b>
	Модульная единица 2. (Оптические методы анализа)	Занятие № 1. (Определение водности меда рефрактометрическим методом) (работа в малых группах)	Защита отчета	4/4
		Занятие № 2. (Спектрофотометрическое определение протеина в кормах) (работа в малых группах)	Защита отчета	4/4
		Занятие № 3. (Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии) (работа в малых группах)	Защита отчета	8/8
		Занятие № 4. (Определение концентрации хлорид-ионов турбидиметрическим методом)	Защита отчета	8
		Занятие № 5. (Определение содержания сульфатов в воде методом визуальной нефелометрии)	Защита отчета	8
		Модульная единица 3. (Электрохимические методы анализа)	Занятие № 6. (Определение pH растворов потенциометрическим методом)	Защита отчета
	Занятие № 7. (Потенциометрическое определение титруемой кислотности в продуктах переработки плодов и овощей)		Защита отчета	8

<sup>2</sup> Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Модульная единица 4. (Методы разделения и концентрирования)	Занятие № 8. (Определение содержания нитратов в растворе методом ионного обмена)	Защита отчета	8
		Занятие № 9. (Разделение железа и меди с помощью хроматографии на бумаге).	Защита отчета	8
		Занятие № 10. (Определение цинка в растворах методом экстракции с дитизоном)	Защита отчета	8
	ИТОГО		зачет	72

#### 4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

В процессе освоения дисциплины используются занятия лекционного типа (36 часов) и лабораторные (72 часа). Самостоятельная работа (72 часа) проводится в форме изучения теоретического курса и контролируется через защиты отчетов лабораторных работ.

Контроль самостоятельной работы и подготовки к лабораторным занятиям осуществляется с помощью электронного обучающего курса <https://e.kgau.ru/>. Форма контроля – зачет с оценкой.

Обучающийся должен готовиться к лабораторным занятиям, прорабатывать лекционный материал. При подготовке к занятию обучающемуся следует обратиться к литературе научной библиотеки ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ». При изучении дисциплины недопустимо ограничиваться только лекционным материалом и одним-двумя учебниками. Ряд тем курса может быть вынесен преподавателем на самостоятельное изучение, с обсуждением соответствующих вопросов на занятиях. Поэтому подготовка к сдаче зачета и групповой работе на занятиях подразумевает самостоятельную работу обучающихся в течение всего семестра по материалам рекомендуемых источников (раздел учебно-методического и информационного обеспечения).

Формы организации самостоятельной работы студентов:

- организация и использование электронного курса дисциплины размещенного на платформе LMS Moodle для СРС.
- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к тестированию;
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам).

##### 4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 6

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
------	------------------------------	---	--------------

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
<b>Модуль 1 (Физико-химические методы анализа)</b>			
1	Модульная единица 1. (Характеристика физико-химических методов анализа)	1. Использование физико-химических методов анализа для решения экологических проблем	1
		2. Использование различных физико-химических методов для определения металлов в биологических объектах	2
		3.Использование различных физико-химических методов для определения различных групп пестицидов в биологических объектах	1
		4.Другие физико-химические методы анализа	2
		5.Определение йода в биологических объектах при помощи физико-химических методов	1
		Подготовка к текущему контролю знаний	2
		Модульная единица 2. (Оптические методы анализа)	6.Использование различных моделей спектрофотометров в зависимости от решаемых задач
	7.Использование различных типов коррекции фона в атомно-абсорбционном анализе		1
	8.Использование одно и двухлучевых систем прибора по атомной абсорбции. Преимущества и недостатки		2
	9.Маскировка мешающих компонентов при фотоколориметрическом анализе		1
	10.Особенности пробоподготовки объектов для атомно-абсорбционного анализа		2
	Подготовка к лабораторным работам		6
	Подготовка к текущему контролю знаний		2
	Модульная единица 3. (Электрохимические методы анализа)	11.Полярография. Принцип метода. Структурная схема приборов. Практическое применение. Амперометрическое титрование	1
		12.Кондуктометрия. Теоретические основы. Практическое применение. Высокочастотное титрование	1
		13.Масс-спектрометрия. Теория, структурные схемы приборов. ЯМР, ЭПР.	2
		Подготовка к лабораторным работам	2
		Подготовка к текущему контролю знаний	2
	Модульная единица 4. (Методы разделения и концентрирования)	14.Хроматографическое определение микотоксинов в кормах. Графическое оформление полученных данных.	3
		15.Изучение свойств различных сорбентов для решения конкретных задач в аналитической хроматографии	2
		16.Особенности пробоподготовки объектов для газового хроматографического анализа	3
17.Изучение свойств различных сорбентов для решения конкретных задач в аналитической хроматографии		2	
Подготовка к лабораторным работам		4	
Подготовка к текущему контролю знаний		2	

