

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

*Факультет физико-математических и естественных наук*

Рекомендовано МССН  
по направлению 04.00.00 «Химия»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**04.04.01 «ХИМИЯ»**

**Направленность программы (профиль)**

**«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины.

Теоретическая органическая химия является одной из важнейших составных частей органической химии. Она ставит главной целью научить студента основным понятиям теоретической органической химии, четкому пониманию возможности использования этих понятий для решения конкретных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Теоретическая органическая химия» относится к вариативной части блока 1 учебного плана по направлению 04.04.01 и является дисциплиной модуля 1 по выбору. Для успешного освоения дисциплины учащийся магистратуры обязан иметь базовые знания на уровне бакалавра. Теоретическая органическая химия является фундаментальной основой современной органической химии. В свою очередь, химия является важнейшей составной частью естествознания. Поэтому знание теории химических процессов и моделей взаимодействия данных систем используют для решения самого широкого круга современных научных и технических задач.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Актуальные задачи современной химии Домино-реакции в синтезе гетероциклов ЯМР органических соединений Молекулярный спектральный анализ Методика работы с БД Химия гетероциклических соединений Масс-спектрометрия органических соединений Стереохимия Основы дизайна ЛП Экспериментальные методы исследования в химии Химия природных соединений Основы биотехнологии НИР Преддипломная практика
Профессиональные компетенции			
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук		Актуальные задачи современной химии Домино-реакции в синтезе гетероциклов ЯМР органических соединений Молекулярный спектральный анализ Методика работы с БД Химия гетероциклических соединений Масс-спектрометрия органических соединений Стереохимия Основы дизайна ЛП Основы биотехнологии Экспериментальные методы исследования в химии Основы биотехнологии НИР Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить		Актуальные задачи современной химии

патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук		Домино-реакции в синтезе гетероциклов ЯМР органических соединений Молекулярный спектральный анализ Методика работы с БД Химия гетероциклических соединений Масс-спектрометрия органических соединений Стереохимия Основы дизайна ЛП Основы биотехнологии Экспериментальные методы исследования в химии Основы биотехнологии НИР Преддипломная практика
---	--	--

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные теоретические понятия органической химии (химическая связь, электронные эффекты и методы их количественной оценки, кислотно-основные свойства); типы промежуточных частиц в органических реакциях; общие подходы к установлению механизмов органических процессов и механизмы наиболее важных типов химических реакций.

**Уметь:** самостоятельно ставить задачу установления механизма химического превращения, выбирать и формулировать подходы к решению поставленной задачи как теоретические, так и экспериментальные, обсуждать полученные результаты и вести научную дискуссию.

**Владеть:** основами фундаментальных разделов органической химии и умением использовать их в профессиональной деятельности;  
 способностью анализировать и обсуждать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения;  
 иметь представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической органической химии.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		I			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
В том числе:					
<i>Лекции</i>	36	36			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>			
Общая трудоемкость	час	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>1</b>	Химическая связь в органических соединениях. Свойства ковалентной связи	Типы химических связей. Гибридизация. Локализованные и делокализованные химические связи. Многоцентровые связи. Метод молекулярных орбиталей. Свойства ковалентных связей.
<b>2</b>	Электронные эффекты. Количественная оценка электронных эффектов.	Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Эффекты сверхсопряжения. Зависимость эффектов от строения молекул. $\sigma$ - и $\beta$ -константы, «внутренняя энергия активации», их физический смысл и значение для установления механизмов реакций. Линейные соотношения свободных энергий (уравнения Гаммета, Тафта). Уравнение Маркуса
<b>3</b>	Кислотно-основные свойства органических соединений	Органические кислоты и основания, влияние стерических и электронных эффектов на кислотно-основные свойства, сольватация. Принцип жестких и мягких кислот и оснований.
<b>4</b>	Пространственное строение органических соединений.	Конформация и конфигурация. Конформации ациклических и циклических молекул. Влияние конформации на реакционную способность.

		Хиральность. Оптическая активность. Типы хиральных молекул. Энантиомеры и диастереомеры. Энантиотопные и диастереотопные группы. Получение оптически активных веществ.
5	Промежуточные частицы в превращениях органических соединений. Механизмы органических реакций	Карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены; строение, генерация, превращения. Общие представления о механизмах органических реакций. Методы установления и изучения механизмов органических реакций.
6	Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Реакции элиминирования и присоединения по кратным связям.	Реакции $S_N1$ , $S_N2$ , $S_Ni$ . Влияние строения, субстрата и условий проведения реакций на механизм. $E1$ и $E1cB$ механизмы, $E2$ -механизм. Факторы, влияющие на механизм реакций отщепления. Механизмы электрофильного присоединения по $C=C$ -связи и нуклеофильного по $C=O$ -связи. Роль кислотности среды при присоединении к $C=O$ .
7	Ароматичность. Замещение в ароматическом ряду.	Типы ароматических систем. Критерии ароматичности. Антиароматичность. Электрофильное замещение: реагенты, $\pi$ - и $\sigma$ -комплексы. Влияние заместителей на скорость и регио-селективность процесса. Нуклеофильное замещение: механизм процесса, комплексы Мейзенгеймера. Влияние эффектов заместителей на скорость замещения. Ариновый механизм.
8	Перициклические реакции. Перегруппировки	[4+2]-Циклоприсоединение, синхронность процесса, влияние заместителей. Правила Вудворда-Гофмана. Перегруппировки: нуклеофильные, электрофильные и свободно-радикальные. Перегруппировки Коупа и Кляйзена.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. зан	Лаб. зан.	Семинар	СРС	Всего час.
1	Химическая связь в органических соединениях. Свойства ковалентной связи	4				9	13
2	Электронные эффекты. Количественная оценка электронных эффектов.	4				9	13
3	Кислотно-основные свойства органических соединений	4				9	13
4	Пространственное строение органических соединений.	4				9	13
5	Промежуточные частицы в превращениях органических соединений. Механизмы органических реакций	6				7	13
6	Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Реакции элиминирования и присоединения	5				10	15

