

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
1157974	Физико-химические методы анализа органических веществ

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 2. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 3. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки	<b>Код ОП</b> 1. 04.04.01/33.05 2. 18.04.01/33.12 3. 19.04.01/33.07
<b>Направление подготовки</b> 1. Химия; 2. Химическая технология; 3. Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 04.04.01; 2. 18.04.01; 3. 19.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ельцов Олег Станиславович	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Зырянов Григорий Васильевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	органической и биомолекулярной химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физико-химические методы анализа органических веществ

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ОП по выбору студента и включает в себя дисциплины: «Использование оптических методов исследования органических веществ», «Ядерно-магнитный резонанс: теория и практика». 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	Использование оптических методов исследования органических веществ	3
2	Ядерно-магнитный резонанс: теория и практика	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Информационно-аналитические методы в науке, медицине, фармацевтике и образовании

	2. Основные аспекты в синтезе лекарственных веществ
--	---

**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 исследования органических веществ	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств	З-1 - Характеризовать физико-химические методы и приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов и лекарственных средств

<p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>У-1 - Разрабатывать методики экспериментов на современных физико-химических приборах</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов анализа структуры и свойств вещества</p>
<p>ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-1 - Характеризовать физико-химические методы и приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов и лекарственных средств</p> <p>У-1 - Разрабатывать методики экспериментов на современных физико-химических приборах</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов анализа структуры и свойств вещества</p>
<p>ПК-2 - Способен определять направления научных исследований и разработок для создания новых лекарственных средств</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-1 - Характеризовать физико-химические методы и приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов и лекарственных средств</p> <p>У-1 - Разрабатывать методики экспериментов на современных физико-химических приборах</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов анализа структуры и свойств вещества</p>
<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные приборы и оборудование современной лаборатории</p> <p>З-4 - Перечислить современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии</p> <p>У-3 - Обосновывать применение различных методик измерений и обработки экспериментальных данных</p> <p>У-4 - Выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести</p>

<p><b>биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>экспериментальное исследование, провести интерпретацию данных</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с приборами и оборудованием в современной лаборатории</p> <p>П-4 - Предлагать методы определения структуры органических соединений</p>
<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные приборы и оборудование современной лаборатории</p> <p>З-4 - Перечислить современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии</p> <p>У-3 - Обосновывать применение различных методик измерений и обработки экспериментальных данных</p> <p>У-4 - Выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию данных</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с приборами и оборудованием в современной лаборатории</p> <p>П-4 - Предлагать методы определения структуры органических соединений</p>
<p>ПК-9 - Способен создавать научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ бакалавриата и дополнительного профессионального обучения</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные приборы и оборудование современной лаборатории</p> <p>З-4 - Перечислить современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии</p> <p>У-3 - Обосновывать применение различных методик измерений и обработки экспериментальных данных</p> <p>У-4 - Выбирать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию данных</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с приборами и оборудованием в современной лаборатории</p>

		П-4 - Предлагать методы определения структуры органических соединений
Ядерно-магнитный резонанс: 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 общетехнических наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общетехнических 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 общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук</p>
	<p>ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-4 - Характеризовать приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов</p> <p>У-4 - Применять законы химии при планировании, проведении исследования и обсуждении полученных результатов</p> <p>П-4 - Владеть навыком в области регистрации, обработки и обсуждения полученных результатов</p>
	<p>ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-4 - Характеризовать приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов</p> <p>У-4 - Применять законы химии при планировании, проведении исследования и обсуждении полученных результатов</p> <p>П-4 - Владеть навыком в области регистрации, обработки и обсуждения полученных результатов</p>

<p>ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с поставленной задачей</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-4 - Характеризовать приборы, применяемые при изучении строения и свойств химических материалов</p> <p>У-4 - Применять законы химии при планировании, проведении исследования и обсуждении полученных результатов</p> <p>П-4 - Владеть навыком в области регистрации, обработки и обсуждения полученных результатов</p>
<p>ПК-8 - Способен координировать деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-2 - Описывать методы изучения строения и свойств органических материалов</p> <p>У-2 - Работать на современной научной аппаратуре при проведении химических экспериментов, регистрировать и обрабатывать результаты химических экспериментов</p> <p>П-2 - Владеть навыком работы на современной физико-химической аппаратуре</p>
<p>ПК-8 - Способен координировать деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>З-2 - Описывать методы изучения строения и свойств органических материалов</p> <p>У-2 - Работать на современной научной аппаратуре при проведении химических экспериментов, регистрировать и обрабатывать результаты химических экспериментов</p> <p>П-2 - Владеть навыком работы на современной физико-химической аппаратуре</p>
<p>ПК-8 - Способен координировать</p>	<p>З-2 - Описывать методы изучения строения и свойств органических материалов</p>