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		Подготовка к зачету с оценкой	9
		Подготовка к контрольной работе	18
<b>ВСЕГО</b>			<b>72</b>

#### 4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/учебно-исследовательские работы

Таблица 7

№ п/п	Темы контрольных проектов (работ)	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
1.	Окружающая среда как система. Контроль состояния окружающей среды в России.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
2.	Нормирование загрязнений в объектах окружающей среды. Классификация веществ по степени их опасности.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
3.	Общие принципы отбора проб атмосферного воздуха.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
4.	Химические характеристики природных и сточных вод.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
5.	Способы консервации и хранения проб.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
6.	Главные ошибки при отборе проб атмосферного воздуха.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
7.	Выбор места отбора проб. Транспортировка проб.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
8.	Виды отбора проб.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
9.	Представительность пробы. Подготовка тары. Средства для отбора проб.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
10.	Способы консервации проб.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
11.	Физические характеристики природных и сточных вод.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
12.	Формирование состава загрязнений в атмосферном воздухе в условиях техногенного и антропогенного воздействия.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
13.	Требования, предъявляемые к контролю качества атмосферного воздуха. Нормативная документация.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
14.	Отбор проб атмосферного воздуха и осадков подготовка их к анализу. 15. Определение содержания пыли в воздухе.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
15.	Определение содержания сероводорода в воздухе.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
16.	Измерение содержания газообразных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с использованием газоанализатора.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
17.	Фотоколориметрические методы анализа.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
18.	Основной закон светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
19.	Определение рН с помощью буферных растворов.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
20.	Отклонения от основного закона светопоглощения.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
21.	Методы определения щелочности природных и сточных вод. Свободная щелочность.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
22.	Общая щелочность природных и сточных вод.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
23.	Исследования водной среды.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
24.	Определение перманганатной окисляемости вод.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
25.	Определение растворенного в воде кислорода	о.л. 1-3, д.л. 1-3

№ п/п	Темы контрольных проектов (работ)	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
	иодометрическим методом.	
26.	Определение кислотности почв объемным методом.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
27.	Определение общей щелочности вод и почв.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
28.	Определение минерального остатка в пробе воды.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
29.	Формирование состава почв в условиях техногенного и антропогенного воздействия.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
30.	Требования, предъявляемые к отбору и анализу проб почвы. Нормативные документы.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
31.	Определение содержания воднорастворимого органического вещества в почве.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
32.	Определение аммиачного азота в почве.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
33.	Определение содержания нефтепродуктов в почве.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
34.	Определение содержания органических примесей в почве.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
35.	Определение содержания фосфатов в пробе почвы.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
36.	Определение нитратного азота дисульфифеноловым методом.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
37.	Особенности в области применения физико - химических методов анализа.	о.л. 1-3, д.л. 1-3
38.	Основные физико-химические методы анализа, основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа.	о.л. 1-3, д.л. 1-3

### 5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, практических/лабораторных/семинарских работ/занятий с тестовыми/экзаменационными вопросами и формируемыми компетенциями представлены в таблице 8.

Таблица 8

#### Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ПЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
ПК-5	1-9	1-10	1-17		тестирование, защита работ, зачет с оценкой

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 9)**

Таблица 9

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ**

Кафедра «Экология и природопользование» Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Дисциплина «Физико-химические методы исследования в экологии»

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
Основная литература										
Л, ЛЗ, СРС	Физико-химические методы анализа: учебное пособие для вузов	В. Н. Казин [и др.]	Москва: Издательство Юрайт	2021		+			5	<a href="https://ura.it.ru/bcode/495720">https://ura.it.ru/bcode/495720</a>
Л, ЛЗ, СРС	Методы химического анализа объектов в природной среде: учебник для студентов высших учебных заведений	Федоров, А.А.	М.: КолосС,	2008	+	+				ИРБИС6 4+40
Л, ЛЗ, СРС	Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов	Александрова, Э. А	Москва: Издательство Юрайт	2021						<a href="https://ura.it.ru/bcode/489415">https://ura.it.ru/bcode/489415</a>
Дополнительная литература										
Л, ЛЗ, СРС	Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа: учебник и практикум для вузов	Александрова, Э. А.	Москва: Издательство Юрайт	2021		+			5	<a href="https://ura.it.ru/bcode/489395">https://ura.it.ru/bcode/489395</a>
Л, ЛЗ, СРС	Методы определения тяжелых металлов в продуктах питания: методические указания	Хохлова, А. И.	Красноярск: КрасГАУ	2006		+				ИРБИС6 4+
Л, ЛЗ, СРС	Химия окружающей среды: практикум: учебное пособие	Фомина, Н.В.	Красноярск: КрасГАУ	2018	+	+				ИРБИС6 4+40

Директор Научной библиотеки  Зорина Р.А.

