

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.05.2023 14:18:39

Уникальный программный ключ:

ca953a0120d891083f939673078e18294aef18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СТРАТЕГИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

---

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

04.03.01 «Химия»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

---

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

«Химия»

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

---

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Стратегия органического синтеза» является ознакомление с современным состоянием тонкого органического синтеза. Курс является общеобразовательным и призван сформировать у слушателя, на основе мозаичной картины последних достижений органической химии (складывается из направлений: стратегия направленного синтеза, молекулярный дизайн, супрамолекулярная химия), целостное восприятие перспектив развития органического синтеза. Лекционный материал помогает студентам 4-ого курса сориентироваться в океане химической науки и выбрать наиболее близкую по духу специализацию в магистратуре, с ориентацией на органическую химию. Наибольшее внимание уделяется тактике и стратегии синтеза сложных молекул с заданными свойствами: алкалоидов, природных и синтетических лекарственных препаратов. На этих примерах рассматриваются важнейшие понятия курса: трансформ, ретрон, синтон, синтетический эквивалент. В ознакомительной форме на примере практически важных производных излагаются главные достижения молекулярного дизайна и супрамолекулярной химии»/

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Стратегия органического синтеза» 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)
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
		УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;
		УК-1.5. Анализирует и контекстно обрабатывает информацию для решения поставленных задач с формированием собственных мнений и суждений
ПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования;
		ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности;
		ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Стратегия органического синтеза» относится к элективной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Стратегия органического синтеза».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Философия Математика Физика Информатика Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Основы квантовой химии Введение в химию координационных соединений Основы нанохимии Химия лекарственных веществ	Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Неорганическая химия Аналитическая химия Физическая химия Органическая химия История химии Основы квантовой химии Учебная практика	Хроматография Основы масс-спектрометрии Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