	по кратным связям.						
7	Ароматичность. Замещение в ароматическом ряду.	5				10	15
8	Перициклические реакции. Перегруппировки	4				9	13
	Всего	36				72	108

**6. Лабораторный практикум - не предусмотрен учебным планом.**

**7. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены учебным планом.**

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

ул. Орджоникидзе, д.3, корп.1

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы:

ауд.№ 612 Комплект специализированной мебели; технические средства: проектор BENQ MX661, проектор NEC NP40, экран моторизованный для проекторов, столы; имеется wi-fi

**9. Информационное обеспечение дисциплины**

а) Программное обеспечение Microsoft Office (Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 (продлевается каждый год, при этом программе присваивается новый номер), ISIS Draw. Интернет поисковики FireFox и Opera. Доступ к базам научных данных Medline, Pubmed, Scopus.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН:

<http://lib.rudn.ru:8080/MegaPro/Web>

2. Химическая информационная сеть: <http://www.chem.msu.ru/>

3. Мультидисциплинарная реферативная база данных Скопус: <https://www.scopus.com/>

4. База данных по органическим, природным и физиологически активным соединениям:

<https://www.reaxys.com/>

5. Научные журналы американского химического общества: <http://pubs.acs.org/>

6. Алфавитный перечень химических терминов (IUPAC): <http://goldbook.iupac.org/>

7. Методические материалы на сайте ТУИС (рабочая программы курса, лекционные материалы, методическое обеспечение лабораторных занятий, материалы для подготовки к аттестационным испытаниям).

**10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

а) основная литература

1. А.С. Днепровский, Т.И. Темникова. Теоретические основы органической химии. Ленинград, Химия, 1991.

2. Л.П. Гамметт Основы физической органической химии. М.: Мир, 1972.

б) дополнительная литература:

1. J. Hine Physical Organic Chemistry, McGraw-Hill, 2013.
2. D.A. Dougherty, E.V. Anslyn Modern Physical Organic Chemistry, Univ. Sci. Books, 2006.
3. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers Organic Chemistry, Oxford Univ. Press. 2001.
4. Г.Беккер. Введение в электронную теорию органических реакций. Москва, Мир, 1988.
5. T.H. Lowry, K.S. Richardson Mechanism and Theory in Organic Reactions. 3<sup>rd</sup> Ed. Benjamin Cumming Publ., 1987.
6. К. Ингольд. Теоретические основы органической химии. Москва, Мир, 1973.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

**Условия и критерии выставления оценок:** от студентов требуется посещение лекций, обязательное участие в аттестационно-тестовых испытаниях, выполнение заданий преподавателя. Для оценки текущих контрольных работ и итогового контроля применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний. Студентами в семестре выполняются 3 тестовых письменных контрольных работы, включающие 5-7 заданий. На выполнение каждой из них дается 90 минут. Максимальное число баллов за контрольную работу – 15. Кроме того, студенты выполняют домашние задания (3 задания, максимальное число баллов за каждое – 5).

### ***Лекции:***

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.

### ***Правила выполнения письменных работ (контрольных тестовых работ).***

Для проверки усвоения теоретических знаний и выполнения лабораторных работ, студенты выполняют письменные контрольные работы.

- Контрольные работы выполняются по пунктам в отдельной тетради, на обложке которой указаны название дисциплины, фамилия и инициалы, специальность, курс. Перед каждой контрольной работой указывается номер контрольной работы, вариант задания, дата.

- Контрольные работы выполняются чернилами черного, синего или фиолетового цвета. Условие каждой задачи необходимо записывать полностью.

При подготовке к контрольным работам студентам рекомендуется использовать материалы лекций и источников на русском и английском языке, рекомендованных преподавателем. В ходе подготовки рекомендуется обращать основное внимание на механизмы изучаемых реакций и факторы, которые определяют реакционную способность соединений в соответствующих реакциях с учетом данного механизма. Рекомендуется освоить и применять по мере необходимости наглядные модельные подходы для анализа механизмов реакций и реакционной способности соединений, такие как линейные соотношения свободных энергий, двумерные диаграммы реакции Мор О'Феррала, принцип несовершенной синхронизации Бернаскони, уметь анализировать реакционную способность соединений, рассматривая как термодинамические факторы, так и «внутреннюю» энергию активации процесса, а также вклад работы, которую необходимо осуществить для подвода взаимодействующих соединений друг к другу и принятия ими «реакционных конформаций». В ходе семестра студенты могут запросить общие дополнительные консультации по пройденным темам, а также обращаться к преподавателю с вопросами по любой теме курса.

Заканчивается изучение курса итоговым контролем (устно): по билетам, включающим как теоретические вопросы, так и конкретные расчетные и практические задачи. Подготовка к итоговому контролю должна быть основана на материалах лекций и учебников,

рекомендованных преподавателем. Перед итоговым контролем рекомендуется посещение консультации, на которой можно задать преподавателю вопросы по теоретической органической химии.

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Теоретическая органическая химия» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

Доцент кафедры  
органической химии, к.х.н.



Н.Е. Голанцов

**Руководитель программы**  
профессор,  
кафедры органической химии



Варламов А. В.

**Заведующий кафедрой**  
органической химии



Воскресенский Л. Г.