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

1. Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
3. Информационная сеть по загрязнению земель в Европе (NICOLE, Network for Contaminated Land in Europe) - <http://www.nicole.org/general/>
4. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - <http://www.mnr.gov.ru/>
5. Электронная библиотека BookFinder - <http://bookfi.org>
6. Электронная библиотека МГУ - <http://www.pochva.com>

### Ссылки на действующие нормативы:

1. ПДК: [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/46/46714/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46714/)
2. ОДК: <http://www.gosthelp.ru/text/GN217204206Orientirovochn.html>
3. Санитарные требования к качеству почв: <http://www.estateline.ru/legislation/416/>
4. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/42/42030/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/42/42030/index.php)

## 6.3. Программное обеспечение

1. Office 2007 Russian Open License Pack, академическая лицензия ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ №44937729 от 15.12.2008;
2. Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования) – бесплатно распространяемое ПО;
3. Библиотечная система «Ирбис 64» (web версия), договор сотрудничества от 2019 г;
4. ABBYY Fine Reader 10 Corporate Edition, лицензия № FCRC 1100-1002-2465-8755-4238 от 22.02.2012;
5. Acrobat Professional Russian 8.0 Academic Edition Band R 1-999, лицензия образовательная № CE 0806966 27.06.2008;
6. Офисный пакет LibreOffice 6.2.1, бесплатно распространяемое ПО;
7. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License, лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019);
8. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License, лицензия 1800-191210-144044-563-2513 с 10.12.2019 до 17.12.2021;
9. Операционная система Windows Vista Business Russian Upgrade Open License, академическая лицензия № 44937729 от 15.12.2008;
10. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ», лицензионный договор №158 от 03.04.2019.

### 7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

При изучении дисциплины «Физико-химические методы исследования в экологии» с бакалаврами в течение 5, 6 семестра проводятся лекции и лабораторные занятия. Зачет с оценкой определяется как сумма баллов по результатам всех запланированных учебных мероприятий (табл. 10).

Итоговая оценка знаний студентов учитывает результаты модульно-рейтинговой системы контроля знаний.

Таблица 10

### Рейтинг - план дисциплины «Физико-химические методы исследования в экологии»

Календарный модуль 1				Итого баллов
Дисциплинарные модули	баллы по видам работ			
	Защита лабораторных работ	тестирование	Защита курсовой работы	
ДМ <sub>1</sub>	40	15	45	<b>100</b>
Итого за КМ <sub>1</sub>	40	15	45	<b>100</b>
Календарный модуль 1				Итого баллов
Дисциплинарные модули	баллы по видам работ			

	Защита лабораторных работ	тестирование	Зачет с оценкой	
ДМ <sub>1</sub>	60	15	25	100
Итого за КМ <sub>2</sub>	60	15	25	100

*Студенты, не набравшие 60 баллов в течение семестра по дисциплине сдают зачет.*

**Текущая аттестация** бакалавров проводится преподавателями, ведущими лекционные и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- посещение лекций и ведение конспекта;
- защита лабораторных работ;
- тестирование;
- отдельно оцениваются личностные качества бакалавров: исполнительность, инициативность, активность.

Контроль освоения модульной дисциплины «Физико-химические методы исследования в экологии» осуществляется с использованием балльно-рейтинговой системы, включающей входной (в начале изучения модульной дисциплины), текущий (на занятиях), рубежный (по модулям) и выходной контроль (зачёт) знаний, умений и навыков студентов.

Учитываются все виды учебной деятельности, оцениваемые определенным количеством баллов. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов деятельности – посещение занятий, защита работ, прохождение тестового контроля и т.п.

Обучаемый обязан отчитаться по всем учебным модулям дисциплины и с учётом выходного контроля набрать не менее 60 баллов по данной дисциплине.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

Формы и методы текущего контроля: устное выборочное собеседование, проверка и оценка выполнения практических заданий и др.

При изучении каждого модуля дисциплины проводится рубежный контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков. Рубежный контроль знаний проводится по графику в часы практических занятий по основному расписанию.

Модуль считается сданным, если студент получил не менее 60% баллов от максимально возможного количества, которое он мог бы получить за этот модуль.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущих, рубежных и творческого рейтингов, подсчитываются дополнительные баллы (посещаемость и активность на занятиях) и принимается решение о допуске обучаемого к выходному контролю или освобождении от его сдачи.

Если по результатам текущих, рубежных и творческого рейтингов студент набрал в сумме менее 40% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля он не допускается и считается задолжником по этой дисциплине. Для устранения задолженностей студент получает индивидуальное задание для самостоятельной работы.

Если же сумма баллов составляет более 60% от максимального рейтинга дисциплины, то по усмотрению преподавателя студенту может быть проставлен зачёт без сдачи выходного контроля. В этом случае к набранному рейтингу добавляются поощрительные баллы. Максимальное их число составляет до 30% от общего рейтинга дисциплины. Если студент не набрал на протяжении семестра необходимое количество баллов, он сдаёт зачёт по расписанию зачётной сессии.