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

Общая трудоемкость дисциплины «Стратегия органического синтеза» составляет 4 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)			
		7			
Контактная работа, ак.ч.	72	72			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72	72			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>		
	зач.ед.	<b>4</b>	<b>4</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	Тема 1.1. Значение органического синтеза для развития органической химии.	ЛК, ЛР
	Тема 1.2 Проблемы планирования многостадийного органического синтеза.	ЛК, ЛР
	Тема 1.3 Стратегии ранних (1900-1950 гг) синтезов природных объектов и лекарственных препаратов. Современные синтетические задачи и подходы к их решению.	ЛК, ЛР
Раздел 2. Критерии оптимального синтеза	Тема 2.1. Факторы, определяющие путь синтеза.	ЛК, ЛР
	Тема 2.2. Выход, число стадий, регио- и стереоселективность, условия реакций.	ЛК, ЛР
	Тема 2.3 Проблема доступности исходных соединений, их устойчивости, токсичность, пожаро- и взрывоопасность как критерии оптимального синтеза.	ЛК, ЛР
Раздел 3. Современные подходы к синтезу целевых молекул	Тема 3.1. Основные современные подходы к синтезу сложных органических молекул.	ЛК, ЛР
	Тема 3.2. Планирование синтеза от исходных структур.	ЛК, ЛР
	Тема 3.3. Соединения регулярного строения, димеры, олигомеры и полимеры как объекты для синтетического анализа.	ЛК, ЛР
	Тема 3.4. "Иррациональные" синтезы ограниченность их возможностей в органическом синтезе.	ЛК, ЛР
	Тема 4.1. Ретросинтетический анализ.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Раздел 4. Ретросинтетический анализ, основные понятия	Тема 4.2. Методы и цели ретросинтетического анализа.	ЛК, ЛР
	Тема 4.3. Важнейшие понятия ретросинтетического анализа (целевая молекула, ретрон, синтон, трансформ, синтетический эквивалент).	ЛК, ЛР
	Тема 4.4. Расчленение молекулы.	ЛК, ЛР
Раздел 5. Линейный и конвергентный синтез	Тема 5.1. Линейный и конвергентный синтез.	ЛК, ЛР
	Тема 5.2. Достоинства и недостатки линейной и конвергентной схем ретросинтетического анализа.	ЛК, ЛР
	Тема 5.3. Оценка выхода целевой молекулы в многостадийном синтезе.	ЛК, ЛР
	Тема 5.4. Арифметический демон. Дерево синтеза.	ЛК, ЛР
	Тема 5.5. Применение конвергентной схемы в реализации многостадийного органического синтеза (примеры).	ЛК, ЛР
Раздел 6. Трансформы	Тема 6.1. Трансформы подробное рассмотрение.	ЛК, ЛР
	Тема 6.2. Основные трансформы, применяющиеся при анализе: расчленения и сочленения, изменения, введения и удаления функциональных групп, разрыв и создание цикла, перегруппировка.	ЛК, ЛР
	Тема 6.3. Мощные реакции.	ЛК, ЛР
Раздел 7. Синтоны	Тема 7.1. Синтоны.	ЛК, ЛР
	Тема 7.2. Синтоны с естественной и обращенной полярностью. Синтетические эквиваленты синтонов.	ЛК, ЛР
	Тема 7.3. Способы обращения полярности синтонов.	ЛК, ЛР
	Тема 7.4. Умполунг.	ЛК, ЛР
	Тема 7.5. Примеры использования в синтезе.	ЛК, ЛР
Раздел 8. Управление региоселективностью реакции при помощи селективной активации реакционных центров	Тема 8.1. Проблема региоселективности реакции	ЛК, ЛР
	Тема 8.2. Активация реакционных центров.	ЛК, ЛР
	Тема 8.3. Методы активации электрофильных центров.	ЛК, ЛР
	Тема 8.4. Пути формирования легко уходящих заместителей у $sp^3$ -гибридизованного атома углерода.	ЛК, ЛР
	Тема 8.5. Сульфонатные и трифлатные группы как вариант активации спиртового гидроксила.	ЛК, ЛР
	Тема 8.6. Активация альдегидного и кетонного электрофильного центров.	ЛК, ЛР
	Тема 8.7. Активация ацилирующих реагентов.	ЛК, ЛР
Раздел 9. Активация нуклеофильных центров в карбонильных соединениях	Тема 9.1. Методы активации нуклеофильных центров.	ЛК, ЛР
	Тема 9.2. Активация $\alpha$ -углеродного нуклеофильного центра в кетонах, енолят-анионы.	ЛК, ЛР
	Тема 9.3. Кинетический и термодинамический контроль в региоселективном генерировании енолят-анионов.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
	Тема 9.4. Эфиры енолов как активированная форма кетонов.	ЛК, ЛР
	Тема 9.5. Силиловые эфиры енолов и енамины в синтезе	ЛК, ЛР
	Тема 9.6. Активация $\alpha$ -углеродного нуклеофильного центра в кетонах путем временного введения вспомогательной карбоалкоксильной группировки в $\alpha$ -положение.	ЛК, ЛР
	Тема 9.7. Малоновый и ацетоуксусный эфир и их аналоги.	ЛК, ЛР
	Тема 9.8. Использование сильных оснований для формирования двухзарядных карбоанионов в органическом синтезе.	ЛК, ЛР
Раздел 10. Защитные группы в синтезе. Защита гидроксильных групп	Тема 10.1. Защитные группы в органической химии.	ЛК, ЛР
	Тема 10.2. Защита как альтернативный подход к решению проблем региоселективности синтеза.	ЛК, ЛР
	Тема 10.3. Критерии идеальной защитной группы.	ЛК, ЛР
	Тема 10.4. Необходимость использования различных защит реакционного центра одного типа	ЛК, ЛР
	Тема 10.5. Принципы ортогональной стабильности и модулированной лабильности	ЛК, ЛР
	Тема 10.6. Защита гидроксильной и аминогрупп.	ЛК, ЛР
Раздел 11. Защита карбоксильных, карбонильных и аминогрупп	Тема 11.1. Методы защиты карбоксильных, аминогрупп и альдегидных групп.	ЛК, ЛР
	Тема 11.2. Примеры использования защитных групп в многостадийных синтезах алкалоидов и сахаров.	ЛК, ЛР
Раздел 12. Ретросинтетический анализ различных классов соединений	Тема 12.1. Особенности ретросинтетического анализа классов органических соединений (алкенов, алкинов, аренов, спиртов, простых эфиров, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот, аминов).	ЛК, ЛР
Раздел 13. Ретросинтетический анализ бифункциональных соединений - 1,2-; 1,3-; 1,4-ретронов	Тема 13.1. Ретросинтетический анализ бифункциональных соединений. Анализ 1,2-; 1,3-; 1,4-ретронов.	ЛК, ЛР
Раздел 14. Ретросинтетический анализ 1,5- и 1,6-ретронов. Особенности ретросинтеза аренов	Тема 14.1. Ретросинтетический анализ 1,5- и 1,6-ретронов. Особенности ретросинтеза аренов.	ЛК, ЛР
	Тема 14.2. Взаимное превращение групп и использование ориентирующего эффекта вспомогательной группы в кольце.	ЛК, ЛР
	Тема 14.3. Защита C–N связи в ароматическом ряду как метод региоспецифического синтеза.	ЛК, ЛР
	Тема 14.4. Методы удаления ориентирующей и защитной группировок в ароматическом кольце.	ЛК, ЛР
	Тема 4.5. Правила региоспецифичного введения третьего заместителя в бензольное кольцо.	ЛК, ЛР
	Тема 15.1. Элементы молекулярного дизайна.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Раздел 15. Элементы молекулярного дизайна	Тема 15.2. Общие принципы дизайна (разработки) молекул.	ЛК, ЛР
	Тема 15.3. Классические подходы и подходы, базирующиеся на молекулярных моделях.	ЛК, ЛР
	Тема 15.4. Молекулярное распознавание (молекулярные рецепторы, матричный синтез, супрамолекулярный катализ).	ЛК, ЛР
	Тема 15.5. Молекулярное моделирование объектов живой природы.	ЛК, ЛР
	Тема 15.6. Биомиметика.	ЛК, ЛР
	Тема 15.7. Математические методы моделирования и исследования строения и свойств химических объектов на примере программ молекулярного моделирования (HyperChem, ChemOffice).	ЛК, ЛР
	Тема 15.8. Типовые методы получения полиэдров (платоновы тела).	ЛК, ЛР
	Тема 15.9. Фуллерены и нанотрубки – новая модификация углерода.	ЛК, ЛР
	Тема 15.10. История открытия. Синтез и практическое применение фуллеренов и нанотрубок.	ЛК, ЛР
	Раздел 16. Элементы супрамолекулярной химии	Тема 16.1. Элементы супрамолекулярной химии (Жан-Мари Лен, 1978 г.).
Тема 16.2. Межмолекулярные (нековалентные) взаимодействия.		ЛК, ЛР
Тема 16.3. Архитектура супрамолекулярных образований, супермолекулы и супрамолекулярные ансамбли.		ЛК, ЛР
Тема 16.4. Компоненты супрамолекулярных ассоциатов: рецептор ( $\rho$ ) и субстрат ( $\sigma$ ), соединение включения и соединение (комплекс) типа гость-хозяин.		ЛК, ЛР
Тема 16.5. Ротаксаны, катенаны, узлы, клатраты, дендримеры.		ЛК, ЛР
Тема 16.6. Синтез и применение		ЛК, ЛР
Тема 16.7. Молекулярные пинцеты, ловушки и прочее.		ЛК, ЛР
Тема 16.8. Формирование нанобъектов.		ЛК, ЛР
Тема 16.9. Темплатный синтез химических объектов с заданными свойствами.		ЛК, ЛР

