

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталья Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2021  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)  
Биолого-химический факультет  
Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано управлением организации и  
контроля качества образовательной  
деятельности  
«22» июня 2021 г.

Начальник управления \_\_\_\_\_

/Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. №5

Председатель \_\_\_\_\_



/О.А. Шестакова

## Рабочая программа дисциплины

Физико-химические методы выявления экотоксикантов

**Направление подготовки**

06.04.01 Биология

**Программа подготовки:**

Биоэкология

**Квалификация**

Магистр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
биолого-химического факультета:

Протокол «17» июня 2021 г. № 7

Председатель УМКом \_\_\_\_\_

/И.Ю. Лялина /

Рекомендовано кафедрой теоретической  
и прикладной химии

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

/Н.В. Васильев/

Мытищи  
2021

Авторы-составители:

Васильев Николай Валентинович, д.х.н., проф., заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии;

Радугина Ольга Георгиевна, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии

Петренко Дмитрий Борисович, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы выявления экотоксикантов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология приказ МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 934 от 11.08.2020 г.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной (модулем).

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

## 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 ....	5
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	25
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цель дисциплины:** Сформировать у будущего специалиста систему научных представлений о физико-химических методах выявления экотоксикантов.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомить обучаемых с современными отечественными и зарубежными достижениями в области экологического анализа;
- вооружить обучающихся физико-химическими методами анализа экотоксикантов, 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 экотоксикантов.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:  
ДПК 1 Способность разрабатывать и проводить исследования по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по оценке и восстановлению биоресурсов

ДПК-2 Способность разрабатывать и проводить мероприятия для диагностики и идентификации потенциально опасных биологических объектов

СПК-1 Способность проводить полевые, лабораторные биологические и экологические исследования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной (модулем).

Дисциплина опирается на знания, полученные в результате освоения таких дисциплин как «Физика», «Физическая химия», «Математика», «Биология», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Биохимия».

Освоение курса «Физико-химические методы выявления экотоксикантов» необходимо для изучения дисциплин «Экологический мониторинг», «Мониторинг окружающей среды», «Экологическая экспертиза», «Биохимическая экспертиза», а также для написания исследовательских работ, выпускной квалификационной работы и успешной последующей профессиональной деятельности.

Овладение материалом курса «Физико-химические методы выявления экотоксикантов» может способствовать успешной работе в области прикладной экологии, биотехнологии, молекулярной биологии.

## 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	18,2
Лекции	6
Лабораторные работы,	12

из них часы практической подготовки	12
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	46
Контроль	7,8

**Форма промежуточной аттестации:** зачет в 4 семестре на 2 курсе.

### 3.2. Содержание дисциплины По очной форме обучения

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Виды занятий	
	Лекции	Лабораторные занятия
<b>Тема 1.</b> Физико-химические основы методов, их классификация. Основные понятия, термины и определения.	1	2
<b>Тема 2.</b> Хроматография, количественное и качественное обнаружение экотоксикантов.	2	3
<b>Тема 3.</b> Оптические методы выявления веществ в природных средах.	1	3
<b>Тема 4.</b> Особенности масс-спектрального анализа экотоксикантов.	1	2
<b>Тема 5.</b> Пробоподготовка как один из основных этапов экологического анализа.	1	2
<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>12</b>

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

Темы для самостоятельного изучения	Исучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
<b>Тема 1.</b> Физико-химические основы методов, их классификация. Основные понятия, термины и определения.	1. Классификация физико-химического анализа ксенобиотиков. 2. Связь изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии. 3. Роль физико-химического анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков.	8	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклады

<p><b>Тема 2.</b> Хроматография количественное и качественное обнаружение экотоксикантов</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. 3. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов. 4. Современные хромато-масс-спектрометры.</p>	8	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Реферат
<p><b>Тема 3.</b> Оптические методы выявления веществ в природных средах.</p>	<p>1. Особенности пробоподготовки и пробоотбора при физико-химическом анализе. 2. Физико-химический анализ экотоксикантов органического типа. Физико-химический анализ биологически активных веществ антропогенного характера, в том числе ксенобиотиков. 3. Анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме. 4. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров).</p>	8	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклады
<p><b>Тема 4.</b> Особенности масс-спектрального анализа</p>	<p>1. Оптические методы определения экотоксикантов. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в</p>	10	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклады

ЭКОТОКСИКАНТОВ	<p>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</p>				
<p><b>Тема 5.</b> Пробоподготовка как один из основных этапов экологического анализа..</p>	<p>1.Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном 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. 3.Применение ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса. 4.Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. 5.Спектроскопия квадрупольного резонанса. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Метод</p>	12	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклады

	СПИНОВЫХ МЕТОК.				
		46			

## 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 1</b> Способен разрабатывать и проводить исследования по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по оценке и восстановлению биоресурсов	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5 2 Самостоятельная работа (написания рефератов)
<b>ДПК-2</b> Способен разрабатывать и проводить мероприятия для диагностики и идентификации потенциально опасных биологических объектов	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5 2 Самостоятельная работа (написания рефератов)
<b>СПК-1</b> Способен проводить полевые, лабораторные биологические и экологические исследования	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5 2 Самостоятельная работа (написания рефератов)

### 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-1</b>	Пороговый	1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 5) 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения	<b>Знать</b> - методы оценки состояния окружающей среды и восстановлению биоресурсов –цели и задачи, которые достигаются и решаются с помощью физико-химического анализа; –роль и значение физико-химического анализа в экологии; –основы физико-	Опрос или тестирование, Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ Реферат	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения

			<p>химического анализа экотоксикантов (оптические, хроматографические, масс-спектрометрические)</p> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применить передовой опыт при реализации мероприятий по охране природной среды, по восстановлению биоресурсов</li> <li>–самостоятельно работать с учебной, справочной литературой по физико-химическим методам анализа, включая работу с электронными библиотеками;</li> <li>–обоснованно выбирать тот или иной физико-химический метод для анализа экологического загрязнителя или объекта окружающей среды;</li> <li>–отбирать среднюю пробу экотоксиканта для анализа физико-химическими методами;</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–экологическими методиками с использованием физико-химического анализа;</li> <li>–методами пробоподготовки при проведении физико-химического анализа;</li> <li>–методами математической статистики при обработке результатов исследования</li> </ul> <p>- методами проведения исследований загрязненных почв, поверхностных и грунтовых вод</p>		<p>лабораторной работы</p> <p>Шкала оценивания презентации</p> <p>Шкала оценивания реферата</p>
--	--	--	---	--	---

	Продвинутый	<p>1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 5)</p> <p>2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p><b>Знать</b></p> <p>–основы методов физико-химического анализа (оптических, хроматографических, масс-спектрометрических);</p> <p>–основы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов, полученных методами физико-химического анализа;</p> <p>–основные литературные источники, справочную литературу по физико-химическим методам анализа;</p> <p>–валидацию физико-химического анализа</p> <p><b>Уметь</b></p> <p>–работать с основными типами приборов, используемыми в физико-химическом анализе (фотоэлектроколориметры, флуориметры, спектрофотометры, потенциометры, ИК-спектрометры, хроматографы, установки для кулонометрии и др.);</p> <p>-обобщать полученные данные, осуществлять качественный и количественный анализ и идентификацию экотоксикантов.</p> <p><b>Владеть</b></p> <p>–экологическими методиками с использованием физико-химического анализа;</p> <p>–техникой выполнения основных аналитических операций при</p>	<p>Опрос или тестирование, Доклад, презентация</p> <p>Защита выполненных лабораторных работ</p> <p>Проект</p>	<p>Шкала оценивания опроса</p> <p>Шкала оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы</p> <p>Шкала оценивания презентации</p> <p>Шкала оценивания проекта</p>
--	-------------	--	--	---	---

			использовании физико-химического анализа; –методами пробоподготовки при проведении физико-химического анализа; –методами математической статистики при обработке результатов исследования.		
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 5) 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения	<b>Знать</b> - способы оценки потенциально опасных биологических объектов - классификацию физико-химического анализа ксенобиотиков. - изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии. - роль физико-химического анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков. <b>Уметь</b> - использовать молекулярно-биологических методов определения потенциально опасных биологических объектов - проводить анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме. <b>Владеть</b> - передовым опытом при реализации мероприятий для диагностики и идентификации потенциально опасных биологических объектов	Опрос или тестирование, Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ Реферат	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации Шкала оценивания реферата
	Продвинутый	1.Работа на	<b>Знать</b>	Опрос или	Шкала

