

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161173	Физико-химические методы исследования функциональных материалов и биоактивных веществ

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Ресурсосберегающие методы и технологии функциональных материалов и биоактивных веществ	Код ОП 1. 19.04.01/33.06
Направление подготовки 1. Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 1. 19.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ельцов Олег Станиславович	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Утепова Ирина Александровна	доктор химических наук, доцент	Профессор	органической и биомолекулярной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Физико-химические методы исследования функциональных материалов и биоактивных веществ**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Физико-химические методы исследования функциональных материалов и биоактивных веществ» включает 3 дисциплины: «Использование оптических методов в исследовании материалов и биоактивных веществ», «ЯМР спектроскопия: теория и практика» «Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа». В модуле рассматриваются различные методики исследования структуры, свойств, строения и реакционной способности биоактивных веществ и функциональных материалов. Умение записывать и интерпретировать спектры ЯМР является необходимым условием применения на практике знаний, позволяющих создавать, определять строение и проводить экспертную оценку новых органических материалов. Курс сопровождается получением навыков практической работы на современном ЯМР спектрометре, с решением нетрадиционных экспериментальных задач в рамках проводимых НИР. Дисциплина имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Полученные в рамках изучения дисциплины знания по использованию ЯМР находят непосредственное применение в профессиональной деятельности в областях, смежных органической химии. Подробно рассматриваются физические основы метода ядерного магнитного резонанса, устройство современного импульсного Фурье-спектрометра, основные методики пробоподготовки образцов. Отдельно на лабораторном практикуме отрабатываются основные экспериментальные методики регистрации спектральных характеристик разных ядер в разных режимах, что позволяет получить исчерпывающую информацию об особенностях строения органических молекул. Приводятся современные данные по фундаментальным и прикладным аспектам изучаемых методов. В рамках курса осуществляется текущий контроль знаний. На практических занятиях студентам предлагаются задачи по интерпретации спектральных данных, соотнесению спектров по структурам, анализ смесей и структурных особенностей. В качестве исследуемых материалов применяются синтезированные студентами, магистрами и аспирантами органические вещества для научных исследований кафедры органической химии и технологии органического синтеза. В модуле рассматриваются различные методики исследования структуры, свойств, строения и реакционной способности органических веществ.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа	3
2	ЯМР спектроскопия: теория и практика	6
3	Использование оптических методов в исследовании материалов и биоактивных веществ	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-химические методы исследования функциональных материалов и биоактивных веществ 2. Современные аспекты теории получения биоактивных веществ 3. Моделирование биотехнологических производств

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Использование оптических методов в исследовании материалов и биоактивных веществ	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>

	<p>ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых ресурсосберегающих процессов и продуктов химического и биотехнологического производства</p>	<p>З-4 - Характеризовать физико-химические методы и приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов и биоактивных веществ</p> <p>У-4 - Разрабатывать методики экспериментов на современных физико-химических приборах</p> <p>П-4 - Осуществлять обоснованный выбор методов анализа структуры и свойств вещества</p>
<p>Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	<p>ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых ресурсосберегающих процессов и продуктов химического и биотехнологического производства</p>	<p>З-3 - Описывать методы и приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов и биоактивных веществ, выявлять области их применения</p> <p>У-3 - Регистрировать и обрабатывать результаты экспериментов на современных физико-химических приборах</p> <p>П-3 - Иметь опыт регистрации, обработки и обсуждения результатов физико-</p>

		химических экспериментов и подготовки отчетов
ЯМР спектроскопия: теория и практика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
	ПК-2 - Способен к планированию, организации и проведению научных исследований в области разработки новых ресурсосберегающих процессов и продуктов химического и биотехнологического производства	<p>З-2 - Характеризовать приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов</p> <p>У-2 - Применять законы химии при планировании, проведении исследования и обсуждении полученных результатов</p> <p>П-2 - Владеть навыком в области регистрации, обработки и обсуждения полученных результатов</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Хроматографические и масс-
спектрометрические методы анализа

