

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 21.07.2025 16:38:18

Уникальный документный ключ:

6b5279da4e034bff679172803da5b4559f5c9ed

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное 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

« 24 » 03 2025 г.

/Лялина И.Ю./

## Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы инструментальных методов анализа

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Программа подготовки:

Инструментальный химический анализ и комплексное исследование веществ и материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Согласовано учебно-методической комиссией факультета естественных наук

Протокол « 24 » 03 2025 г. № 6

Председатель УМКом

/Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой теоретической и прикладной химии

Протокол от « 27 » 03 2025 г. № 8

Зав. кафедрой

/Васильев Н.В./

Москва

2025

Авторы-составители:

Васильев Николай Валентинович, доктор химических наук, заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии;

Петренко Дмитрий Борисович, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии;

Новикова Надежда Геннадьевна, старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы инструментальных методов анализа» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 13.07.2017 г. № 655.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ                                                                                                                                                                                           | 4  |
| 1.1. Цели и задачи дисциплины                                                                                                                                                                                                | 4  |
| 1.2. Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                         | 4  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ                                                                                                                                                                    | 4  |
| 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ                                                                                                                                                                                             | 5  |
| 3.1. Объем дисциплины                                                                                                                                                                                                        | 5  |
| 3.2. Содержание дисциплины                                                                                                                                                                                                   | 6  |
| 4 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ                                                                                                                                                         | 7  |
| 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ                                                                                                                                     | 8  |
| 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы                                                                                                                   | 8  |
| 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания                                                                                                   | 9  |
| 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 | 14 |
| 5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций                                                            | 17 |
| 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ                                                                                                                                                                     | 17 |
| 6.1. Основная литература                                                                                                                                                                                                     | 19 |
| 6.2. Дополнительная литература                                                                                                                                                                                               | 19 |
| 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»                                                                                                                                                              | 19 |
| 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ                                                                                                                                                                              | 20 |
| 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ                                                                                                                                       | 21 |
| 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ                                                                                                                                                                             | 21 |

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Теоретические основы инструментальных методов анализа» заключается в формировании у обучающихся компетенций, связанных с теоретическими основами аналитических технологий, на основе знаний и умений, полученных в ходе обучения в бакалавриате.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с видами инструментального анализа и историческими этапами их становления и развития;
- развитие умений и формирования устойчивых представлений в области инструментальных видов анализа;
- формирование навыков решения теоретических и практических аналитических задач.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

**ОПК-1.** Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Базируется на компетенциях, освоенных в результате изучения дисциплин «Химия» (бакалавриат), «Аналитическая химия» (бакалавриат) и «Физическая химия» (бакалавриат).

Тесно связана с дисциплинами «Внелабораторный химический анализ», «Атомно-спектроскопический анализ», «Методы молекулярной спектроскопии» и «Метрология и обеспечение качества химического анализа», изучаемыми в магистратуре.

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при подготовке магистерской диссертации и при прохождении производственной практики (педагогической практики).

## 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объёма дисциплины         | Кол-во часов    |
|--------------------------------------|-----------------|
| Объем дисциплины в зачётных единицах | 6               |
| Объем дисциплины в часах             | 216             |
| Контактная работа:                   | 30,5            |
| Лекции                               | 10 <sup>1</sup> |
| Лабораторные занятия                 | 10 <sup>2</sup> |
| Практические занятия                 | 8 <sup>3</sup>  |

<sup>1</sup> Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

<sup>2</sup> Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

| Показатель объёма дисциплины                 | Кол-во часов   |
|----------------------------------------------|----------------|
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 2,5            |
| Предэкзаменационная консультация             | 2 <sup>4</sup> |
| Зачёт                                        | 0,2            |
| Экзамен                                      | 0,3            |
| Самостоятельная работа                       | 168            |
| Контроль                                     | 17,5           |

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт в 1 семестре, экзамен во 2 семестре