	<p>деятельность соисполнителей и организовать выполнение научно-исследовательских работ в лаборатории предприятия</p> <p><b>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</b></p>	<p>У-2 - Работать на современной научной аппаратуре при проведении химических экспериментов, регистрировать и обрабатывать результаты химических экспериментов</p> <p>П-2 - Владеть навыком работы на современной физико-химической аппаратуре</p>
--	---	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Использование оптических методов**  
**исследования органических веществ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2022 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
<b>Р3</b>	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.
<b>Р4</b>	Эмиссионная спектроскопия	Эмиссионная спектроскопия
<b>Р4Т1</b>	Флуоресцентная спектроскопия органических молекул	Теоретические основы люминесценции. Флуоресценция. Фосфоресценция. Флуоресцентные спектрометры. Параметры измерения при флуориметрии. Флуоресцентные спектры. Флуоресценция с разрешением во времени
<b>Р4Т2</b>	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. Эксиплексы. Сенсibilизированная люминесценция. Концентрационное тушение. Эксимеры. Люминесценция и молекулярная структура. Люминесценция органических веществ и комплексов металлов с неорганическими и органическими лигандами. Рекомбинационная люминесценция кристаллофосфоров.
<b>Р4Т3</b>	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

P5	Оптическая микроскопия	Оптическая микроскопия. Понятия и термина. Типы и виды микроскопов. Классы микроскопов. Области применения. Виды микроскопии. Применение оптической микроскопии для анализа органических молекул
P6	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
P7	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 .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Использование оптических методов исследования органических веществ

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; ИК-спектроскопия в анализе полимеров : лабораторный практикум. учебное пособие.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/88426.html> (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)

издание)

4. Шиповская, А. Б.; Полисахаридные матрицы в люминесцентном анализе экотоксикантов; Издательство Саратовского университета, Саратов; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/94710.html> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Грибов, Л. А., Баранов, В. И., Эляшберг, М. Е.; Безэталонный 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.; Изд-во Урал. ун-та, 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 : [рук. к лаб. практикуму.]; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2008 (99 экз.)

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

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

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

10. 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](http://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 исследования органических 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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		Google Chrome	
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>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Ядерно-магнитный резонанс: теория и**  
**практика**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2022 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 <math>^1\text{H}</math> и <math>^{13}\text{C}</math>.</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 $^1\text{H}$ ЯМР	<p>Химический сдвиг. Диамагнитное экранирование ядер. Константа экранирования. Шкала <math>\delta</math>. Миллионная доля.</p>

		<p>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>
<b>РЗ</b>	Спектроскопия ЯМР <sup>13</sup> C и других ядер	<p>Общие положения. Относительная чувствительность метода. Химический сдвиг в спектре <sup>13</sup>C. 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>

### 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

### **Ядерно-магнитный резонанс: теория и практика**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Агишев, А. Ш.; Основы квантовой механики и ЯМР-спектроскопии : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/62521.html> (Электронное издание)
2. 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)
3. Устынюк, Ю. А.; Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1 (вводный курс); Техносфера, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/58860.html> (Электронное издание)
4. 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)
5. 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)

### **Печатные издания**

1. Лундин, А. Г.; ЯРМ-спектроскопия; Наука, Москва; 1986 (7 экз.)
2. Винтер, Скромский, 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 (6 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. Лундин, А. Г.; ЯМР-спектроскопия; Наука, Москва; 1986 (4 экз.)
8. Эрнст, Р., Салихов, К. М.; ЯМР в одном и двух измерениях; Мир, Москва; 1990 (4 экз.)
9. Керрингтон, А.; Магнитный резонанс и его применение в химии; Мир, Москва; 1970 (10 экз.)
10. Эндрю, Э., Померанцев, Н. М., Скубур, Е. Н., Лазукин, В. Н.; Ядерный магнитный резонанс; Иностранная литература, Москва; 1957 (5 экз.)
11. Лундин, А. Г.; Ядерный магнитный резонанс: Основы и применения; Наука, Новосибирск; 1980 (6 экз.)
12. , Бородин, П. М.; Ядерный магнитный резонанс : учебное пособие.; Издательство Ленинградского университета, Ленинград; 1982 (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

### **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.xumuk.ru](http://www.xumuk.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

#### Ядерно-магнитный резонанс: 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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Google Chrome	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Google Chrome</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>