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Забелина Ольга Николаевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	органической и биомолекулярной химии
2	Утепова Ирина Александровна	доктор химических наук, доцент	Профессор	органической и биомолекулярной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Забелина Ольга Николаевна, Доцент, УрФУ
- Утепова Ирина Александровна, Профессор, органической и биомолекулярной химии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основы теории хроматографии	Открытие метода хроматографии М. Цветом. Области применения. Аналитическая и препаративная хроматография. Газовая и жидкостная хроматография. Сорбент, элюент, удерживание, размывание, разделение.
P2	Тонкослойная хроматография	Аналитическое и препаративное применение тонкослойной хроматографии. Контроль хода реакции, контроль чистоты образца. Аналитические и препаративные пластины: производители, сорбенты, люминофоры. Rf. Подбор элюента. Хроматография бесцветных веществ: химическое проявление, контроль в ультрафиолетовом излучении.
P3	Препаративная колоночная хроматография	Область применения. Подбор сорбента и элюента. Временные параметры. Хроматограмма: время удерживания, удерживаемый объем, селективность, эффективность колонки, критерий разделения. Детектирование фракций: УФ-спектроскопия, кондуктометрия, рефрактометрия и др.
P4	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Классификация хроматографических методов: адсорбционная, ионообменная, гелепроникающая. Области применения. Размывание хроматографических зон. Зависимость параметров хроматограммы от строения вещества, природы сорбента и элюента
P5	Газовая хроматография	Область применения. Сорбент и элюент в газовой хроматографии. Детектирование пиков в ГХ.

P6	Высокоэффективная жидкостная хроматография (продолжение)	<p>Нормально-фазная хроматография. Немодифицированные нормально-фазные адсорбенты: оксид алюминия, силикагель (химия поверхности силикагеля). Модифицированные нормально-фазные адсорбенты. Примеры разделения.</p> <p>Обращённо-фазная хроматография. Химия поверхности силикагеля привитофазные сорбенты. Градиентный и изократический режимы разделения. Примеры разделения.</p>
P7	Ион-парная хроматография	Нормально-фазное и обращённофазное разделение. Привитые силикагели для ИПХ. Специфика элюентов для ИПХ.
P8	Ионообменная и аффинная хроматография	<p>Сорбенты для ионообменной хроматографии (катионообменные и анионообменные материалы) и примеры разделения.</p> <p>Хиральная хроматография: типы колонок и строение привитых хиральных веществ. Достоинства и недостатки хиральной хроматографии.</p>
P9	Модульный жид-костной хроматограф «Agilent 1200 Series»	Модульный жидкостной хроматограф «Agilent 1200 Series». Блок схема, Устройство градиентного насоса: плунжер, входной и выходной обратные клапаны, датчик давления. Устройство ввода образца: шприц дозатор, инжектор, автосамплер. Хроматографические колонки, монтаж, эксплуатация, устройство для их заполнения сорбентом, фильтры.
P10	Масс-спектрометрия	Основы метода масс-спектрометрии. Открытие метода масс-спектрометрии. Физические основы м-тода. Электронный удар или электронная ионизация. Физические основы масс-спектрометрического распада. Метастабильные ионы. Полуколичественная теория масс-спектрометрического распада. Правило Стивенсона-Одье. При-родное изотопное распределение элементов периодической системы Д.И. Менделеева.
P11	Система ввода образца	Принципиальная схема масс-спектрометра. Система ввода образца: баллон напуска, прямой ввод, мембранный ввод, хроматосасс-спектрометрия (ГХ-МС и ЖХ-МС), капиллярный электрофорез (CE/MS).
P12	Источники ионизации	Ионизация фотонами, химическая ионизация, химическая ионизация в отрицательном режиме (NICI), десорбционная (прямая) химическая ионизация. Полевая ионизация, полевая десорбция, плазменная десорбционная масс-спектрометрия, лазерная десорбционная масс-спектрометрия, бомбардировка быстрыми атомами. Химическая ионизация при атмосферном давлении, электрораспыление. Ультразвуковое распыление, матричная лазерная десорбционная ионизация, пиролизическая масс-спектрометрия.

