

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.07.2026 16:01:28  
Уникальный программный идентификатор:  
6b5279da4e034bffa79172803da5b70694da2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук  
Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано  
и.о. декана факультета естественных наук  
« 14 » 04 2026 г.  
/Лялина И.Ю./

**Рабочая программа дисциплины**

Инструментальные методы контроля качества среды обитания

**Направление подготовки**  
05.03.06 Экология и природопользование

**Профиль:**  
Прикладная экология и экспертиза окружающей среды

**Квалификация**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Очная

Согласовано учебно-методической  
комиссией факультета естественных наук  
Протокол « 14 » 04 2026 г. № 6  
Председатель УМКом /Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой теоретической  
и прикладной химии  
Протокол от « 31 » 03 2026 г. № 8  
Зав. кафедрой /Васильев Н.В./

Москва  
2026

Авторы-составители:

Васильев Николай Валентинович, доктор химических наук, профессор

Радугина Ольга Георгиевна, кандидат химических наук, доцент

Петренко Дмитрий Борисович, кандидат химических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Инструментальные методы контроля качества среды обитания» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 № 894.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2026

## Содержание

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....                                                          | 4  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....                                   | 4  |
| 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                            | 4  |
| 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ....                        | 7  |
| 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ<br>АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 10 |
| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                   | 26 |
| 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                             | 27 |
| 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА<br>ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....   | 27 |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                           | 28 |

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

**Цель освоения дисциплины** - сформировать у обучающихся систему научных представлений об инструментальных методах контроля качества среды обитания

**Задачи дисциплины:**

- сформировать у обучающихся умения в определении экотоксикантов инструментальными методами анализа;
- ознакомить обучающихся с современными отечественными и зарубежными достижениями в этой области;
- вооружить обучающихся инструментальными методами анализа природных и биологически активных веществ, используемыми в современных экологических исследованиях, выработать у них умение извлекать информацию из спектральных характеристик;
- способствовать их творческому и критическому осмыслению и пониманию обучающимися сущности методов идентификации биологически активных веществ.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующую компетенцию:

ДПК-5. Способен участвовать в процедурах мониторинга окружающей среды в местах проведения исследований и проводить анализ природных образцов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Дисциплина опирается на знания, полученные в результате освоения таких дисциплин как «Методы экологических исследований», «Экологический надзор и контроль», «Химико-аналитические методы в экологии». Освоение курса «Инструментальные методы контроля качества среды обитания» необходимо для изучения дисциплин «Экологический надзор и контроль» «Химия окружающей среды», «Техногенные системы и экологический риск», «Биосферная безопасность и экологическое нормирование», а также для написания исследовательских работ, выпускной квалификационной работы и успешной последующей профессиональной деятельности.

Овладение материалом курса «Инструментальные методы контроля качества среды обитания» может способствовать успешной работе в области природопользования, экологии, аналитической химии, органах Роспотребнадзора.

## 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины         | Форма обучения |
|--------------------------------------|----------------|
|                                      | Очная          |
| Объем дисциплины в зачетных единицах | 4              |
| Объем дисциплины в часах             | 144            |
| Контактная работа:                   | 52.2           |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Лекции                                       | 16  |
| Лабораторные занятия                         | 32  |
| из них в форме практической подготовки       | 32  |
| Практические занятия                         | 4   |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,2 |
| Зачёт                                        | 0,2 |
| Самостоятельная работа                       | 84  |
| Контроль                                     | 7,8 |

