

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

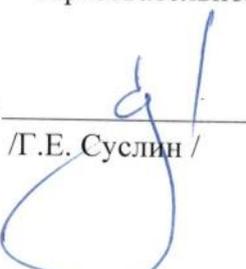
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

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

Инструментальные методы анализа природных и биологически активных
веществ

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

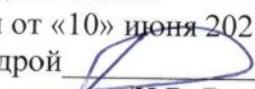
Председатель УМКом


/ 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., 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 «Инструментальные методы анализа природных и биологически активных веществ» 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	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	5
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	10
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	29

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Сформировать у будущего специалиста систему научных представлений об инструментальных методах анализа.

Задачи дисциплины:

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

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК 1 Способен разрабатывать и проводить исследования по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по оценке и восстановлению биоресурсов

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

СПК 1 Способен 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», «Физико-химические основы организации живых систем», «Аутэкология растений».

Освоение курса «Инструментальные методы анализа природных и биологически активных веществ» 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 «Инструментальные методы анализа природных и биологически активных веществ» 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 1 курсе

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Виды занятий	
	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 1. История вопроса, основные понятия и определения, единицы измерения.	1	
Тема 2. Методы спектрального анализа, УФ-, ИК- спектроскопия, спектрофотометрия.	1	4
Тема 3. Особенности спектрального анализа природных и биологически активных веществ. Люминесцентные методы.	1	2
Тема 4. Масс-спектральные методы установления состава и строения природных и биологически активных веществ.	1	2
Тема 5. Радиоволновые методы. Ядерный магнитный резонанс. Методы описания биополимеров. Магнитно-резонансная томография.	1	2
Тема 6. Хроматографические методы исследований.	1	
Тема 7. Пробоотбор и пробоподготовка.		2
Итого	6	12

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Тема 1.	1. Классификация	6	Работа с	Рекомендуе	Доклады,

История вопроса, основные понятия и определения, единицы измерения.	инструментальног о анализа природных и биологически активных веществ. 2. Связь изучаемой области с другими разделами химии, биологии и экологии. 3. Роль инструментальног о анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ.		литературой и Интернет ресурсами	мая литература Интернет- ресурсы	выступления перед группой по заданной теме
Тема 2. Методы спектрального анализа, УФ-, ИК- спектроскопия, спектрофотоме трия.	1. Оптические методы определения природных и биологически актив -ных веществ. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения. 2. УФ- Спектроскопия. 3. ИК- спектроскопия. 4. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. 5. Аппаратурное оформление и перспективы использования	6	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуе мая литература Интернет- ресурсы	Реферат
Тема 3. Особенности спектрального анализа природных и биологически	1. Особенности пробоподготовки и пробоотбора при инструментальном анализе природных и биологически	8	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуе мая литература Интернет- ресурсы	Доклады, выступления перед группой по заданной теме

<p>активных веществ. Люминесцентные методы.</p>	<p>активных веществ. 2. Инструментальный анализ природных веществ органического типа. Инструментальный 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>				
<p>Тема 4. Масс-спектральные методы установления состава и строения природных и биологически активных веществ.</p>	<p>1. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов. 2. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией.</p>	<p>8</p>	<p>Работа с литературой и Интернет ресурсами</p>	<p>Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы</p>	<p>Доклады, выступления перед группой по заданной теме</p>

	<p>3. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов.</p> <p>4. Современные хромато-масс-спектрометры.</p> <p>Хромато-масс-спектрометрия биоорганических молекул и ксенобиотиков.</p>				
<p>Тема 5. Радиоволновые методы. Ядерный магнитный резонанс. Методы описания биополимеров. Магнитно-резонансная томография.</p>	<p>1. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении.</p> <p>2. Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии. Спектроскопия ПМР. ЯМР-спектроскопия на других видах ядер. Виды спектров, химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия. Характеристические сдвиги. Возможности применения метода для анализа природных и биологически активных веществ. Двойной резонанс.</p> <p>3. Применение ЯМР в медицине - томография магнитного</p>	8	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Доклады, выступления перед группой по заданной теме

	<p>резонанса. 4.Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. 5.Спектроскопия квадрупольного резонанса. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Метод спиновых меток.</p>				
<p>Тема 6. Хроматографические методы исследований.</p>	<p>1.Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газожидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции. Аппаратурное оформление и перспективы использования. 2.Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография. 3.Газовая и газожидкостная хроматография. Применение</p>	6	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Реферат