P13	Ионооптическая система, принципы	Принципы передачи и фокусировки ионов в масс-спектрометрии, скиммеры и ионные воронки, квадруполь.
P14	Масс-детекторы	Магнитный секторный масс-спектрометр. Электростатический анализатор, Двухфокусный секторный масс-анализатор. Масс-спектрометрия высокого разрешения. Масс-спектрометрия с преобразованием Фурье (FT-MS). Квадрупольный анализатор, ионная ловушка, времяпролётный масс-анализатор, детектирование ионов.
P15	Тандемная масс-спектрометрия	Тандемная масс-спектрометрия: активация ионов соударением, фотодиссоциация, поверхностно-индуцированная диссоциация. Анализаторы массы в тандемной масс-спектрометрии: система квадруполей, магнитные секторные приборы, ионные ловушки, масс-спектрометрия с преобразованием Фурье. Приборы с продлённой и гибридной геометрией.
P16	Принципы рас-шифровки масс-спектров электронного удара, фрагментация положительно заряженных ионов	Основные направления фрагментации важнейших классов органических соединений: Алканы, алкены, алкины, алициклические углеводороды. Ароматические углеводороды, спирты, фе-нолы, тиолы, простые эфиры и сульфиды. Амины и фосфины. Алкилгалогениды, арилгалогениды. Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты и их производные. Нитрилы, изонитрилы, нитропроизводные, гидразины, оксимы и диазосоединения. Сульфоксиды, сульфоны, сульфокислоты. Элементарорганические соединения. Пептиды, белки.
P17	Фрагментация отрицательно заряженных ионов	Основные направления фрагментации отрицательно заряженных ионов важнейших классов органических соединений.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа

Электронные ресурсы (издания)

1. Бельская, , Н. П., Безматерных, , М. А.; Ядерный магнитный резонанс. Теория и практика. Часть 2 : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66234.html> (Электронное издание)
2. Бёккер, Ю., Ю.; Спектроскопия : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994> (Электронное издание)
3. Бёккер, , Ю.; Спектроскопия : учебник.; Техносфера, Москва; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/12735.html> (Электронное издание)
4. Бёккер, Ю., Ю., Курова, В. С.; Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза; РИЦ Техносфера, Москва; 2009;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89008> (Электронное издание)

5. Бёккер, Ю.; Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза : монография.; Техносфера, Москва; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/12749.html> (Электронное издание)

6. Хребтова, С. Б.; Физические методы исследования вещества: задания для самостоятельной работы студентов : учебное пособие. 1. Спектроскопия ЯМР и ЭПР; Московский педагогический государственный университет (МПГУ), Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472856> (Электронное издание)

7. Хребтова, С. Б.; Физические методы исследования вещества. Задания для самостоятельной работы студентов. Часть 1. Спектроскопия ЯМР и ЭПР : учебное пособие.; Московский педагогический государственный университет, Москва; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/70160.html> (Электронное издание)

8. Луков, В. В.; Физические методы исследования в химии : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (Электронное издание)

9. Каныгина, О. Н.; Физические методы исследования веществ : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539> (Электронное издание)

10. Зырянов, Г. В., Ельцова, О. С.; Исследование оптических свойств растворов органических соединений методом абсорбционной спектрофотометрии в видимом и ультрафиолетовом свете : методические указания.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106382.html> (Электронное издание)

11. Серов, Ю. М.; Хроматографические методы анализа : учебное пособие.; Российский университет дружбы народов, Москва; 2011; <http://www.iprbookshop.ru/11544.html> (Электронное издание)

12. ; Хроматографические методы анализа : учебное пособие.; Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, Ставрополь; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/76128.html> (Электронное издание)

13. Пругло, Г. Ф.; Хроматографические методы анализа : учебное пособие.; Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/102592.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Беккер, Ю., Казанцева, Л. Н., Пупышев, А. А., Полякова, М. В.; Спектроскопия; Техносфера, Москва; 2009 (5 экз.)