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой в 5 семестре

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>Дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Количество часов |                      |                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Лекции           | Лабораторные занятия |                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  | Общее количество     | из них в форме практической подготовки |
| <b>Тема 1.</b> История вопроса, основные понятия и определения, единицы измерения.<br>1. Классификация инструментального анализа природных и биологически активных веществ. 2. Связь изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии. 3. Роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ                                                                                                   | 2                | 2                    | 2                                      |
| <b>Тема 2.</b> Методы спектрального анализа, УФ-, ИК-спектроскопия, спектрофотометрия.<br>1. Оптические методы определения природных и биологически активных веществ. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения. 2. УФ-Спектроскопия. 3. ИК- спектроскопия. 4. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. 5. Аппаратурное оформление и перспективы использования | 4                | 5                    | 5                                      |
| <b>Тема 3.</b> Особенности спектрального анализа природных и биологически активных веществ. Люминесцентные методы.<br>1. Особенности пробоподготовки и пробоотбора при инструментальном анализе природных и биологически активных веществ. 2. Инструментальный анализ природных веществ органического типа. Инструментальный анализ биологически активных веществ антропогенного                                                                            | 2                | 5                    | 5                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| <p>характера, в том числе ксенобиотиков.</p> <p>3. Анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме.</p> <p>4. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |
| <p><b>Тема 4.</b> Масс-спектральные методы установления состава и строения природных и биологически активных веществ.</p> <p>1. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов. 2. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией.</p> <p>3. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов.</p> <p>4. Современные хромато-масс-спектрометры. Хромато-масс-спектрометрия биоорганических молекул и ксенобиотиков.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | 5 | 5 |
| <p><b>Тема 5.</b> Радиоволновые методы. Ядерный магнитный резонанс. Методы описания биополимеров. Магнитно-резонансная томография.</p> <p>1.Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении.</p> <p>2.Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии. Спектроскопия ПМР. ЯМР- спектроскопия на других видах ядер. Виды спектров, химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия. Характеристические сдвиги. Возможности применения метода для анализа природных и биологически активных веществ. Двойной резонанс. 3.Применение ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса.</p> <p>4.Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.</p> <p>5.Спектроскопия квадрупольного резонанса. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Метод спиновых меток</p> | 2 | 5 | 5 |
| <p><b>Тема 6.</b> Хроматографические методы исследований.</p> <p>1.Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газожидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции. Аппаратурное оформление и перспективы использования. 2.Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография. 3.Газовая и газожидкостная хроматография. Применение хроматографии для анализа природных компонентов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 | 5 | 5 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| живых систем и ксенобиотиков                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |           |           |
| <b>Тема 7. Пробоотбор и пробоподготовка.</b><br>1. Схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ.<br>2. Методы сохранения проб и пробоподготовка.<br>3. Методы экстракции и сорбции. Применение сорбентов. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии. | 2         | 5         | 5         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>16</b> | <b>32</b> | <b>32</b> |

### ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

| Тема                                                                                                        | Задание на практическую подготовку                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Количество часов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Тема 1. История вопроса, основные понятия и определения, единицы измерения.                                 | Проведение экспериментов, направленных на определение времени выхода вещества «метафос» в высокоэффективной жидкостной хроматографии                                                                                                                                                                                         | 2                |
| Тема 2. Методы спектрального анализа, УФ-, ИК-спектроскопия, спектрофотометрия.                             | Проведение экспериментов, направленных на определение соотношения хлорофилла А и хлорофилла В по спектрам спиртового экстракта различных видов растений, разделение методом колоночной хроматографии растительных пигментов, выделенных экстракцией из различных видов растений, спектры поглощения в УФ и видимом диапазоне | 5                |
| Тема 3. Особенности спектрального анализа природных и биологически активных веществ. Люминесцентные методы. | Проведение экспериментов, направленных на определение идентичности лекарственного препарата или природного вещества (Левитирацетам, Ацетил-Карнитина) методом цифровой поляриметрии                                                                                                                                          | 5                |
| Тема 4. Масс-спектральные методы установления состава и строения природных и биологически активных веществ. | Проведение экспериментов, направленных на определение химических сдвигов и констант спин-спинового взаимодействия спектров ЯМР $^1\text{H}$ ., структуры веществ по предложенным преподавателем                                                                                                                              | 5                |

|                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                                                                                                         | ЯМР и ИК-спектрам вещества                                                                                                                                                                                                                       |   |
| Тема 5. Радиоволновые методы. Ядерный магнитный резонанс. Методы изучения биополимеров. Магнитно-резонансная томография | Проведение экспериментов, направленных на определение металлов методом пламенной фотометрии (по выбору для каждого обучающегося) в пробах воды, почвенных вытяжках, соках и т.д.                                                                 | 5 |
| Тема 6. Хроматографические методы исследований                                                                          | Проведение экспериментов, направленных на изучение ИК-спектры поглощения природных и биологически активных веществ (по заданию преподавателя) и идентификацию полос поглощения, структуру вещества по данным ЯМР, ИК –спектров и брутто-формуле. | 5 |
| Тема 7. Пробоотбор и пробоподготовка.                                                                                   | Проведение экспериментов, направленных на оценку экстинцию и длины волн поглощения ароматических конденсированных ксенобиотиков по отснятым спектрам в УФ и видимом диапазоне длин волн                                                          | 5 |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Темы для самостоятельного изучения                                                    | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                          | Количество часов | Формы самостоятельной работы                                   | Методическое обеспечение                              | Формы отчетности |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Тема 1.</b><br>История вопроса, основные понятия и определения, единицы измерения. | 1. Классификация инструментального анализа природных и биологически активных веществ.<br>2. Связь изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии.<br>3. Роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ. | 12               | Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка к опросу | Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы | Опрос            |
| <b>Тема 2.</b><br>Методы спектрального анализа, УФ-, ИК-спектроскопия,                | 1. Оптические методы определения природных и биологически активных веществ. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в                                                                                                                                             | 12               | Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка реферата | Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы | Реферат          |



