

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.05.2024 14:42:57  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса  
Лумумбы»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЯМР органических соединений**

(наименование дисциплины/модуля)

---

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**04.04.01 «Химия»**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

---

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**«Химия органических соединений»**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

---

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «ЯМР органических соединений» является формирование у студентов навыков установления структур сложных органических соединений при помощи расшифровки спектров ядерного магнитного резонанса (далее ЯМР) в программе Триал, позволяющие производить редактирование фидов. Данные навыки имеют колоссальное прикладное значение, поскольку каждый химик-синтетик стоит перед задачей установления и доказательства структуры, полученных в ходе эксперимента данных. Наибольшее внимание уделяется спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  органических соединений.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «ЯМР органических соединений» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.3. Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.
ОПК-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач	ОПК-3.3. Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием.

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	профессиональной деятельности	
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.
ПК-2	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-2.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными;
		ПК-2.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «ЯМР органических соединений» относится к вариативной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «ЯМР органических соединений».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области	Экспериментальные методы исследования в органической химии Методы органической химии Теоретическая органическая химия	Химия природных соединений Основы дизайна лекарственных препаратов Масс-спектрометрия органических соединений Химия гетероциклических

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
	химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	Основы биотехнологии Научно-исследовательская работа	соединений Сtereoхимия Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Экспериментальные методы исследования в органической химии Методы органической химии Теоретическая органическая химия Научно-исследовательская работа Экспериментальные методы исследования в органической химии	Основы дизайна лекарственных препаратов Химия гетероциклических соединений Stereoхимия Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ОПК-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	Экспериментальные методы исследования в органической химии Теоретическая органическая химия Основы биотехнологии	Основы дизайна лекарственных препаратов Масс-спектрометрия органических соединений Stereoхимия Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Экспериментальные методы исследования в органической химии Основы биотехнологии Научно-исследовательская работа	Масс-спектрометрия органических соединений Основы дизайна лекарственных препаратов Химия гетероциклических соединений Stereoхимия Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ПК-2	Способен на основе критического анализа результатов	Методика работы с базами данных The method of working	Химия природных соединений Масс-спектрометрия

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	with databases Научно-исследовательская работа Экспериментальные методы исследования в органической химии	органических соединений Основы дизайна лекарственных препаратов Химия гетероциклических соединений Стереохимия Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «ЯМР органических соединений» составляет 3 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54		
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36		36		
Лабораторные работы (ЛР)	18		18		
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	36		36		
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18		
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач.ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Введение и теоретические основы метода ЯМР	Тема 1.1. ЯМР спектроскопия и её место среди физических методов изучения процессов и продуктов органической химии. Элементы теории явления ЯМР.	ЛК, ЛР
	Тема 1.2. История развития метода (И. Раби, Ф. Блох, Э. Пёрселл). Спиновые числа и магнитный момент атомов, эффект Зеемана, Ларморовские частоты.	ЛК, ЛР
	Тема 1.3. Условия магнитного резонанса. Спад свободной индукции. Времена продольной и поперечной релаксации.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 2. Строение ЯМР-спектрометра	Тема 2.1. Виды ЯМР-спектрометров. Принципиальная схема работы аппарата. Возможности.	ЛК, ЛР
	Тема 2.2. Описание метода проведения анализа, выходные данные, полученные после снятия спектра.	ЛК, ЛР
Раздел 3. Параметры спектров ЯМР <sup>1</sup> H и <sup>13</sup> C	Тема 3.1. Применяющиеся растворители, внутренний и внешний стандарты. Параметры спектров ЯМР, их информативность. Ширина и интенсивность линии ЯМР.	ЛК, ЛР
	Тема 3.2. Интегрирование. Химический сдвиг. Химические сдвиги ядер <sup>1</sup> H и <sup>13</sup> C органических молекул.	ЛК, ЛР
	Тема 3.3. Понятие о тонкой структуре спектров ЯМР <sup>1</sup> H и <sup>13</sup> C, КССВ. Спин-спиновое взаимодействие.	ЛК, ЛР
Раздел 4. Особенности ЯМР различных классов органических соединений	Тема 4.1. Характеристичные сигналы в протонных и углеродных спектрах алкенов, алкинов, аренов, карбоновых кислот и карбонильных соединений. Их использование для установления структуры.	ЛК, ЛР
Раздел 5. Программа Триал	Тема 5.1. Ознакомление и основные приемы работы в программах Триал: фурье-преобразование спектров, настройка фаз 1-ого и 2-ого порядков, интегрирование, соотнесение сигналов, редактирование спектров и т.д.	ЛК, ЛР
Раздел 6. Расшифровка <sup>1</sup> H спектров неизвестных соединений	Тема 6.1. Преобразование фидов ЯМР <sup>1</sup> H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по данным	ЛК, ЛР
Раздел 7. Расшифровка <sup>13</sup> C спектров неизвестных соединений	Тема 7.1. Преобразование фидов ЯМР <sup>1</sup> H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по данным ЯМР <sup>13</sup> C.	ЛК, ЛР
Раздел 8. Расшифровка спектров неизвестных соединений по совокупности данных ЯМР.	Тема 8.1. Преобразование фидов ЯМР <sup>1</sup> H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по совокупности данных ЯМР <sup>1</sup> H и <sup>13</sup> C с учётом величин КССВ.	ЛК, ЛР