2. Беккер, Ю., Курова, В. С., Курганов, А. А.; Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза; Техносфера, Москва; 2009 (5 экз.)

3. Пентин, Ю. А., Вилков, Л. В.; Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия"; Мир : АСТ, Москва; 2003 (25 экз.)

4. Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии : Учебник для вузов.; Мир, Москва; 2003 (58 экз.)

5. Вилков, Л. В., Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : Учеб. для хим. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1989 (7 экз.)

6. Вилков, Л. В., Пентин, Ю. А.; Физические методы исследования в химии. Структурные методы и

оптическая спектроскопия : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1987 (11 экз.)

7. Вилков, Л. В.; Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия : [учебник для химических специальностей вузов].; Высшая школа, Москва; 1987 (8 экз.)

8. Прохорова, П. Е., Прохоров, Моржерин, Ю. Ю., Глухарева, Т. Г.; ЯМР-спектроскопия. Методы определения структуры органических соединений : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

<http://study.urfu.ru/info/umu.aspx> Портал информационно-образовательных ресурсов

<http://lib.urfu.ru/> Зональная научная библиотека

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

База данных Reaxys <https://www.reaxys.com/>

База данных Scifinder <http://www.scifinder.com/>

ЯМР центр <http://nmr.ioc.ac.ru/>

Mestrelab research <http://www.mestrelab.com/>

Химическая энциклопедия www.xumuk.ru

Именные реакции в органической химии <http://ru.wikipedia.org>, <http://en.wikibooks.org>

Электронный учебник по органической химии <http://www.alhimikov.net>

Федеральный центр образовательных ресурсов
<http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem4/link211.htm>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЯМР спектроскопия: теория и практика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ельцов Олег Станиславович	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ельцов Олег Станиславович, Доцент, технологии органического синтеза

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Теоретические основы метода ЯМР	<p>Открытие явления ядерного магнитного резонанса, основные этапы развития метода.</p> <p>Угловой момент количества движения. Магнитные моменты ядер. Поведение ядер в магнитном поле. Энергия ядер в магнитном поле, эффект Зеемана. Резонансная частота поглощения. Заселенность энергетических уровней. Магнитные свойства важных в отношении ЯМР ядер. Принципы ЯМР эксперимента. Условия резонанса, разрешенные энергетические переходы.</p> <p>Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса с постоянным магнитом. Резонансные частоты в ЯМР ^1H и ^{13}C.</p> <p>Импульсная (Фурье) ЯМР спектроскопия. Продолжительность импульса, ширина полосы, изменение амплитуды частотных компонент, мощность импульса. Процессы релаксации. Ларморова прецессия. Уравнение Блоха. Продольная и поперечная релаксации. Механизмы спин-решеточной и спин-спиновой релаксации.</p> <p>Выбор растворителя, подготовка и объем раствора образца. Требования к ампулам для регистрации спектров.</p>