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем) дисциплины<br>с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов |                      |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия |
| <b>1 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                      |                      |
| <b>Тема 1. Теоретические основы неразрушающих методов анализа</b><br>Исторические аспекты и классификации аналитических методов в химии.<br>Природа и характеристики электромагнитного излучения и электромагнитный спектр. Происхождение атомных и молекулярных спектров. Механизм взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Энергетические переходы, спектры поглощения, рассеяния и эмиссии. Основной закон светопоглощения.<br>Взаимодействие вещества с жесткими видами излучения и потоком частиц. Спектроскопия в радиоволновом диапазоне. | 2            | 4                    |                      |
| <b>Тема 2. Разрушающие методы анализа</b><br>Виды масс-спектрометрии и их предназначение. Электронная ионизация молекул, химическая ионизация, десорбция полем. Время-пролётная масс-спектрометрия. Квадрупольная масс-спектрометрия. Матричная лазерная десорбция/ионизация (MALDI) для анализа сложных биоорганических молекул.                                                                                                                                                                                                                              | 2            | 4                    |                      |
| <b>2 семестр</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |                      |                      |
| <b>Тема 3. Теория хроматографических и комбинированных методов инструментального анализа</b><br>Хроматография как основной метод разделе-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2            |                      |                      |

<sup>3</sup> Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

<sup>4</sup> Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| ния смесей. Сорбаты, адсорбенты, абсорбенты их виды и применение в хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Эффективность, селективность, разделительная способность. Газовая, жидкостная, ионная хроматография. Виды детекции и их сравнительная оценка. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод идентификации сложных смесей.                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                      | 4                     |
| <b>Тема 4. Электрохимические методы в инструментальном анализе.</b> Методы, основанные на протекании электродной электрохимической реакции. Вольтамперометрия, полярография, инверсионная вольтамперометрия, амперометрия, кулонометрия, электрогравиметрия. Методы, основанные на измерении разности потенциалов между парой электродов при протекании малых токов: потенциометрия; потенциометрическое титрование. Основные понятия электрохимии. Методы, не связанные с протеканием электродной электрохимической реакции, кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. | 4                     |                      | 6                     |
| <b>Всего</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>10<sup>5</sup></b> | <b>8<sup>6</sup></b> | <b>10<sup>7</sup></b> |

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

| Темы для самостоятельного изучения                                | Изучаемые вопросы                                                                                                                                     | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы                                          | Методическое обеспечение                            | Формы отчетности |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| <b>Тема 1. Теоретические основы неразрушающих методов анализа</b> | История возникновения аналитических технологий. Труды древних, весы и взвешивание. Основатель аналитической химии - Р.Бойль. Классификации аналитиче- | 30           | Работа с литературой, работа с интернет ресурсами, подготовка доклада | Учебно-методическое обеспечение, интернет-источники | Доклад           |

| Темы для самостоятельного изучения        | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы                                  | Методическое обеспечение                   | Формы отчетности |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
|                                           | <p>ских методов и методов инструментального анализа. Разрушающие методы и неразрушающие методы анализа.</p> <p>Природа и характеристики электромагнитного излучения и электромагнитный спектр. Происхождение атомных и молекулярных спектров и их различия. Механизм взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Энергетические переходы, спектры поглощения, рассеяния и эмиссии. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молекулярные коэффициенты поглощения.</p> <p>Взаимодействие вещества с жесткими видами излучения и потоком частиц. Спектроскопия в радиоволновом диапазоне.</p> |              |                                                               |                                            |                  |
| <b>Тема 2. Разрушающие методы анализа</b> | Методы определения состава: пламенная фотометрия, рентгенофлуоресцентная спектро-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 58           | Работа с литературой, работа с интернет ресурсами, подготовка | Учебно-методическое обеспечение, интернет- | Доклад           |

| Темы для самостоятельного изучения                                                           | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы                                          | Методическое обеспечение                            | Формы отчетности |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
|                                                                                              | метрия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Масс-спектры молекул. Виды масс-спектрометрии. Виды ионизации молекул. Изотопный состав молекул. Фрагментация. Мощность электронного удара. Электронная ионизация молекул, химическая ионизация, десорбция полем. Времяпролётная масс-спектрометрия. Квадрупольная масс-спектрометрия. Матричная лазерная десорбция/ионизация (MALDI) для анализа сложных биоорганических молекул. Виды матричного вещества и механизмы ионизации. |              | доклада                                                               | источники                                           |                  |
| <b>Тема 3. Теория хроматографических и комбинированных методов инструментального анализа</b> | Сорбция -основа хроматографии. Теории сорбции и хроматографии. Метод теоретических тарелок (классическая теория) и кинетическая теория. Хроматогра-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 30           | Работа с литературой, работа с интернет ресурсами, подготовка доклада | Учебно-методическое обеспечение, интернет-источники | Доклад           |