	хроматографии для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков				
Тема 7. Пробоотбор и пробоподготовка.	1. Схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ. 2. Методы сохранения проб и пробоподготовка. 3. Методы экстракции и сорбции. Применение сорбентов. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.	4	Работа с литературой и Интернет ресурсами	Рекомендуемая литература Интернет-ресурсы	Реферат
		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
ДПК 1 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 1-7 2. Самостоятельная работа (написания рефератов)
ДПК 2 Способен разрабатывать и проводить мероприятия для диагностики и идентификации потенциально опасных биологических объектов	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-7 2. Самостоятельная работа (написания рефератов)
СПК 1 Способен проводить полевые, лабораторные биологические и экологические исследования	1. Работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия). Темы 1-7 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
ДПК-1	Пороговый	<p>1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7)</p> <p>2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p>Знать: –цели и задачи, которые достигаются и решаются инструментальным и методами анализа природных и биологически активных веществ; –роль и значение инструментальных методов анализа природных и биологически активных веществ в экологии; - основные литературные источники, справочную литературу по инструментальным методам анализа природных и биологически активных веществ;</p> <p>Уметь: - применять передовой опыт при реализации мероприятий по охране природной среды, по восстановлению биоресурсов –самостоятельно работать с учебной, справочной литературой по инструментальным методам анализа природных и</p>	Опрос или тестирование Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации

			<p>биологически активных веществ, включая работу с электронными библиотеками; –обоснованно выбирать тот или иной инструментальный метод для анализа экологического загрязнителя или объекта окружающей среды; Владеть: - радиоволновыми методами. - методами ядерного магнитного резонанса. -методами описания биополимеров. -магнитно-резонансной томографией. - экологическими методиками с использованием инструментального анализа природных и биологически активных веществ; –техникой выполнения основных аналитических операций при использовании инструментального анализа природных и биологически активных веществ;</p>		
Продвинутый	1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7) 2.	<p>Знать: - классификацию инструментального анализа природных и биологически активных веществ; Уметь:</p>	Опрос или тестирование Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала	

		<p>Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p>-применять современные хромато-масс-спектрометры. - применять газовую и газожидкостную хроматографию, в том числе для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков Владеть: - методами проведения исследований загрязненных почв, поверхностных и грунтовых вод -хромато-масс-спектрометрией биоорганических молекул и ксенобиотиков. —методами пробоподготовки при проведении инструментального анализа природных и биологически активных веществ; —методами математической статистики при обработке результатов исследования.</p>	<p>работ</p>	<p>оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации</p>
<p>ДПК-2</p>	<p>Пороговый</p>	<p>1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7) 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p>Знать: —основы инструментальных методов анализа природных и биологически активных веществ (оптических, хроматографических, масс-спектрометрических); —основы математической</p>	<p>Опрос или тестирование Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ</p>	<p>Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала</p>

			<p>статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов, полученных инструментальными методами анализа;</p> <p>-валидацию инструментальных методов анализа;</p> <p>Уметь:</p> <p>- проводить анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме;</p> <p>-отбирать среднюю пробу природных или биологически активных веществ для анализа инструментальными методами,</p> <p>-проводить качественный и количественный анализ в пределах использования приемов и методик, лежащих в основе инструментальных методов анализа природных и биологически активных веществ;</p> <p>—выполнять расчеты, обрабатывать результаты, получаемые инструментальными методами</p>		оценивания презентации
--	--	--	--	--	------------------------

			<p>анализа методами математической статистики;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - жидкостной хроматографией; -бумажной хроматографией, -тонкослойной хроматографией, -колоночной хроматографией. -аналитической и препаративной высокоэффективной жидкостной хроматографией 		
Продвинутый	<p>1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7)</p> <p>2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -способы и методы оценки состояния окружающей среды и восстановлению биоресурсов; -роль инструментального анализа в исследованиях по определению ксенобиотиков и природных веществ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -использовать спектроскопию квадрупольного резонанса. -готовить и стандартизовать растворы для физико-химических измерений; –работать с основными типами приборов, используемых в инструментальном анализе (фотоэлектроколориметры, флуориметры, спектрофотометры, 	<p>Опрос или тестирование</p> <p>Доклад, презентация</p> <p>Защита выполненных лабораторных работ</p>	<p>Шкала оценивания опроса</p> <p>Шкала оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы</p> <p>Шкала оценивания презентации</p>	