P2	Спектроскопия ¹ H ЯМР	<p>Химический сдвиг. Диамагнитное экранирование ядер. Константа экранирования. Шкала δ. Миллионная доля. Зависимость химического сдвига от химического окружения. Индуктивный и мезомерный эффекты. Влияние диамагнитных кольцевых токов (экранирование и дезэкранирование)</p> <p>Интегрирование сигналов в спектрах ЯМР. Интегральные интенсивности спектров ЯМР. Интеграл. Точность интегрирования. Получение количественной информации из спектров ЯМР и основные области ее применения.</p> <p>Спин-спиновое взаимодействие. Причины расщепления сигналов. Правила мультиплетности. Треугольник Паскаля. Константы спин-спинового взаимодействия и факторы, влияющие КССВ протонов. Классификация спин-спиновых взаимодействий: геминальные, вицинальные, дальние.</p>
P3	Спектроскопия ЯМР ¹³ C и других ядер.	<p>Общие положения. Относительная чувствительность метода. Химический сдвиг в спектре ¹³C. Ширина спектра. Спин-спиновое взаимодействие ядер углерода и водорода.</p> <p>Спектры с: широкополосной развязкой от протонов, развязкой спинов "1H- off-resonance", "Gate Decoupling". Ядерный эффект Оверхаузера. Физические основы и использование ЯЭО в ЯМР спектроскопии.</p>
P4	Расшифровка мультиплетной структуры спектров ЯМР	<p>Открытие явления ядерного магнитного резонанса, основные этапы развития метода. Угловой момент количества движения. Магнитные моменты ядер. Поведение ядер в магнитном поле. Энергия ядер в магнитном поле, эффект Зеемана. Спин-спиновое взаимодействие. Причины расщепления сигналов. Правила мультиплетности. Треугольник Паскаля. Константы спин-спинового взаимодействия и факторы, влияющие КССВ протонов. Классификация спин-спиновых взаимодействий: геминальные, вицинальные, дальние.</p> <p>Резонансная частота поглощения. Заселенность энергетических уровней. Магнитные свойства важных в отношении ЯМР ядер. Принципы ЯМР эксперимента. Условия резонанса, разрешенные энергетические переходы.</p>
P5	Импульсная и Фурье-спектроскопия	<p>Интегрирование сигналов в спектрах ЯМР. Интегральные интенсивности спектров ЯМР. Интеграл. Точность интегрирования. Получение количественной информации из спектров ЯМР и основные области ее применения. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса с постоянным магнитом.</p> <p>Запись одномерных спектров на ядрах ¹H, ¹³C, ¹⁹F, ³¹P. Спектры с: широкополосной развязкой от протонов, развязкой спинов "1H- off-resonance", "Gate Decoupling". Ядерный эффект Оверхаузера. Физические основы и использование ЯЭО в ЯМР спектроскопии. 1D NOE эксперименты, селективное подавление сигналов. Количественные эксперименты.</p>

Р6	Двумерная спектроскопия ЯМР	Общие положения двумерной спектроскопии. 2D COSY, NOESY эксперименты – интерпретация, техника проведения. 2D HMBС, HSQC эксперименты – интерпретация, техника проведения, использование в определении структуры органических соединений.
----	-----------------------------	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ЯМР спектроскопия: теория и практика

Электронные ресурсы (издания)

1. Агишев, А. Ш.; Основы квантовой механики и ЯМР-спектроскопии : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258680> (Электронное издание)
2. ; Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях : монография.; КРАСАНД, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469648> (Электронное издание)
3. Роберте, Д., Д., Блюменфельд, Л. А.; Ядерный магнитный резонанс : монография.; Изд-во иностр. лит., Москва; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222467> (Электронное издание)
4. Бельская, , Н. П., Безматерных, , М. А.; Ядерный магнитный резонанс. Теория и практика. Часть 2 : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/66234.html> (Электронное издание)
5. Полуэктова, , В. А.; Физико-химические методы анализа : учебное пособие.; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, Белгород; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/92304.html> (Электронное издание)
6. , Иванова, Е. В., Власова, Ю. Н., Никишина, М. Б., Шахкельдян, И. В., Атрощенко, Ю. М., Бойкова, О. И.; Физико-химические методы анализа органических веществ : учебно-методическое пособие. 1. Оптические методы анализа; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571295> (Электронное издание)
7. Устынюк, Ю. А.; Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса : курс лекций. 1. Вводный курс; Техносфера, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444862> (Электронное издание)
8. Устынюк, , Ю. А.; Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1 (вводный курс); Техносфера, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/58860.html> (Электронное издание)
9. Бакулев, , В. А., Ельцов, , О. С.; Основы научного исследования : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/65958.html> (Электронное издание)
10. Гржегоржевский, К. В.; Основы молекулярной спектроскопии: спектры оптического поглощения и люминесценции, применение в изучении полиоксометаллатных нанокластеров : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696667> (Электронное издание)