| Темы для самостоятельного изучения                                         | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы                                                 | Методическое обеспечение                                   | Формы отчетности |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                                            | <p>фические зоны. Сорбаты, адсорбенты, абсорбенты их виды и применение в хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Эффективность, селективность, разделятельная способность. Газовая, жидкостная, ионная хроматография. Виды детекции и их сравнительная оценка. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод идентификации сложных смесей.</p>                    |              |                                                                              |                                                            |                  |
| <p><b>Тема 4. Электрохимические методы в инструментальном анализе.</b></p> | <p>Основные понятия и законы электрохимии. Методы, основанные на протекании электродной электрохимической реакции. Вольтамперометрия, полярография, инверсионная вольтамперометрия, амперометрия, кулонометрия, электрогравиметрия. Методы, основанные на измерении разности потенциалов между парой электродов при протекании малых токов: потенциометрия; потен-</p> | <p>50</p>    | <p>Работа с литературой, работа с интернет ресурсами, подготовка доклада</p> | <p>Учебно-методическое обеспечение, интернет-источники</p> | <p>Доклад</p>    |

| Темы для самостоятельного изучения | Изучаемые вопросы                                                                                                                                     | Кол-во часов | Формы самостоятельной работы | Методическое обеспечение | Формы отчетности |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|
|                                    | циометрическое титрование. Методы, не связанные с протеканием электродной электрохимической реакции, кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. |              |                              |                          |                  |
| <b>Всего</b>                       |                                                                                                                                                       | <b>168</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 компетенции                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения. | 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   | Этап формирования                                          | Описание показателей                                                                                                               | Критерии оценивания                       | Шкала оценивания                                                               |
|-------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1</b>            | Пороговый | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>1. Основные методы инструментального анализа.<br>2. Основные механизмы взаимодействия электромагнитного излучения | Тестирование, лабораторная работа, доклад | Шкала оценивания тестирования<br>Шкала оценивания лабораторной работы<br>Шкала |

| Оцениваемые компетенции | Уровень          | Этап формирования                                        | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                           | Критерии оценивания                               | Шкала оценивания                                                                                                              |
|-------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                  |                                                          | с веществом.<br>3. Теоретические основы хроматографии.<br><i>Уметь:</i><br>1. Оценивать возможности применения инструментальных методов анализа исходя из теоретических предпосылок.<br>2. Отбирать наиболее эффективные методы анализа в соответствии с решаемыми задачами.   |                                                   | оценивания доклада                                                                                                            |
|                         | Продвину-<br>тый | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>1. Последние достижения в области теории и практики применения инструментальных методов анализа.<br>2. Теоретические основы, заложенные в современных методах инструментального анализа.<br><i>Уметь:</i><br>1. Разрабатывать методические приёмы организации | Тестирование, лабораторная работа, доклад, проект | Шкала оценивания тестирования<br>Шкала оценивания лабораторной работы<br>Шкала оценивания доклада<br>Шкала оценивания проекта |

| Оцениваемые компетенции | Уровень | Этап формирования | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|-------------------------|---------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|                         |         |                   | <p>аналитического исследования с применением инструментальных методов.</p> <p>2. Организовывать деятельность персонала лабораторий по рациональному и технически грамотному использованию оборудования для проведения анализа.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>1. Способами и приемами проведения анализа с применением инструментальных методов.</p> <p>2. Разработкой и реализацией собственных (авторских) методических приёмов при анализе с использованием современного аналитического оборудования.</p> |                     |                  |

#### Описание шкал оценивания

#### Шкала оценивания лабораторной работы

| Критерии оценивания                                                                   | Кол-во баллов |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы.                      | 3             |
| Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка. | 1             |
| Работа не выполнена.                                                                  | 0             |