## 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: шкаф вытяжной ШВП-4, испаритель ротационный Hei-value digital G3B, испаритель ротационный ИКА, цифровые приборы для определения точки плавления SMP10, весы электронные лабораторные AND EK-610, колбонагреватели МК-М разного объема, шкаф сушильный ПЭ-4610, мешалка магнитная MRHei-Mix S, мешалка магнитная с нагревом MRHei-Standart, Рефрактометр, баня комбинированная лабораторная БКЛ, станция вакуумная химическая PC3001 VARIO-pro. насос пластинчато-роторный вакуумный RZ2.5, насос мембранный вакуумный химический MZ2CNT, термовоздуходувка Steinel, УФ лампа Spectroline EB-280C, кабина аварийная из нержавеющей стали ШВВ, химическая посуда, холодильник
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. В. А. Смит, А. Д. Дильман. “Основы современного органического синтеза”, Москва, Бином. Лаборатория знаний, 2009 г.
2. В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл. “Органический синтез. Наука и искусство”. Москва, Мир, 2001 г.

### *Дополнительная литература:*

1. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л. “Супрамолекулярная химия”. В 2-х томах. Москва, Академкнига, 2007.
2. Ласло П. “Логика органического синтеза”. В 2 томах. Москва, Мир, 1998.
3. E. J. Corey, X. Cheng, “The Logic of Chemical Synthesis”, Wiley, N.-Y., 1989.
4. Т. В. Мандельштам. “Стратегия и тактика органического синтеза”. Ленинград, издательство ЛГУ, 1989.
5. Под ред. Дж. МакОми. “Защитные группы в органической химии”. Москва, Мир, 1976.
6. А. Ф. Бочков, В. А. Смит. “Органический синтез”. Москва, Наука, 1987.

### *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

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

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- Химическая информационная сеть: <http://www.chem.msu.ru/>
- Мультидисциплинарная реферативная база данных Скопус: <https://www.scopus.com/>
- База данных по органическим, природным и физиологически активным соединениям: <https://www.reaxys.com/>
- Научные журналы американского химического общества: <http://pubs.acs.org/>
- Алфавитный перечень химических терминов (IUPAC): <http://goldbook.iupac.org/>

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 «Стратегия органического синтеза».
2. Лабораторный практикум.

## 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 «Стратегия органического синтеза» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры  
органической химии



Зубков Ф.И.

---

Должность, БУП

---

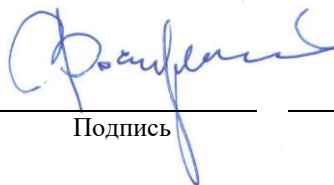
Подпись

---

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Кафедра органической химии



Воскресенский Л.Г.

---

Наименование БУП

---

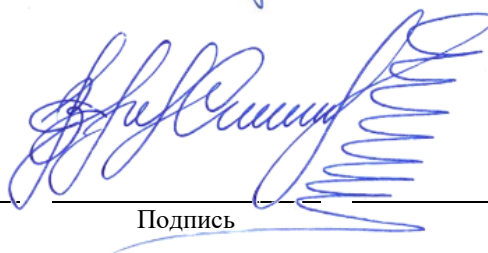
Подпись

---

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой  
неорганической химии



Хрусталеv В.Н.

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.