11. Сергеев, Н. А.; Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография.; Логос, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233789> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Лундин, А. Г.; ЯРМ-спектроскопия; Наука, Москва; 1986 (7 экз.)
2. Винтер, Скроцкий, Г. В.; Магнитный резонанс в металлах; Мир, Москва; 1976 (5 экз.)
3. Прохорова, П. Е., Прохоров, Моржерин, Ю. Ю., Глухарева, Т. Г.; ЯМР-спектроскопия. Методы определения структуры органических соединений : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (3 экз.)
4. Гюнтер, Х.; Введение в курс спектроскопии ЯМР.; Мир, Москва; 1984 (4 экз.)
5. Калабин, Г. А., Галицкая, Л. И.; Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки; Химия, Москва; 2000 (3 экз.)
6. Ионин, Б. И., Ершов, Б. А.; ЯМР-спектроскопия в органической химии; Химия, Ленинградское отделение, Ленинград; 1983 (4 экз.)
7. Эрнст, Р., Салихов, К. М.; ЯМР в одном и двух измерениях; Мир, Москва; 1990 (4 экз.)
8. Керрингтон, А.; Магнитный резонанс и его применение в химии; Мир, Москва; 1970 (10 экз.)
9. Эндрю, Э., Померанцев, Н. М., Скубур, Е. Н., Лазукин, В. Н.; Ядерный магнитный резонанс; Иностранная литература, Москва; 1957 (5 экз.)
10. Лундин, А. Г., Петраковский, Г. А.; Ядерный магнитный резонанс. Основы и применения; Наука, Сибирское отделение, Новосибирск; 1980 (6 экз.)
11. , Бородин, П. М.; Ядерный магнитный резонанс : учебное пособие.; Издательство Ленинградского университета, Ленинград; 1982 (4 экз.)
12. Преч, Э., Тарасевич, Б. Н.; Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных; Мир, Москва; 2006 (3 экз.)
13. Блюмих, Блюмих Б., Агапова, Н. Е.; Основы ЯМР; Техносфера, Москва; 2007 (2 экз.)
14. Пентин, Ю. А., Курамшина, Г. М.; Основы молекулярной спектроскопии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия и направлению 510500 - Химия.; Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2008 (1 экз.)
15. , Черныш, Ю. Е., Бородкин, Г. С., Лукьянов, Б. С., Коробков, М. С., Вдовиченко, В. Ю., Станкевич, Н. В., Федин, Э. И.; Селективная Фурье-спектроскопия ЯМР и ее приложение к исследованию процессов молекулярной динамики; СКНЦ ВШ, Ростов н/Д; 2002 (2 экз.)
16. , Федин, Э. И.; Селективная Фурье-спектроскопия ЯМР и ее приложение к исследованию процессов молекулярной динамики; Изд-во СКНЦ ВШ, Ростов-на-Дону; 2002 (2 экз.)
17. Калабин, Г. А., Галицкая, Л. И.; Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки; Химия, Москва; 2000 (3 экз.)
18. Эрнст, Р., Салихов, К. М.; ЯМР в одном и двух измерениях; Мир, Москва; 1990 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://study.urfu.ru/info/umu.aspx> Портал информационно-образовательных ресурсов

<http://lib.urfu.ru/> Зональная научная библиотека

<http://www.scopus.com/> (библиографическая и реферативная база данных компании Elsevier)

<http://elibrary.ru/> (научная электронная библиотека)

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

www.ximuk.ru Химическая энциклопедия

<http://ru.wikipedia.org> – Именные реакции в органической химии

<http://en.wikibooks.org>

<http://stavrop.fcior.edu.ru> - Федеральный центр образовательных ресурсов.

Спектроскопия органических веществ: <http://www.all-library.com/obrazovanie/fizika/54922-spektroskopiya-organicheskix-veshhestv.html>

Учебные пособия - <http://old.kpfu.ru/f7/index.php?id=9>

Физические методы исследования в химии - <http://lib.mexmat.ru/books/11037>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ЯМР спектроскопия: теория и практика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) Google Chrome