### Шкала оценивания доклада

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кол-во баллов |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Представленный доклад свидетельствует о проведённом самостоятельном исследовании с привлечением различных источников информации; соответствует теме, которая раскрыта логично, связно и полно; заключение содержит логично вытекающие из содержания выводы; правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства речи; выступающий отвечает на вопросы, легко приводит примеры, иллюстрирующие теоретические положения, формулирует собственную позицию по исследуемому вопросу. Презентация отражает основные структурные компоненты работы: введение, содержание и выводы, включает иллюстративный материал | 8-10          |
| Представленный доклад свидетельствует о проведённом самостоятельном исследовании с привлечением двух-трёх источников информации, соответствует теме; однако тема раскрыта неполно; заключение содержит логично вытекающие из содержания выводы; выступающий нечётко отвечает на поставленные вопросы, собственная позиция не определена. Представленная презентация неполно отражает компоненты работы, отсутствует иллюстративный материал.                                                                                                                                                                                  | 7-8           |
| Представленный доклад свидетельствует о проведённом исследовании с привлечением одного источника информации; тема раскрыта не полностью; выступающий затрудняется с формулированием логичного вывода; выступающий читает с листа, не отвечает на дополнительные вопросы; презентация неполно отражает компоненты работы, отсутствует иллюстративный материал.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5-6           |
| Представленный доклад свидетельствует о выполнении репродуктивной работы с привлечением одного источника информации; тема не раскрыта; выступающий затрудняется с формулированием логичного вывода; читает с листа и не отвечает на дополнительные вопросы по теме работы; презентация не представлена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0-4           |

### Шкала оценивания тестирования

| Процент правильных ответов | Баллы |
|----------------------------|-------|
| 80-100%                    | 8-10  |
| 60-80%                     | 6-7,9 |
| 40-60%                     | 4-5,9 |
| 20-40%                     | 2-3,9 |
| 0-20%                      | 0-1,9 |

### Шкала оценивания проекта

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                 | Кол-во баллов |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Задание выполнено полностью правильно, иллюстрируется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом и терминологией дисциплины. | 10-12         |
| Задание выполнено с незначительными ошибками и/или не иллюстриру-                                                                                                                                                                                   | 7-9           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, но изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом и терминологией дисциплины.                                                                                                              |     |
| Задание выполнено правильно не менее, чем на половину или содержит существенные ошибки, изложенный материал не иллюстрируется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, изложение материала непоследовательно и фрагментарно, студент показал недостаточно уверенное владение материалом и терминологией дисциплины. | 4-6 |
| Задание не выполнено или при выполнении допущено большое количество грубых ошибок, студент не владеет материалом и терминологией дисциплины.                                                                                                                                                                                      | 0-3 |

**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**

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.

**Примерные варианты заданий для тестирования**

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 см<sup>-1</sup>

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

5. Характеристические частоты в ИК-спектроскопии находятся в области

- 1). 3600-4000 см<sup>-1</sup>
- 2). 1550-3300 см<sup>-1</sup>
- 3). 1550-400 см<sup>-1</sup>
- 4). 400-250 см<sup>-1</sup>

### **Примерные темы докладов**

1. Методы определения стойких органических загрязнителей.
2. Идентификация биополимерных экотоксикантов.
3. Возможности использования ионной хроматографии в экологическом анализе.
4. Применение кластерного анализа экотоксикантов на основе данных ЯМР-спектроскопии.
5. Цели и задачи методик МАЛДИ.

### **Примерные темы проекта**

1. Роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ.
2. Оптические методы определения природных и биологически активных веществ.
3. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения.
4. УФ-Спектроскопия
5. ИК- спектроскопия. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов.
5. Аппаратурное оформление и перспективы использования
6. Инструментальный анализ биологически активных веществ антропогенного характера, в том числе ксенобиотиков.

### **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.

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

1. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Общая характеристика и классификация спектроскопических методов анализа.
2. Фотометрический анализ и его возможности.
3. Основные возможности УФ-спектроскопии.
4. Рентгеновские методы анализа в химии.
5. Люминесценция и возможности применения люминесцентных методов для анализа простых и сложных веществ.
6. Теоретические основы ИК-спектроскопии., особенности КР-спектроскопии и взаимодополняемость методов.
7. Радиоволновые методы анализа в химии. ЯМР-спектроскопия и ее возможности.
8. Сущность хроматографического процесса разделения. Классификация хроматографических методов. Способы получения хроматограмм.
9. Теоретические основы хроматографии Подвижная и неподвижная фазы в газотвердофазной и газожидкостной хроматографии.
10. Принципы, лежащие в основе газохроматографического разделения компонентов. Теория теоретических тарелок. Разрешение сигналов.