			<p>потенциометры, ИК-спектрометры, хроматографы, спектрофлуориметрами, установки для кулонометрии и др.); -обобщать полученные данные, осуществлять качественный и количественный анализ и идентификацию природных и биологически активных веществ. Владеть: - основными принципами и возможностями методов. –аппаратурным оформлением и перспективами использования. -методом спиновых меток.</p>		
СПК-1	Пороговый	<p>1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7) 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения</p>	<p>Знать: -схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ. Уметь: - использовать оптические методы определения природных и биологически активных веществ. Владеть: - методами спектрального анализа, УФ-, ИК-спектроскопии, спектрофотометрии. -методами сохранения проб и пробоподготовки.</p>	Опрос или тестирование Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ	<p>Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации</p>

	Продвинутый	1. Работа на лекциях и лабораторных занятиях (Тема 1 – Тема 7) 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения	<p>Знать: -схемы и приемы пробоотбора природных и биологически активных веществ. -особенности спектрального анализа природных и биологически активных веществ</p> <p>Уметь: - применять люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров).</p> <p>Владеть: -методами экстракции и сорбции, применения сорбентов, подготовки проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.</p>	Опрос или тестирование Доклад, презентация Защита выполненных лабораторных работ	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания выполнения лабораторной работы Шкала оценивания презентации
--	-------------	---	--	--	--

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

Показатель	Балл
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 каждую лабораторную 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 –9 (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 – 8 (4 балла за презентацию).

Шкала оценивания реферата

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Реферат	Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом,	7-8

	умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	
	Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	4-6
	Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	2-3
	Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.	0-1

Максимальное количество баллов – 8.

Шкала оценивания проекта

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Индивидуальный (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	4-7

	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	
	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

Для оценки тестовых работ используются следующие критерии:

0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла);

30-50% - «удовлетворительно» (3-5 баллов);

60-80% - «хорошо» (6-8 баллов);

80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

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

Примерные варианты тестовых заданий

1. ЯМР-спектроскопия может предоставить информацию о
 - 1). Строении молекулы
 - 2). Относительном содержании магнитоактивных атомов
 - 3). Частичном заряде на sp^3 -гибридном атоме
 - 4). Взаимопревращениях молекул

2. Хроматография это
 - 1). Дифракция пучка света
 - 2). Разделение ионов разной массы в электромагнитном поле
 - 3). Разделение веществ, основанное на различиях перемещения концентрационных зон веществ в подвижной фазе вдоль неподвижной
 - 4). Визуализация разделения ионов

3. Инструментальные методы анализа делятся на
 - 1). Простые и трудоемкие
 - 2). Разрушающие и неразрушающие
 - 3). «Мокрые» и паровоздушные
 - 4). Ротационные и плоскостные

4. Кратные связи проявляются в следующем диапазоне в ИК или КР-спектрах
 - 1). 2050-3300 cm^{-1}
 - 2). 1600-1700 cm^{-1}
 - 3). 1700-2000 cm^{-1}
 - 4). 2000-2950 cm^{-1}

5. Характеристические частоты в ИК-спектроскопии находятся в области
 - 1). 3600-4000 cm^{-1}
 - 2). 1550-3300 cm^{-1}
 - 3). 1550-400 cm^{-1}
 - 4). 400-250 cm^{-1}

6. Эмиссия квантов в УФ и видимом диапазонах называется
 - 1). Флуоресценцией
 - 2). Люминесценцией
 - 3). Испусканием
 - 4). Возбуждением

7. Полосы поглощения в УФ-области характеризуются
 - 1). Интенсивностью
 - 2). Экстинцией
 - 3). Афинностью
 - 4). Шириной

8. К разрушающим методам физико-химического анализа относятся
 - 1). ЯМР-спектроскопия
 - 2). ИК-спектроскопия
 - 3). Масс-спектроскопия
 - 4). Рентгеноструктурный анализ