|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                |                                                       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|
| спектрофотометрия.                                                                                                       | оптических методах.<br>Цвет и спектр.<br>Основной закон светопоглощения.<br>2. УФ-Спектроскопия.<br>3. ИК- спектроскопия.<br>4. КР-Спектроскопия.<br>Основные принципы и возможности методов.<br>5. Аппаратурное оформление и перспективы использования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                                                                |                                                       |       |
| <b>Тема 3.</b><br>Особенности спектрального анализа природных и биологически активных веществ.<br>Люминесцентные методы. | 1. Особенности пробоподготовки и пробоотбора при инструментальном анализе природных и биологически активных веществ.<br>2. Инструментальный анализ природных веществ органического типа.<br>Инструментальный анализ биологически активных веществ антропогенного характера, в том числе ксенобиотиков.<br>3. Анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме.<br>4. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров). | 12 | Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка к опросу | Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы | Опрос |
| <b>Тема 4.</b><br>Масс-спектральные методы установления состава и строения природных и биологически активных веществ.    | 1. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов.<br>2. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией.<br>3. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 12 | Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка к опросу | Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы | Опрос |

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                                       |                                                              |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                               | <p>анализа экотоксикантов.</p> <p>4. Современные хромато-масс-спектрометры. Хромато-масс-спектрометрия биологических молекул и ксенобиотиков.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |                                                                       |                                                              |                |
| <p><b>Тема 5.</b></p> <p>Радиоволновые методы. Ядерный магнитный резонанс. Методы описания биополимеров. Магнитно-резонансная томография.</p> | <p>1.Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении.</p> <p>2.Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии. Спектроскопия ПМР. ЯМР- спектроскопия на других видах ядер. Виды спектров, химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия. Характеристические сдвиги. Возможности применения метода для анализа природных и биологически активных веществ. Двойной резонанс.</p> <p>3.Применение ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса.</p> <p>4.Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.</p> <p>5.Спектроскопия квадрупольного резонанса. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Метод спиновых меток.</p> | 12 | <p>Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка к опросу</p> | <p>Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы</p> | <p>Опрос</p>   |
| <p><b>Тема 6.</b></p>                                                                                                                         | <p>1.Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газожидкостная</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12 | <p>Работа с литературой и Интернет</p>                                | <p>Основная и дополнительная</p>                             | <p>Реферат</p> |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                                                                |                                                       |         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| Хроматографические методы исследований.         | хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции. Аппаратурное оформление и перспективы использования. 2. Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография. 3. Газовая и газожидкостная хроматография. Применение хроматографии для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков |           | ресурсами, подготовка реферата                                 | литература Интернет-ресурсы                           |         |
| <b>Тема 7.</b><br>Пробоотбор и пробоподготовка. | 1. Схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ. 2. Методы сохранения проб и пробоподготовка. 3. Методы экстракции и сорбции. Применение сорбентов. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.                                                                                                                                                                                      | 12        | Работа с литературой и Интернет ресурсами, подготовка реферата | Основная и дополнительная литература Интернет-ресурсы | Реферат |
| <b>Итого:</b>                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>84</b> |                                                                |                                                       |         |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции                                                                                                                      | Этапы формирования                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>ДПК-5.</b> Способен участвовать в процедурах мониторинга окружающей среды в местах проведения исследований и проводить анализ природных образцов | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа |

## 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                        | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Критерии оценивания                                                                      | Шкала оценивания                                                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ДПК-5</b>            | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <b>Знать:</b><br>–цели и задачи, которые достигаются и решаются инструментальными методами анализа природных и биологически активных веществ;<br>–роль и значение инструментальных методов анализа природных и биологически активных веществ в экологии;<br>- основные литературные источники, справочную литературу по инструментальным методам анализа природных и биологически активных веществ;<br>-физико-химические, химические, технологические и микробиологические характеристики испытываемых лекарственных средств, исходного сырья, | Опрос, тестирование<br><br>выполнение лабораторных работ в форме практической подготовки | Шкала оценивания опроса<br>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки<br>Шкала оценивания тестирования |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>промежуточной продукции и объектов производственной среды</p> <p>–основы инструментальных методов контроля природных и биологически активных веществ (оптических, хроматографических, масс-спектрометрических);</p> <p>–основы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов, полученных инструментальными методами анализа;</p> <p>-валидацию инструментальных методов анализа;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- организовать и провести испытания лекарственных средств, исходного сырья, промежуточной продукции и объектов производственной среды с помощью химических, биологических и физико-химических методов в соответствии с требованиями, нормативной документацией и установленными процедурами;</p> <p>- применять передовой опыт при</p> |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>реализации мероприятий по охране природной среды, по восстановлению биоресурсов</p> <p>—самостоятельно работать с учебной, справочной литературой по инструментальным методам анализа природных и биологически активных веществ, включая работу с электронными библиотеками;</p> <p>—обоснованно выбирать тот или иной инструментальный метод для анализа экологического загрязнителя или объекта окружающей среды;</p> <p>- проводить контроль веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме;</p> <p>-производить гидробиологический и гидрохимический анализ проб по стандартным методикам</p> <p>—отбирать среднюю пробу природных или биологически активных веществ для анализа инструментальными методами, проводить качественный и количественный</p> |  |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |             |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                               |                                                                                                                                         |
|--|-------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |             |                                                          | анализ в пределах использования приемов и методик, лежащих в основе инструментальных методов анализа природных и биологически активных веществ;<br>–выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые инструментальными методами анализа методами математической статистики;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                               |                                                                                                                                         |
|  | Продвинутый | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию инструментального анализа природных и биологически активных веществ;</li> <li>-способы и методы оценки состояния окружающей среды и восстановления биоресурсов;</li> <li>-методы неорганической, органической, аналитической химии для целей мониторинга окружающей среды обитания водных биологических ресурсов</li> <li>-роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применять современные хромато-масс-спектрометры.</li> <li>- применять газовую и газожидкостную хроматографию,</li> </ul> | Опрос, реферат, выполнение лабораторных работ в форме практической подготовки | Шкала оценивания опроса<br>Шкала оценивания реферата<br>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>в том числе для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков;</p> <p>-использовать спектроскопию квадрупольного резонанса.</p> <p>-готовить и стандартизовать растворы для физико-химических измерений;</p> <p>—работать с основными типами приборов, используемых в инструментальном анализе (фотоэлектроколориметры, флуориметры, спектрофотометры, потенциометры, ИК-спектрометры, хроматографы, спектрофлуориметрами, установки для кулонометрии и др.);</p> <p>-обобщать полученные данные, осуществлять качественный и количественный анализ и идентификацию природных и биологически активных веществ.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами проведения исследований загрязненных почв, поверхностных и грунтовых вод</p> <p>-хромато-масс-спектрометрией биоорганических молекул и ксенобиотиков.</p> <p>—методами пробоподготовки</p> |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>при проведении инструментального анализа природных и биологически активных веществ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками подготовки лабораторного оборудования, материалов и объектов, приготовления растворов для исследований –методами математической статистики при обработке результатов исследования.</li> <li>- радиоволновыми методами.</li> <li>- методами ядерного магнитного резонанса.</li> <li>-методами описания биополимеров.</li> <li>-магнитно-резонансной томографией.</li> <li>- экологическими методиками с использованием инструментального анализа природных и биологически активных веществ;</li> <li>–техникой выполнения основных аналитических операций при использовании инструментального анализа природных и биологически активных веществ</li> <li>- основными принципами и возможностями методов.</li> <li>–аппаратурным оформлением и перспективами</li> </ul> |  |  |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | использования.<br>-методом спиновых меток.<br>- навыками работы с лабораторным оборудованием, в том числе проводить экспресс–методы, используя современную аппаратуру<br>- жидкостной хроматографией<br>- бумажной хроматографией<br>-тонкослойной хроматографией<br>-колоночной хроматографией<br>-аналитической и препаративной высокоэффективной жидкостной хроматографией |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

#### Шкала оценивания опроса

| Показатель                                                                                                                                                                                                                | Балл |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Ответ полный и содержательный, соответствует теме; магистрант умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины                                                            | 2    |
| Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); магистрант умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины | 1    |
| Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины                                      | 0    |

Максимальное количество баллов – 12 (по 2 балла за каждый опрос).

#### Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки

| Показатель                                                                           | Балл |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы;                     | 2    |
| Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка | 1    |
| Работа не выполнена                                                                  | 0    |

### Шкала оценивания реферата

| Уровень оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Баллы |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Реферат            | Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения                                                                                                                                        | 4-6   |
|                    | Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы | 1-3   |
|                    | Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.                                                                                                                                                 | 0     |

### Шкала оценивания тестирования

| Критерий оценивания        | Баллы |
|----------------------------|-------|
| 80-100% правильных ответов | 8-10  |
| 60-80% правильных ответов  | 5-7   |
| 30-50% правильных ответов  | 2-4   |
| 0-20 % правильных ответов  | 0-1   |

### 5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Примерные задания лабораторных работ в форме практической подготовки

1. Определите время выхода вещества «метафос» в высокоэффективной жидкостной хроматографии (условия эксперимента по заданию преподавателя).
2. Определите соотношение хлорофилла А и хлорофилла В по спектрам спиртового экстракта различных видов растений, затем обработайте экстракт сернистой кислотой, полученной после сжигания серы в течение 5 минут и, после нейтрализации вновь определите соотношение хлорофиллов. Сделайте выводы.(4 часа)
3. Определите идентичность лекарственного препарата или природного вещества (Левитирацетам, Ацетил-Карнитина) методом цифровой поляриметрии.

4. Определите химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия спектра ЯМР  $^1\text{H}$ .
5. Определите металлы методом пламенной фотометрии (по выбору для каждого обучающегося) в пробах воды, почвенных вытяжках, соках и т.д.
6. Снимите ИК-спектры поглощения природных и биологически активных веществ (по заданию преподавателя) и идентифицируйте полосы поглощения.
7. Оцените экстинцию и длины волн поглощения ароматических конденсированных ксенобиотиков по снятым спектрам в УФ и видимом диапазоне длин волн.
8. Сделайте отнесение структуры веществ по предложенным преподавателем ЯМР и ИК-спектрам вещества
9. Идентифицируйте структуру вещества по данным ЯМР, ИК –спектров и брутто-формуле.
10. Методом колоночной хроматографии разделите растительные пигменты, выделенные экстракцией из различных видов растений, снимите спектры поглощения в УФ и видимом диапазоне и интерпретируйте их.(4 часа)

### Примерные варианты тестовых заданий

1. ЯМР-спектроскопия может предоставить информацию о
  - 1). Строении молекулы
  - 2). Относительном содержании магнитоактивных атомов
  - 3). Частичном заряде на  $sp^3$ -гибридном атоме
  - 4). Взаимопревращениях молекул
  
2. Хроматография это
  - 1). Дифракция пучка света
  - 2). Разделение ионов разной массы в электромагнитном поле
  - 3). Разделение веществ, основанное на различиях перемещения концентрационных зон веществ в подвижной фазе вдоль неподвижной
  - 4). Визуализация разделения ионов
  
3. Инструментальные методы анализа делятся на
  - 1). Простые и трудоемкие
  - 2). Разрушающие и неразрушающие
  - 3). «Мокрые» и паровоздушные
  - 4). Ротационные и плоскостные
  
4. Кратные связи проявляются в следующем диапазоне в ИК или КР-спектрах
  - 1). 2050-3300  $\text{см}^{-1}$
  - 2). 1600-1700  $\text{см}^{-1}$
  - 3). 1700-2000  $\text{см}^{-1}$
  - 4). 2000-2950  $\text{см}^{-1}$
  
5. Характеристические частоты в ИК-спектроскопии находятся в области
  - 1). 3600-4000  $\text{см}^{-1}$
  - 2). 1550-3300  $\text{см}^{-1}$
  - 3). 1550-400  $\text{см}^{-1}$
  - 4). 400-250  $\text{см}^{-1}$
  
6. Эмиссия квантов в УФ и видимом диапазонах называется
  - 1). Флуоресценцией
  - 2). Люминесценцией

3. Испусканием
4. Возбуждением
  
7. Полосы поглощения в УФ-области характеризуются
  - 1). Интенсивностью
  - 2). Экстинцией
  - 3). Афинностью
  - 4). Шириной
  