Промежуточной формой контроля по дисциплине «Физико-химические методы исследования в экологии» является зачет с оценкой.

Более подробно прописаны критерии выставления оценок по текущей и промежуточной аттестации в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения применяются электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Физико-химические методы исследования в экологии», в котором интегрированы электронные образовательные модули, базы данных, совокупность других дидактических средств и методических материалов, обеспечивающих сопровождение учебного процесса по всем видам занятий и работ по дисциплине.

Таблица 11

### Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	Аудиторный фонд
Лекции	Учебная аудитория № 2-01 тумба - 5, стол - 22, стул - 40, сейф - 1, стол с трибуной, мультимедиа, учебно-методические аудио- и видеоматериалы, учебно-методическая литература 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, 44 «А», помещение 4
Лабораторные	Учебная аудитория № 2-27 специализированная мебель: доска настенная (1400x2000 мм); столы демонстрационные – 3 шт.; стол преподавателя – 1; стул-кресло – 1; столы аудиторные двухместные – 14 шт.; стулья аудиторные – 26 шт. Лабораторное оборудование: рН метр-портативный, фотометр фотоэлектрический, центрифуга СМ-50, электронные весы ЕК 200. Прибор КФК-2, холодильник Бирюса-10. Переносное мультимедийное оборудование: проектор NEC, экран, ноутбук Asus 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, 44 «А», помещение 63
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы № 2-04 компьютерная техника 2 шт. с подключением к сети Интернет, принтер HP 2 шт., столы, стулья, учебно-методическая литература 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, 44 «А», помещение 1

## 9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

### 9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся

К задачам изучения дисциплины следует отнести приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим специалистам для принятия обоснованных, с точки зрения физико-химических процессов, протекающих в окружающей среде, решений.

Изучение теоретического курса закрепляется и расширяется во время выполнения студентами лабораторных работ, где они самостоятельно определяют характер изменений, которым подвергаются различные загрязнители при попадании в атмосферу и открытые водоемы. Выполнение лабораторных работ направлено на освоение и приобретение основных навыков работы с химическим оборудованием, закрепление теоретического материала при выполнении анализа, умение проводить обработку результатов анализа в виде экспериментальных данных.

Конечно же, как и при освоении других дисциплин образовательной программы, необходимо своевременно выполнять предусмотренные в семестре учебные задания. По дисциплине к ним относятся задания по лабораторным занятиям. Систематическое освоение необходимого учебного материала позволяет быть готовым для тестирования и выполнения индивидуальных работ.

## 9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - 1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
  - 1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - 1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья послушу:
  - 2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
  - 3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Таблица 12

**Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.**

Категории студентов	Формы
С нарушение слуха	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li></ul>
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме увеличенных шрифтом;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла;</li></ul>
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла.</li></ul>

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

**Программу разработали:**

Попова И.С. к.б.н. доц.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу**  
**по учебной дисциплине «Физико-химические методы исследования в экологии» для бакалавров направления подготовки 05.03.06 – «Экология и природопользование» (профиль Экологическая безопасность), выполненную**  
**Попова Ириной Сергеевной, к.б.н, доцентом кафедры экологии и природопользования Института агроэкологических технологий ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»**

В рабочей программе учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования в экологии» отражены:

1. Цели освоения дисциплины, соотнесенные с общими целями ОПОП ВО.
2. Место дисциплины в структуре ОПОП. Дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками). Указаны требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимые при освоении данной дисциплины и приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин. Также указаны теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее.
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины по ФГОС ВО. Указан перечень и описание компетенций, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины.
4. Структура и содержание дисциплины:
  - Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах и часах;
  - Формы контроля по учебному плану;
  - Тематический план изучения учебной дисциплины;
  - Программы лекционных, лабораторных (практических) занятий, самостоятельной работы содержат тематические планы, перечни основных понятий и категорий, списки литературы. Образовательные технологии, указанные по видам учебной работы (аудиторной, внеаудиторной).
5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы.
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины. Указан фактический перечень оборудования и технических средств обучения, обеспечивающий проведение всех видов учебной работы.

Главное достоинство рабочей программы состоит в том, что при организации занятий по дисциплине «Физико-химические методы исследования в экологии» предусмотрено использование полного пакета практических заданий.

Рабочая программа, составленная **Попова И.С.**, соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО, Учебного плана и др., и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 05.03.06 – «Экология и природопользование» (профиль Экологическая безопасность) дисциплине «Физико-химические методы исследования в экологии».

Доктор биологических наук,  
профессор кафедры ТООП ИТиСУ  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»



Первышина Галина Григорьевна