9. NH-, NH₂-, SH-, -группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров

- 1). 2050-3300 см-1 ИК КР
 - 2). 1600-1700 см-1 ИК КР
 - 3). 1700-2000 см-1 ИК
 - 4). 2050-2350 см-1 ИК
10. В радиоволновом диапазоне возможно снятие спектров
- 1). Романовских
 - 2). УФ-спектров
 - 3). ЯМР-спектров
 - 4). ИК-спектров
11. К оптическим методам относятся
- 1). ЯМР-спектроскопия
 - 2). Масс-спектрометрия
 - 3). КР-спектроскопия
 - 4). Хроматография
12. МРТ это
- 1). Исследование материалов электрофизическими методами
 - 2). Магнитно-резонансное исследование молекул
 - 3). Масс-спектрометрический метод исследования биологических полимеров
 - 4). Магнитно-резонансный метод исследования тканей человека методом томографии
13. Рентгеноструктурное исследование основано на
- 1). Дифракции рентгеновских лучей на кристалле изучаемого вещества
 - 2). Интерференции электронов
 - 3). Поглощении электромагнитных волн в радиодиапазоне
 - 4). Поглощении и эмиссии рентгеновских лучей
14. ИК-спектроскопия определяется колебаниями
- 1). Молекул и супрамолекул
 - 2). Электронов
 - 3). Фотонов
 - 4). Деформационными и валентными
15. Кратные связи, обладающие симметрией относительно плоскости проявляются в
- 1). ЯМР-спектроскопии
 - 2). ИК-спектроскопии
 - 3). Масс-спектрометрии
 - 4). КР-спектроскопии
16. Ацетилены проявляются в области . . . ИК или КР- спектров
- 1). 2450-3300 см-1
 - 2). 1600-1700 см-1
 - 3). 1700-2000 см-1
 - 4). 2000-2250 см-1
17. Нитрилы карбоновых кислот проявляются в области . . . ИК или КР- спектров
- 1). 2050-2300 см-1 ИК
 - 2). 1600-1700 см-1 ИК
 - 3). 1700-2000 см-1 КР

4). 2000-2950 см⁻¹ИК КР

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

- 1). 2050-3300 см⁻¹ ИК
- 2). 1600-1650 см⁻¹ИК
- 3). 1700-2000 см⁻¹ИК
- 4). 1700-2000 см⁻¹ИК КР

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

- 1). 2050-3300 см⁻¹ ИК
- 2). 1600-1700 см⁻¹ ИК КР
- 3). 2700-3300 см⁻¹ ИК КР
- 4). 2000-2950 см⁻¹ ИК КР

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

- 1). 2050-3300 см⁻¹ ИК КР
- 2). 1600-1720 см⁻¹ ИК
- 3). 1700-2000 см⁻¹ КР
- 4). 2000-2950 см⁻¹ ИК КР

21. Масс-спектрометрия основана на

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

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

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

Примерные темы группового или индивидуального 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.
7. Анализ веществ из списка СОЗ, анализ пестицидов, анализ лекарственных препаратов и биологических добавок, а также продуктов их превращений в организме.
8. Люминесцентные методы биоспецифического анализа ксенобиотиков и биологических загрязнений (патогенов, биополимеров).
9. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров
10. Хромато-масс-спектрометрия биоорганических молекул и ксенобиотиков
11. Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии. Спектроскопия ПМР. ЯМР-спектроскопия на других видах ядер.
12. Возможности применения метода ЯМР для анализа природных и биологически активных веществ.
13. Газовая, газожидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции.
14. Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография.
15. Применение хроматографии для анализа природных компонентов живых систем и ксенобиотиков
16. Методы экстракции и сорбции.
17. Подготовка проб сложных органических веществ к масс-спектрометрии и хроматографии.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация инструментальных методов исследования соединений. Связь изучаемой области с другими науками. Роль инструментального анализа в экологии.