		<p>учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5</p> <p>2 Самостоятельная работа (написания рефератов)</p>	<p>- основы масс-спектрометрии. - аппаратное оформление приборов, виды детекции ионов. - теоретические основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса. - особенности пробоподготовки и пробоотбора при физико-химическом анализе.</p> <p><b>Уметь</b> - применять оптические методы определения экотоксикантов. . применять УФ-спектроскопию. - применять ИК-спектроскопию. - применять КР-спектроскопию.</p> <p><b>Владеть</b> - хромато-масс-спектрометрией как основным методом анализа экотоксикантов.</p>	<p>тестирование, Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ Проект</p>	<p>оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации Шкала оценивания проекта</p>
СПК-1	Пороговый	<p>1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5</p> <p>2 Самостоятельная работа (написания рефератов)</p>	<p><b>Знать</b> - алгоритмы и правила проведения научных исследований, порядка и техники безопасности при проведении биологических и экологических исследований – принципы разработки методологий исследования</p> <p><b>Уметь</b> - проводить наблюдения и измерения, составлять их описание и формулировать выводы в виде отчетов</p> <p><b>Владеть</b> - навыками работы на лабораторном оборудовании для</p>	<p>Опрос или тестирование, Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ Реферат</p>	<p>Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации Шкала</p>

			выполнения полевых, лабораторных биологических и экологических исследований		оценивания реферата
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-5  2 Самостоятельная работа (написания рефератов)	<b>Знать</b> - современные хромато-масс-спектрометры - принципы применения ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса. <b>Уметь</b> - применять люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров). <b>Владеть</b> - физико-химическим анализом экотоксикантов органического типа. - физико-химическим анализом биологически активных веществ антропогенного характера, в том числе ксенобиотиков.	Опрос или тестирование, Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ Проект	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации Шкала оценивания проекта

### Описание шкал оценивания

#### 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

Критерии оценивания	баллы
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

Максимальное количество баллов – 18 (по 3 балла за работу).

### Шкала оценивания доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	3
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, магистрант допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Максимальное количество баллов – 6 (по 3 балла за доклад).

### Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии Power Point.	4
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в Power Point (не более двух).	2
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии Power Point использованы лишь частично.	1

Максимальное количество баллов – 4 (4 балла за презентацию).

### Шкала оценивания проекта

Уровень	Критерии оценивания	Баллы
---------	---------------------	-------

оцениван ия		
Индивидуал ьный (групповой) проект	Работа имеет исследовательский характер. Магистрант показал умение самостоятельно формулировать задачи исследования в соответствии с поставленной целью и новейшими достижениями науки. Магистрант показал умение работать в коллективе. Содержание соответствуют поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, магистрант показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	12-15
	Работа не демонстрирует умения магистранта проводить самостоятельные исследования, выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер. Магистрант показал умение работать в коллективе и достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	8-11
	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. Магистрант показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	4-7
	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.	0-3

Максимальное количество баллов – 15.

#### Шкала оценивания реферата

Уровень оцениван ия	Критерии оценивания	Баллы
Реферат	Содержание соответствуют 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	12-15
	Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала	8-11

	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	
	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	4-7
	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.	0-3

Максимальное количество баллов – 15.

#### Шкала оценивания тестирования

Процент правильных ответов	Оценка	Баллы
80-100%	«отлично»	8-10
60-80%	«хорошо»	6-8
30-50%	«удовлетворительно»	3-5
0-20 %	«неудовлетворительно»	2

Максимальное количество баллов - 10

### 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 соотношение бензосодержащих экотоксикантов по спектрам спиртового экстракта различных природных объектов (почва, растения, вода водоемов и водотоков) используя калибровочные графики. Сделайте выводы.
2. Определите идентичность лекарственного препарата или природного вещества (Левитирацетам, Ацетил-Карнитина) методом цифровой поляриметрии.
3. Определите химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия спектра ЯМР  $^1\text{H}$  вещества из списка СОЗ (по выбору преподавателя).
4. Определите время выхода вещества «метафос» в высокоэффективной жидкостной хроматографии (условия эксперимента по заданию преподавателя).
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 бензосодержащих веществ и соединений с симметричными и несимметричными кратными связями (по заданию преподавателя: бензофуран, нафталин, антрацен и т. д. ) и идентифицируйте полосы поглощения, объясните разницу в экстинции.

7. Оцените полученные ИК-спектры бензосодержащих веществ и соединений с симметричными и несимметричными кратными связями (по заданию преподавателя: бензофуран, нафталин, антрацен и т. д. ) с спектрами комбинационного рассеяния, сделайте выводы.
8. Методом колоночной хроматографии разделите окрашенные бензосодержащие соединения, выделенные экстракцией из различных природных объектов, снимите спектры поглощения в УФ и видимом диапазоне и интерпретируйте их.
9. Сделайте отнесение структуры веществ по предложенным преподавателем ЯМР и ИК-спектрам вещества?
10. Идентифицируйте структуру вещества по данным ЯМР, ИК –спектров и брутто-формуле.