8. К разрушающим методам физико-химического анализа относятся
  - 1). ЯМР-спектроскопия
  - 2). ИК-спектрометрия
  - 3). Масс-спектрометрия
  - 4). Рентгеноструктурный анализ
  
9. NH-, NH<sub>2</sub>-, SH, -группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров
  - 1). 2050-3300 см<sup>-1</sup> ИК КР
  - 2). 1600-1700 см<sup>-1</sup> ИК КР
  - 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup> ИК
  - 4). 2050-2350 см<sup>-1</sup> ИК
  
10. В радиоволновом диапазоне возможно снятие спектров
  - 1). Романовских
  - 2). УФ-спектров
  - 3). ЯМР-спектров
  - 4). ИК-спектров
  
11. К оптическим методам относятся
  - 1). ЯМР-спектроскопия
  - 2). Масс-спектрометрия
  - 3). КР-спектроскопия
  - 4). Хроматография
  
12. МРТ это
  - 1). Исследование материалов электрофизическими методами
  - 2). Магнитно-резонансное исследование молекул
  - 3). Масс-спектрометрический метод исследования биологических полимеров
  - 4). Магнитно-резонансный метод исследования тканей человека методом томографии
  
13. Рентгеноструктурное исследование основано на
  - 1). Дифракции рентгеновских лучей на кристалле изучаемого вещества
  - 2). Интерференции электронов
  - 3). Поглощении электромагнитных волн в радиодиапазоне
  - 4). Поглощении и эмиссии рентгеновских лучей
  
14. ИК-спектроскопия определяется колебаниями
  - 1). Молекул и супрамолекул
  - 2). Электронов
  - 3). Фотонов
  - 4). Деформационными и валентными
  
15. Кратные связи, обладающие симметрией относительно плоскости проявляются в

- 1). ЯМР-спектроскопии
- 2). ИК-спектроскопии
- 3). Масс-спектрометрии
- 4). КР-спектроскопии

16. Ацетилены проявляются в области . . . ИК или КР- спектров

- 1). 2450-3300 см<sup>-1</sup>
- 2). 1600-1700 см<sup>-1</sup>
- 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup>
- 4). 2000-2250 см<sup>-1</sup>

17. Нитрилы карбоновых кислот проявляются в области .... ИК или КР- спектров

- 1). 2050-2300 см<sup>-1</sup> ИК
- 2). 1600-1700 см<sup>-1</sup> ИК
- 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup> КР
- 4). 2000-2950 см<sup>-1</sup> ИК КР

18. Карбонильные группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров

- 1). 2050-3300 см<sup>-1</sup> ИК
- 2). 1600-1650 см<sup>-1</sup> ИК
- 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup> ИК
- 4). 1700-2000 см<sup>-1</sup> ИК КР

19. Гидроксо - группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров

- 1). 2050-3300 см<sup>-1</sup> ИК
- 2). 1600-1700 см<sup>-1</sup> ИК КР
- 3). 2700-3300 см<sup>-1</sup> ИК КР
- 4). 2000-2950 см<sup>-1</sup> ИК КР

20. Азометины проявляются в области ... ИК или КР-спектров

- 1). 2050-3300 см<sup>-1</sup> ИК КР
- 2). 1600-1720 см<sup>-1</sup> ИК
- 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup> КР
- 4). 2000-2950 см<sup>-1</sup> ИК КР

21. Масс-спектрометрия основана на

- 1). Разделении хроматографических зон
- 2). Прохождении электромагнитной волны через вещество
- 3). Разделении ионов разной массы в электромагнитном поле
- 4). Рассеянии света

### **Примерные темы рефератов**

1. Роль инструментального анализа в экологии.
2. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения. Особенности строения и определения ксенобиотиков ароматического ряда.
3. Ионметрические методы анализа тяжелых металлов.
4. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа ксенобиотиков и природных веществ. Основные принципы и возможности метода.
5. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
6. Спектрометрические модификации Малди.
7. Использование хроматографических методов для анализа лекарственных препаратов и

пестицидов.

8. УФ-спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка, возможности анализа природных веществ.
9. ИК-спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка. Нормирование предельно допустимых концентраций вредных веществ.
10. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка.
11. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гироманнитном отношении.
12. Особенности строения и определения экотоксикантов органического строения. Масс-спектрометрия.
13. Инструментальные методы экологического мониторинга.
14. Определение экотоксикантов списка СОЗ.