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

Формами текущего контроля являются тестирование, лабораторная работа, доклад, проект.

Максимальное количество баллов, которое может набрать магистрант в течение семестра за различные виды работ – в первом семестре 80, во втором 70 баллов.

Минимальное количество баллов, которые магистрант должен набрать в течение семестра за текущий контроль, равняется 40 баллам.

Максимальная сумма баллов, которые магистрант может получить на зачете – 20 баллов, на экзамене – 30 баллов.

*Итоговая оценка знаний* студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов в каждом семестре.

Формами промежуточной аттестации являются: зачет и экзамен, которые проходят в форме устного собеседования по вопросам в билете.

### **Шкала оценивания зачёта**

| <b>Критерий оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Кол-во баллов</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; установлены причинно-следственные связи; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.                                               | 15-20                |
| Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов, исправленные с помощью преподавателя.                                  | 10-14                |
| Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий, исправленные с помощью преподавателя. | 5-9                  |
| Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.                                                                                                                                                                                                                                     | 0-4                  |

### **Шкала оценивания экзамена**

| <b>Критерий оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Баллы</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.                                                  | 21-30        |
| Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.                                  | 11-20        |
| Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий. | 1-10         |
| Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0            |

|                                                                                                        |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии. |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

| Количество баллов | Оценивание по традиционной системе |
|-------------------|------------------------------------|
| 41–100            | Зачтено                            |
| 0–40              | Не зачтено                         |

| Количество баллов | Оценивание по традиционной системе |
|-------------------|------------------------------------|
| 100-81            | отлично                            |
| 80-61             | хорошо                             |
| 60-41             | удовлетворительно                  |
| 40-0              | неудовлетворительно                |

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 5-е изд., испр. — М.: Юрайт, 2024. — 451 с.— Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534513> (дата обращения: 10.01.2024).
2. Вершинин, В.И. Аналитическая химия: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 2-е изд., доп. - СПб.: Лань, 2018. - 428с.

### 6.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: учебник для вузов в 2-х т. / Ищенко А.А., ред. - М. : Академия, 2014. - 352с.
2. Журин, А. А. Химия : метапредметные результаты обучения / А. А. Журин, Н. А. Заграничная. — М. : ВАКО, 2014.
3. Инструментальный анализ биологически активных веществ и лекарственных средств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Слепченко Г.Б., Дерябина В.И., Гиндуллина Т.М. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 198 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=701660>
4. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Электронный ресурс] /Лебедев А.Т. - М. : Техносфера, 2013. — 632с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363639.html>
5. Органическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов : в 3 т. т. 2 / В. Ф. Травень.- 3-е изд. (эл.).- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -517 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

6. Руанет, В.В. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ [Электронный ресурс]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 341с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439449.html>

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

1. [http://www /Cemport.ru](http://www/Cemport.ru),
2. <http://www.rushim.ru>
3. <http://www. Alhimir.ru>
4. <http://znanium.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/>
11. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
12. ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.ru>

## **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:**

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 ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

### **Профессиональные базы данных:**

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации

[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

## **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, проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);
- лабораторное помещение, оснащенное оборудованием (Комплект учебной мебели, доска, Лабораторные столы набор № 9 б/н, Лабораторные раковины, Анализатор размеров нано-

частиц (0.8 нм до - 6.5 мкм) Nanotrac, Весы электронные, Вольтметр, Вытяжной шкаф, Источник питания постоянного тока, Кондуктометр б/н, Магнитная мешалка б/н, Муфельная печь б/н, Поляриметр, Прибор для определения температуры плавления б/н, Карманный рН-метр Лаб-1800, Спектрофотометр б/н, Сушильный шкаф б/н);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенные к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Государственного университета просвещения: персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска;

- 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 Государственного университета просвещения, доска, проектор подвесной.