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>

		Подключение к сети Интернет	
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Использование оптических методов в
исследовании материалов и биоактивных
веществ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зырянов Григорий Васильевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	органической и биомолекулярной химии
2	Утепова Ирина Александровна	доктор химических наук, доцент	Профессор	органической и биомолекулярной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 2 от 10.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зырянов Григорий Васильевич, Профессор, органической и биомолекулярной химии
- Утепова Ирина Александровна, Профессор, органической и биомолекулярной химии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Введение
P1T1	Классификация методов	Прямая и обратная задача физико-химических методов. Понятие оптического спектра. Природа электромагнитного излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Основные характеристики излучения (длина волны, частота, волновое число). Понятие спектральной линии и ее характеристики (положение, интенсивность, ширина). Электромагнитный спектр. Классификация оптических методов. Атомная эмиссия, атомная абсорбция, атомная флуоресценция.
P1T2	Области применения оптических методов	Физические модели атомов и молекул. Методы определения физических свойств. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи. Понятие корректно и некорректно поставленных задач в математике. Общая характеристика и классификация методов. Фотометрические и спектрофотометрические (спектроскопические) методы. Энергетические характеристики различных оптических методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.
P2	ИК-Спектроскопия органических молекул	Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Квантово-механический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Правила отбора

		и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Использование изотопических разновидностей молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов в химии. Специфичность колебательных спектров. Квантово-химический расчет спектров колебательной спектроскопии
Р3	УФ-Спектроскопия	Эмиссионная УФ спектроскопия. Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. Принцип Франка-Кондона. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях. Классификация и отнесение электронных переходов. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора и нарушения запрета. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах. Квантово-химический расчет электронных спектров.
Р4	Эмиссионная спектроскопия	Эмиссионная спектроскопия
Р4Г1	Флуоресцентная спектроскопия органических молекул	Теоретические основы люминесценции. Флуоресценция. Фосфоресценция. Флуоресцентные спектрометры. Параметры измерения при флуориметрии. Флуоресцентные спектры. Флуоресценция с разрешением во времени
Р4Г2	Люминесцентная спектроскопия органических молекул	Люминесцентный анализ. Теория молекулярной люминесценции. Возбуждение молекул. Деактивация возбужденных молекул. Флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции. Замедленная флуоресценция. Интенсивность люминесценции и зависимость ее от концентрации люминофора. Статическое и динамическое тушение люминесценции. Пути деактивации возбужденных молекул при динамическом тушении. Эксплексы. Сенсibilизированная люминесценция. Концентрационное тушение. Эксимеры. Люминесценция и молекулярная структура. Люминесценция органических веществ и комплексов металлов с неорганическими и органическими лигандами. Рекомбинационная люминесценция кристаллофосфоров.
Р4Г3	Органические флуорофоры	Важнейшие люминесцентные органические реагенты. Использование люминесценции кристаллофосфоров. Косвенные методы анализа. Низкотемпературная люминесценция. Производная флуоресцентная спектрометрия. Флуоресцентная спектрометрия с синхронным возбуждением. Фосфориметрия с временным разрешением. Фазочувствительный метод регистрации флуоресценции
Р5	Оптическая микроскопия	Оптическая микроскопия. Понятия и термина. Типы и виды микроскопов. Классы микроскопов. Области применения.

		Виды микроскопии. Применение оптической микроскопии для анализа органических молекул
Р6	Методы светорассеивания	Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Основные понятия и формулы. Основные направления применения методов. Статическое и динамическое светорассеивание. Основные понятия и принципы. Применение методов для анализа макромолекул. Использование методов светорассеивания для анализа органических молекул
Р7	Использование дисперсия оптического вращения для анализа органических молекул	Дисперсия оптического вращения. Круговая поляризация луча света. Вращение плоскости поляризации плоскополяризованного света. Спиральная модель оптической активности. Вращательная сила перехода. Условия вращения плоскости поляризации. Дисперсия оптического вращения. Эффект Коттона - аномальная дисперсия. Схема эксперимента. Применения к изучению конфигурации и конформации оптически активных веществ. Правило октантов. Оптический круговой дихроизм Уравнение поглощения света. Коэффициент экстинкции и молярного поглощения. Эллиптическая поляризация света. Зависимость оптического кругового дихроизма от длины волны. Схема измерений кругового дихроизма. Область применения в стереохимии и электронном строении оптически активных веществ. Сравнение с дисперсией оптического вращения и УФ спектроскопией.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Использование оптических методов в исследовании материалов и биоактивных веществ