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: ИК-фурье спектрометр BRUKER "MPA", хромато-масс-спектрометр FOCUS-DSQ с турбомолекулярным насосом 250л/с, газовый баллон (гелий), вытяжной шкаф, кондиционер, компьютер, имеется wi-fi В ЯМР спектроскопии используются приборы Научно-образовательного центра коллективного пользования РУДН: <a href="http://www.rudn.ru/index.php?pages=5972">http://www.rudn.ru/index.php?pages=5972</a> , а также ЦКП (НОЦ) РУДН: <a href="http://ссп.rudn.ru/?pages=940">http://ссп.rudn.ru/?pages=940</a> . Лабораторные работы проводятся в здании ЦКП (НОЦ) РУДН под руководством сотрудников центра, которые оснащены ЯМР-спектрометрами Jeol «JNM-ECA 600» и Jeol «JNM-ECA 400».
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

1. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. М.: Мир, 1981.

*Дополнительная литература:*

1. Зайцев Б.Е. Основы ЯМР-спектроскопии: Конспект лекций / Б.Е. Зайцев. - М.: Изд-во РУДН, 2009.
2. Эрнст Р., Боденхаузен Дж., Вокаун А. ЯМР в одном и двух измерениях: Пер. с англ. под ред. К. М. Салихова, М.: Мир, 1990.
3. Сергеев Н. М. Спектроскопия ЯМР (для химиков органиков): М.: Издательство МГУ, 1981.
4. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М.: Мир, 1992.
5. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР: Пер. с англ. М.: Мир, 1984.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН им. П. Лумумбы и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН им. П. Лумумбы – ЭБС РУДН им. П. Лумумбы <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru:8080/MegaPro/Web>
- База данных Scopus <https://www.scopus.com/>
- База данных Web of Science [http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=N1cZ3JYECIUJdm14VTK&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=N1cZ3JYECIUJdm14VTK&preferencesSaved=)
- Organic Chemistry Portal <http://www.organic-chemistry.org/>
- База данных Reaxys <https://www.reaxys.com/reaxys/secured/search.do>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «ЯМР органических соединений».
2. Лабораторный практикум по дисциплине «ЯМР органических соединений».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**



## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «ЯМР органических соединений» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН им. П. Лумумбы (положения/порядка).

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

**Доцент кафедры  
органической химии**

**Зубков Ф.И.**

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:  
Кафедра органической химии**

**Воскресенский Л.Г.**

---

Наименование БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:  
Декан ФФМиЕН,  
заведующий кафедрой  
органической химии**

**Воскресенский Л.Г.**

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.