### **Примерный перечень вопросов для опроса**

1. Классификация инструментального анализа природных и биологически активных веществ.
2. Связь изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии.
3. Роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ.
4. Оптические методы определения природных и биологически активных веществ. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения.
5. УФ-Спектроскопия, основные принципы и возможности.
6. ИК- спектроскопия, КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования.
7. Особенности пробоподготовки и пробоотбора при инструментальном анализе природных и биологически активных веществ.
8. Инструментальный анализ природных веществ органического типа. Инструментальный анализ биологически активных веществ антропогенного характера, в том числе ксенобиотиков.
9. Анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме.
10. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров).
11. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией.
12. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов. Современные хромато-масс-спектрометры. Хромато-масс-спектрометрия биоорганических молекул и ксенобиотиков.
13. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гироманнитном отношении. 2. Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии. Спектроскопия ПМР. ЯМР- спектроскопия на других видах ядер. Виды спектров, химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия. Характеристические сдвиги. Возможности применения метода для анализа природных и биологически активных веществ. Двойной резонанс.
14. Применение ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса.
15. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.
16. Спектроскопия квадрупольного резонанса. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Метод спиновых меток.
17. Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газо-жидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции. Аппаратурное оформление и перспективы использования.

18. Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография.

19. Газовая и газожидкостная хроматография. Применение хроматографии для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков

20. Схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ.

21. Методы сохранения проб и пробоподготовка. Методы экстракции и сорбции. Применение сорбентов. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.

### **Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Классификация инструментальных методов исследования соединений. Связь изучаемой области с другими науками. Роль инструментального анализа в экологии.
2. Роль инструментальных методов исследования в науке, производстве и других областях хозяйственной деятельности человека – для решения экологических задач, медико-биологических задач, проблем биологической и химической безопасности.
3. Классификация инструментального анализа строения и реакционной способности соединений. Оптические методы изучения состава, строения и реакционной способности соединений. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения.
4. Методы определения состава. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный анализ. Пламенная фотометрия. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление, использование в экологических целях.
5. Рентгеноструктурный анализ, его возможности для определения строения молекулярных структур, ограничения метода. Возможности определения абсолютных конфигураций. Описание заторможенных конформаций биополимеров.
6. Методы идентификации соединений. Спектрофотометрия видимой области спектра. УФ-Спектроскопия. ИК-спектроскопия. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка, инструментальный анализ.
7. Аппаратурное оформление и перспективы использования ИК-спектроскопии и КР-спектроскопии. Характеристические особенности спектров. Возможности применения методов для идентификации соединений. Связь строения молекул с спектральными характеристиками.
8. Аппаратурное оформление использования УФ-спектроскопии в экологии. Характеристические особенности спектров. Возможности применения методов для идентификации соединений.
9. Влияние строения молекул на спектральные характеристики. Использование УФ-спектроскопии в флуоресцентном анализе.
10. Люминесцентные методы анализа низкомолекулярных веществ, возможности метода, пробоподготовка. Пестициды, лекарственные препараты.
11. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении. Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии,
12. Основные принципы и возможности метода ЯМР, пробоподготовка при его использовании.
13. Виды спектров, параметры спектров: химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия, интегральная интенсивность. Характеристические сдвиги.
14. Спектроскопия ПМР, характеристические сдвиги. ЯМР-спектроскопия на других видах ядер.



15. Возможности применения метода ЯМР для идентификации природных и биологически активных соединений, достоинства и недостатки. Двойной резонанс, специальные эксперименты в ЯМР.
  16. Исследование подвижных равновесий с применением методов ЯМР (динамическая ЯМР спектроскопия). Изучение кинетики химических процессов и превращений изомеров.
  17. Применение ЯМР в медицине – томография магнитного резонанса. Контрастирующие препараты.
  18. Хроматография. Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газожидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции.
  19. Хроматография. Основные принципы и возможности методов, пробоподготовка. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Пробоподготовка и дериватизация малоустойчивых и нелетучих молекул.
  20. Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография.
  21. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов.
  22. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией. Масс-спектрометрия природных и биологически активных веществ. Модификации Малди, времяпролетная масс-спектрометрия.
  23. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов. Основные принципы и возможности метода. Пробоподготовка и дериватизация.
  24. Инструментальные методы экологического мониторинга.
- Формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой в 5 семестре, который проходит в форме устного собеседования по вопросам

#### **5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Освоение дисциплины предусматривает реферат, тестирование, опрос, лабораторные работы в форме практической подготовки

##### **Требования к зачету**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится по вопросам. На зачете студенты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

Максимальное количество баллов по дисциплине - 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 80 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на зачете – 20 баллов.