### **Примерные темы проектов**

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.
3. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов.
4. Современные хромато-масс-спектрометры.
5. Физико-химический анализ биологически активных веществ антропогенного характера.
6. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков
7. УФ-Спектроскопия.
8. ИК- спектроскопия и КР-Спектроскопия.
9. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении.
10. Возможности применения метода ЯМР для анализа природных и биологически активных веществ. Двойной резонанс.
11. Применение ЯМР в медицине - томография магнитного резонанса.
12. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.
13. Спектроскопия квадрупольного резонанса.
14. Жидкостная хроматография.
15. Газовая и газожидкостная хроматография. Применение хроматографии для анализа экотоксикантов
16. и приемы пробоотбора окружающих объектов.
17. Экстракция и сорбция. Применение сорбентов
18. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.

### **Примерные варианты тестовых заданий**

1. К оптическим методам относятся
  - 1). ЯМР-спектроскопия
  - 2). Масс-спектрометрия
  - 3). КР-спектроскопия
  - 4). Хроматография
  
2. В радиоволновом диапазоне возможно снятие спектров

- 1). Романовских
  - 2). УФ-спектров
  - 3). ЯМР-спектров
  - 4). ИК-спектров
3. Физико-химические методы анализа делятся на
- 1). Удобные и трудоемкие
  - 2). Разрушающие и неразрушающие
  - 3). «Мокрые» и паровоздушные
  - 4). Ротационные и плоскостные
4. ИК-спектроскопия определяется колебаниями
- 1). Молекул и супрамолекул
  - 2). Электронов
  - 3). Фотонов
  - 4). Деформационными и валентными
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>
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. 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
10. 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
  
11. 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
  
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. Кратные связи проявляются в следующем диапазоне в ИК или КР-спектрах
  - 1). 2050-3300  $cm^{-1}$
  - 2). 1600-1700  $cm^{-1}$
  - 3). 1700-2000  $cm^{-1}$
  - 4). 2000-2950  $cm^{-1}$
  
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  $cm^{-1}$
  - 2). 1600-1700  $cm^{-1}$
  - 3). 1700-2000  $cm^{-1}$
  - 4). 2000-2250  $cm^{-1}$
  
17. Нитрилы карбоновых кислот проявляются в области .... ИК или КР- спектров
  - 1). 2050-2300  $cm^{-1}$  ИК
  - 2). 1600-1700  $cm^{-1}$  ИК
  - 3). 1700-2000  $cm^{-1}$  КР
  - 4). 2000-2950  $cm^{-1}$  ИК КР
  
18. Карбонильные группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров
  - 1). 2050-3300  $cm^{-1}$  ИК
  - 2). 1600-1650  $cm^{-1}$  ИК
  - 3). 1700-2000  $cm^{-1}$  ИК
  - 4). 1700-2000  $cm^{-1}$  ИК КР

19. Гидроксильные 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. Имино-группы (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. 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

#### **Примерные темы докладов и презентаций**

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.
6. Время пролетная масс-спектрометрия.
7. Спектроскопия ИК с Фурье преобразованием.
8. Люминесцентные методы определения экотоксикантов.
9. Методы пробоподготовки в масс-спектрометрии. Дериватизация токсикантов.
10. Рентгенофлуоресцентный анализ токсикантов неорганического типа.
11. Анализ токсинов, методы и возможности.
12. Методы анализа суперэкотоксикантов.

#### **Примерные темы рефератов**

1. Роль физико-химического 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. УФ-спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка, возможности анализа природных веществ.
4. ИК-спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка. Нормирование предельно допустимых концентраций вредных веществ.
5. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка.
6. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гироманнитном отношении.
7. Ионметрические методы анализа тяжелых металлов.
8. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа ксенобиотиков и природных веществ. Основные принципы и возможности метода.
9. Высокоэффективная жидкостная хроматография.

10. Спектрометрические модификации Малди.
11. Использование хроматографических методов для анализа лекарственных препаратов и пестицидов.
12. Особенности строения и определения экотоксикантов органического строения. Масс-спектрометрия.
13. Методы поляриметрии для определения лекарственных препаратов.
14. Физико-химические методы экологического мониторинга.
15. Определение экотоксикантов списка СОЗ.
16. Физико-химические методы анализа дистанционного определения экотоксикантов.