Электронные ресурсы (издания)

1. ; ИК-спектроскопия в анализе полимеров: лабораторный практикум : практикум.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601478> (Электронное издание)
2. Позднякова, , С. А.; Теория и техника современного физического эксперимента : учебно-методическое пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/68177.html> (Электронное издание)
3. Слюсарева, , Е. А.; Оптическая спектроскопия. Сложные молекулы : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84270.html> (Электронное издание)
4. Шиповская, , А. Б.; Полисахаридные матрицы в люминесцентном анализе экотоксикантов;

Издательство Саратовского университета, Саратов; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/94710.html> (Электронное издание)

5. ; Спектральные методы анализа органических соединений : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498983> (Электронное издание)

6. , Иванова, Е. В., Власова, Ю. Н., Хлыгин, Н. В., Никишина, М. Б., Шахкельдян, И. В., Атрощенко, Ю. М.; Спектральные методы анализа лекарственных препаратов : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498982> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Грибов, Л. А., Баранов, В. И., Эляшберг, М. Е.; Безталонный молекулярный спектральный анализ. Теоретические основы; Едиториал УРСС, Москва; 2002 (4 экз.)

2. , Буянова, Е. С.; Спектральный анализ : метод. указ. к лаб. работам по спецкурсу "Оптические методы анализа" для студентов 4 курса дневной формы обучения.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2005 (35 экз.)

3. , Буянова, Е. С., Емельянова, Ю. В.; Спектрофотометрический анализ : метод. указ. к лаб. работам по спецкурсу "Оптические методы анализа" для студентов 4 курса дневной формы обучения.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2005 (35 экз.)

4. , Буянова, Е. С., Емельянова, Ю. В.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : вопросы и решение задач.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2008 (100 экз.)

5. Буянова, Е. С.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : [учеб. пособие для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (100 экз.)

6. , Буянова, Е. С., Емельянова, Ю. В., Осинцева, Е. В.; Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов : [руководство к лабораторному практикуму.]; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2008 (98 экз.)

7. Смит, А. Л., Мальцев, А. А., Тарасевич, Б. Н.; Прикладная ИК-спектроскопия. Основы, техника, аналитическое применение; Мир, Москва; 1982 (6 экз.)

8. Смит, А., Тарасевич, Б. Н., Мальцев, А. А.; Прикладная ИК-спектроскопия : основы, техника, аналитическое применение.; Мир, Москва; 1982 (2 экз.)

9. Гришаева, Т. И.; Методы люминесцентного анализа : [учеб. пособие для вузов].; НПО "Профессионал", Санкт-Петербург; 2003 (15 экз.)

10. Столяров, К. П.; Введение в люминесцентный анализ неорганических веществ; Химия, Ленинградское отделение, [Ленинград]; 1967 (4 экз.)

11. , Селеменев, В. Ф., Семенов, В. Н.; Спектральные методы анализа : практическое руководство.; Лань, Санкт-Петербург; 2014 (31 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://study.urfu.ru/info/umu.aspx> Портал информационно-образовательных ресурсов

<http://lib.urfu.ru/> Зональная научная библиотека

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

www.ximuk.ru Химическая энциклопедия

<http://ru.wikipedia.org> – Именные реакции в органической химии

<http://en.wikibooks.org>

<http://stavrop.fcior.edu.ru> - Федеральный центр образовательных ресурсов.

Спектроскопия органических веществ: <http://www.all-library.com/obrazovanie/fizika/54922-spektroskopiya-organicheskix-veshhestv.html>

Учебные пособия - <http://old.kpfu.ru/f7/index.php?id=9>

Физические методы исследования в химии - <http://lib.mexmat.ru/books/11037>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Использование оптических методов в исследовании материалов и биоактивных веществ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия) Google Chrome

		Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)</p> <p>Google Chrome</p>