2. Роль инструментальных методов исследования в науке, производстве и других областях хозяйственной деятельности человека – для решения экологических задач, медико-биологических задач, проблем биологической и химической безопасности.
3. Классификация инструментального анализа строения и реакционной способности соединений. Оптические методы изучения состава, строения и реакционной способности соединений. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения.
4. Методы определения состава. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный анализ. Пламенная фотометрия. Основные принципы и возможности методов. Аппаратурное оформление, использование в экологических целях.
5. Рентгеноструктурный анализ, его возможности для определения строения молекулярных структур, ограничения метода. Возможности определения абсолютных конфигураций. Описание заторможенных конформаций биополимеров.
6. Методы идентификации соединений. Спектрофотометрия видимой области спектра. УФ-Спектроскопия. ИК-спектроскопия. КР-Спектроскопия. Основные принципы и возможности методов. Пробоподготовка, инструментальный анализ.
7. Аппаратурное оформление и перспективы использования ИК-спектроскопии и КР-спектроскопии. Характеристические особенности спектров. Возможности применения методов для идентификации соединений. Связь строения молекул с спектральными характеристиками.
8. Аппаратурное оформление использования УФ-спектроскопии в экологии. Характеристические особенности спектров. Возможности применения методов для идентификации соединений.
9. Влияние строения молекул на спектральные характеристики. Использование УФ-спектроскопии в флуоресцентном анализе.
10. Люминесцентные методы анализа низкомолекулярных веществ, возможности метода, пробоподготовка. Пестициды, лекарственные препараты.
11. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы. Возможности метода ЯМР, виды ядер, их спиновые характеристики, магнитные моменты, понятие о гиромагнитном отношении. Аппаратурное оформление ЯМР-спектроскопии,
12. Основные принципы и возможности метода ЯМР, пробоподготовка при его использовании.
13. Виды спектров, параметры спектров: химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия, интегральная интенсивность. Характеристические сдвиги.
14. Спектроскопия ПМР, характеристические сдвиги. ЯМР-спектроскопия на других видах ядер.
15. Возможности применения метода ЯМР для идентификации природных и биологически активных соединений, достоинства и недостатки. Двойной резонанс, специальные эксперименты в ЯМР.
16. Исследование подвижных равновесий с применением методов ЯМР (динамическая ЯМР спектроскопия). Изучение кинетики химических процессов и превращений изомеров.
17. Применение ЯМР в медицине – томография магнитного резонанса. Контрастирующие препараты.
18. Хроматография. Теоретические основы хроматографии, виды сорбции. Газовая, газожидкостная хроматография. Основные принципы и возможности методов, виды детекции.
19. Хроматография. Основные принципы и возможности методов, пробоподготовка. Аппаратурное оформление и перспективы использования. Пробоподготовка и дериватизация малоустойчивых и нелетучих молекул.

20. Жидкостная хроматография. Бумажная хроматография, тонкослойная хроматография, колоночная хроматография. Аналитическая и препаративная высокоэффективная жидкостная хроматография.
21. Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия. Основы масс-спектрометрии. Аппаратурное оформление приборов, виды детекции ионов.
22. Масс-спектры соединений, методы идентификации соединений на основе масс-спектров. Спектры с отрицательной и положительной ионизацией. Масс-спектрометрия природных и биологически активных веществ. Модификации Малди, времяпролетная масс-спектрометрия.
23. Хромато-масс-спектрометрия как основной метод анализа экотоксикантов. Основные принципы и возможности метода. Пробоподготовка и дериватизация.
24. Инструментальные методы экологического мониторинга.

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 – 9 баллов (3 доклада по 3 балла), презентация – 8 баллов (2 по 4 балла), за выполнение теста – 10 баллов, за выполнение реферата – 8 баллов, за выполнение проекта -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 Определения глубокое понимание теоретического вопроса. даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	6-10
Магистрант обнаруживает незнание основных понятий и определений, не	0-5

умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	
--	--

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. Инструментальный анализ биологически активных веществ и лекарственных средств: учеб. пособие / Слепченко Г.Б., Дерябина В.И., Гиндуллина Т.М. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 198 с. – Текст: электронный. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=701660>
3. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 230 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/4608.html>
4. Писарев, О. А. Фракционирование биологически активных веществ. Аналитические и препаративные методы : учебное пособие / О. А. Писарев, И. В. Полякова. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. — 192 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83316.html>
5. 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>
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. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ : учеб.пособие для вузов / Иозеп А.А. [и др.]. - 3-е изд. - СПб. : Лань, 2020. - 356с. – Текст: непосредственный.
9. Щербакова, Ю. В. Химия биологически активных веществ : учебное пособие / Ю. В. Щербакова, А. Н. Акулов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 84 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95064.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/>

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.