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Классификация физико-химических методов исследования соединений. Связь изучаемой области с другими науками. Роль физико-химических исследований в экологии.
2. Роль физико-химических 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 физико-химического анализа строения и реакционной способности экотоксикантов. 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 экотоксикантов. Связь строения молекул со спектральными характеристиками.
8. Аппаратурное оформление использования УФ-спектроскопии в экологии. Характеристические особенности спектров. Возможности применения методов для идентификации экотоксикантов.
9. Влияние строения молекул на спектральные характеристики. Использование УФ-спектроскопии в люминесцентном анализе экотоксикантов.
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 для экологического анализа, 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 экотоксикантов.
19. Хроматография. Основные принципы и возможности методов, пробоподготовка. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Пробоподготовка и дериватизация малоустойчивых и нелетучих экотоксикантов.
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. Физико-химические методы экологического мониторинга.

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

Программа освоения дисциплины предусматривает опрос, подготовку доклада и презентации, реферата, проекта, выполнение лабораторных работ, тестирование. Требования к оформлению и выполнению всех предусмотренных в рабочей программе дисциплин форм отчетности и критериев оценивания отражены в методических рекомендациях.

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

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

Максимальная сумма баллов за устные ответы на занятиях – 12 (6 ответов по 2 балла за каждый опрос), за выполнение лабораторной работы – 18 (6 работ по 3 балла), за выступление с докладом – 6 баллов (2 доклада по 3 балла), презентация – 4 балла, за выполнение теста – 10 баллов, за выполнение реферата – 15 баллов, проект – 15 баллов.

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

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

Формой промежуточной аттестации является зачет в форме устного собеседования по вопросам

### Шкала оценивания ответа на зачете

Показатель	Балл
Магистрант обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	16-20
Магистрант недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	11-15
Магистрант обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса. Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	6-10
Магистрант обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	0-5

#### Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

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

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
41-100	Зачтено
0-40	Не зачтено

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература:

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах: учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2020. — Текст: электронный. — URL:  
<https://urait.ru/bcode/450432>  
<https://urait.ru/bcode/450453>
2. Валова, В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. - Москва: Дашков и К, 2017. - 200 с. - Текст: электронный. - URL:  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html>
3. 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.

### 6.2. Дополнительная литература:

1. Вершинин, В.И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 2-е изд. - СПб. : Лань, 2017. - 428с. – Текст: непосредственный.

2. Губин, А. С. Экспресс-методы анализа в токсикологии : лабораторный практикум: учебное пособие / А. С. Губин, А. А. Кушнир, П. Т. Суханов. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 52 с. — Текст: электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88446.html>
3. Исидоров, В. А. Введение в химическую экотоксикологию : учебное пособие. – 3-е изд. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2021. - 144 с. - Текст: электронный. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083653.html>
4. Подкорытов, А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование : учебное пособие для вузов / А. Л. Подкорытов, Л. К. Неудачина, С. А. Штин. — Москва : Юрайт, 2020. — 60 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/453379>
5. Реховская, Е. О. Экологическая токсикология : учебное пособие. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 117 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78492.html>
6. Руанет, В.В. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 341с. - Текст: электронный. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439449.html>
7. Смагунова, А. Н. Статистические методы в аналитической химии : учебное пособие для вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 364 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/475168>
8. Топалова, О.В. Химия окружающей среды : учеб.пособие для вузов / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. - СПб. : Лань, 2019. - 160с. – Текст: непосредственный.
9. Хаханина, Т.И. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. - 3-е изд. - М. : Юрайт, 2019. - 233с. – Текст: непосредственный
10. Чендев, Ю. Г. Геохимия окружающей среды : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 146 с. — Текст : электронный . — URL: <https://urait.ru/bcode/476336>
11. Экологическая токсикология : учебник и практикум для вузов / Т. В. Жуйкова, В. С. Безель. - М. : Юрайт, 2019. - 362с. – Текст: непосредственный.

### **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/>

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

1. Методические рекомендации по подготовке и проведению практических и лабораторных работ для направления подготовки 06.04.01 – Биология, программа подготовки «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника магистр [Текст]. — М., 2021.
2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, предусмотренных в рамках направления подготовки 06.04.01 – Биология, программа

подготовки «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника магистр [Текст]. — М., 2021.

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

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows  
Microsoft Office  
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ  
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru  
pravo.gov.ru  
www.edu.ru

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.