#### **Шкала оценивания зачета**

| <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>Балл</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Регулярное посещение занятий, высокая активность на практических занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и | 15-20       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
| Систематическое посещение занятий, участие на практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения | 10-15 |
| Нерегулярное посещение занятий, низкая активность на практических занятиях, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.                                                                                                                                                                                                      | 5-10  |
| Регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, студент показал незнание материала по содержанию дисциплины.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0-5   |

### Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа студента в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

| Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины | Оценка по дисциплине |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 81-100                                                      | зачтено              |
| 61-80                                                       | зачтено              |
| 41-60                                                       | зачтено              |
| 0-40                                                        | Не зачтено           |

## 6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1.Основная литература:

1. Латышенко, К. П. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг: учебник и практикум для вузов / К. П. Латышенко. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 431 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17531-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583453> (дата обращения: 20.05.2026).
2. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах: химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/531810>  
<https://www.urait.ru/bcode/511323>

### 6.2. Дополнительная литература

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа : учебное пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. — Минск : Новое знание, 2021. — 360 с. — ISBN 978-985-24-0152-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171188> (дата обращения: 22.01.2025).

2. Салогуб, Е. В. Химический анализ и экологический мониторинг : учебное пособие / Е. В. Салогуб, Н. С. Кузнецова, Т. В. Иванова. — Чита : ЗабГУ, 2020. — 180 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173686>
3. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 107 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514150>
4. Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 139 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91180.html>
5. Борисов, А. Н. Аналитическая химия для педагогов. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум для вузов / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 153 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/511730>
6. Валова, В.Д.(Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа : практикум / Валова В. Д. (Копылова), Л. Т. Абесадзе. — Москва : Дашков и К, 2018. — 222 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85137.html>
7. Тягливый, А. С. Электрохимические методы анализа : учебное пособие. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. — 88 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/121893.html>
8. Физико-химические методы анализа : учебное пособие для вузов / В. Н. Казин [и др.] ; под редакцией Е. М. Плисса. — Москва : Юрайт, 2023. — 201 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/518222>
9. Химические методы анализа : учебное пособие для химико-технологических вузов / А. Ф. Жуков, В. В. Кузнецов, О. Л. Саморукова, А. Р. Тимербаев ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. — Москва : Лаборатория знаний, 2023. — 479 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125359.html>
8. Цвет, М. С. Хроматографический адсорбционный анализ. — Москва : Юрайт, 2023. — 206 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514859>
9. Электрохимические методы анализа : учеб.-метод. пособие / В. Н. Горячева, С. Л. Березина, Ж. Н. Медных, А. Д. Смирнов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2019. — 52 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111345.html>
10. Электрохимические методы анализа. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова, Н. В. Лакиза, Е. Л. Лебедева. — Москва : Юрайт, 2022. — 133 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/493515>
11. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2019. - 394с. – Текст: непосредственный

### 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.Cemport.ru>,
  2. <http://www.rushim.ru>
  3. <http://www. Alhimir.ru>
  4. <http://znaniyum.com/catalog.php>
  5. <http://ru..encydia.com/en/>
  6. <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia>
  7. <http://slovari.yandex.ru/>
  8. <http://www.mnr.gov.ru/>
  9. <http://www.gosnadzor.ru/>
  10. <http://www.roszdravnadzor.ru/>
- Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>

## **7.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

## **8.ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система «КонсультантПлюс»

### **Профессиональные базы данных**

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru – Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

### **Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели, доска, технические средства обучения (проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета. Персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета. Доска. Программное обеспечение: Лицензионное программное обеспечение: Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office Отечественное: Kaspersky Endpoint Security Свободно распространяемое программное обеспечение: Зарубежное: Google Chrome, 7-zip Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей) Информационные справочные системы: система «КонсультантПлюс» Профессиональные базы данных: fgosvo.ru pravo.gov.ru;

- помещение для самостоятельной работы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспечено доступом к электронно-образовательной среде Университета, Комплект учебной мебели, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска, проектор подвесной.