

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

ФИО: Ястребов Олег Александрович «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.04.2026 15:42:35 Факультет физико-математических и естественных наук

Уникальный программный ключ: (наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика программы)

ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Кафедра органической химии**

(наименование базового учебного подразделения (БУП) – разработчика программы)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Органическая химия

(наименование дисциплины/модуля)

Научная специальность:

#### 1.4.3. Органическая химия

(шифр и наименование научной специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации программы аспирантуры:

#### Органическая химия

(наименование программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Органическая химия» является систематизация и углубление знаний в выбранной аспирантами области, а также подготовка к успешной сдаче кандидатского экзамена и защиты кандидатской диссертации по специальности органическая химия. Детальное понимание строения и химических превращений всех классов органических соединений, изученных за годы обучения в магистратуре, углубление представлений о механизмах основных реакций (нуклеофильное и электрофильное присоединение/замещение, реакции элиминирования), включая наиболее часто встречающиеся процессы циклоприсоединения, молекулярных перегруппировок, конденсаций и циклизаций различного типа являются сутью курса. Одной из важнейших задач этой ступени образования является формирование у аспирантов понимания механизмов современных каталитических процессов (металло-катализируемые процессы, металлоорганические и органические катализаторы и др.), включая катализаторы для диастероселективного и энантиоселективного синтеза. Из практических целей курса важнейшей является формирование у аспирантов, на основе полученных теоретических знаний о методах формирования и разрыва связей C-C и C-гетероатом, навыка самостоятельного решения синтетических задач – планирования и экспериментального оформления синтеза.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать** свойства основных классов органических соединений, механизмы реакций органического синтеза, практические и теоретические аспекты действия катализаторов и каталитических систем.

**Уметь** критически анализировать и использовать в работе современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Уметь применять полученные фундаментальные научные знания в области химии и смежных наук при осуществлении производственной, научной или преподавательской деятельности. Уметь синтезировать вещества и доказывать их строение с применением всего арсенала физико-химических методов исследования РСА, ЯМР, ИК и УФ спектроскопия, Масс-спектрометрия.

**Владеть** навыками для самостоятельного ведения научно-исследовательской деятельности, путями планирования, получения, интерпретации и описания (презентации) полученных научных результатов, удовлетворяющих требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия. Владеть всем арсеналом средств и методик эксперимента лабораторий органической химии, а также методов преподавания и разработки учебно-методических материалов дисциплин в области химии.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Органическая химия» составляет 3 зачетных единицы и промежуточная аттестация по дисциплине "Органическая химия" – 1 зачетная единица

Вид учебной работы	Всего, ак. ч.	Семестр
		3
<i>Контактная работа</i>	60	60
в том числе:		
Лекции (ЛК)	30	30
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Практические/семинарские занятия (СЗ)	30	30
<i>Самостоятельная работа обучающихся</i>	48	48
<i>Контроль (зачет с оценкой/экзамен)</i>	36	36
Общая трудоемкость дисциплины	ак. ч.	144
	зач. ед.	4

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Раздел 1. Строение органических соединений	Описание органических молекул (метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей). Модель гибридизации АО, $\sigma$ - и $\pi$ -связи. Теория резонанса. Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты атомов и функциональных групп. Концепция степени окисления для органических соединений.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Изомерия	Понятие о конформациях и конфигурациях органических соединений. Способы изображения молекул (проекция Ньюмена, Фишера, лесопильные козлы). Конформации циклов. Энантиомерия и диастереомерия. Виды хиральности. Абсолютная и относительная конфигурации. Мезо-формы. Стереои́зомерия в циклических структурах.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Кислоты и основания	Протолитическая теория Брэнстеда-Лоури. Сила кислот и оснований. Понятие о сопряженных основаниях и сопряженных кислотах. Влияние электронных и стерических эффектов на кислотность. Понятие кинетической кислотности. Теория Льюиса. Донорно-акцептонные взаимодействия. Теория ЖМКО Пирсона. Поляризуемость ионов и молекул. Нуклеофилы и электрофилы. Конкуренция нуклеофильности и основности. Факторы, определяющие силу нуклеофилов и электрофилов.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Механизмы и интермедиаты органических реакций	Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты: карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены, нитрены (стабильность и синтетические эквиваленты).	ЛК, СЗ
Раздел 5. Методы идентификации	Спектральные методы анализа в органической химии (ЯМР, УФ, ИК). Основные принципы, возможности методов. Масс-спектрометрия как	ЛК, СЗ

разделения органических соединений	метод анализа органических соединений. Рентгеноструктурный анализ органических соединений. Хроматография.	
Раздел 6. Нуклеофильное замещение ( $S_N-sp^3$ )	Механизмы нуклеофильного замещения (бимолекулярный и мономолекулярный). Пространственные и электронные эффекты. Уходящие группы, понятие нуклеофугности и электрофугности. Обращение конфигурации и рацемизация.	ЛК, СЗ
Раздел 7. Нуклеофильное замещение в аренах	Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Активность уходящих групп в реакциях замещения. Ариновый механизм. Региоселективность замещения в неактивированных системах. Викариозное замещение водорода. Кинетические особенности реакции.	ЛК, СЗ
Раздел 8. Электрофильное замещение в аренах	Ароматичность, общие представления. Правило Хюккеля. Диаграммы Фроста. Описание бензола в терминах ММО. Ароматичность заряженных частиц и гетероциклов. ЯМР как метод оценки ароматичности. Антиароматичность, структурные особенности циклических полиенов. Механизм электрофильного замещения. Типы электрофилов, региоселективность замещения. Направляющее действие заместителей. Устойчивость s-комплексов. Согласованное и несогласованное действие заместителей. Алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу.	ЛК, СЗ
Раздел 9. Реакции присоединения по кратной связи	Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов. Катионоидные интермедиаты в $Ad_E$ реакциях. Ониевые ионы. Катионные перегруппировки и циклизации. Электрофильное присоединение к диенам и другим сопряженным системам.	ЛК, СЗ
Раздел 10. Реакции элиминирования	Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Элиминирование по Гофману. Элиминирование по Коупу.	ЛК, СЗ
Раздел 11. Реакции присоединения по карбонильной группе	Карбонильные соединения и их производные. Механизмы присоединения по поляризованным кратным связям. Электронные и пространственные эффекты. Обратимое присоединение, критерии обратимости. Гетероатомные нуклеофилы. Получение и разложение ацеталей, тиоацеталей, оснований Шиффа. Производные карбоновых кислот. Реакция этерификации. Ацилирование O-, N-, S-нуклеофилов. C-нуклеофилы, присоединение карбанионов. Обращение полярности по Кори-Зеебаху. Бензоиновая конденсация.	ЛК, СЗ

Раздел 12. Металлоорганические реагенты	Литий-, магний-, медь-, цинк-, кадмий-, ртуть-, церий-органические соединения.	ЛК, СЗ
Раздел 13. Реакция альдольно-кетоновой конденсации и родственные реакции	Кето-енольная таутомерия, получение енолятов, сравнение их нуклеофильности. Альдольная конденсация. Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Перекрестная альдольная конденсация. Направленная конденсация, стереохимия реакции. Правило Крама, модель Фелкина-Ана. Силиленоляты и литиевые еноляты. Реакция Мукаймы. Енамины как нуклеофилы. Реакция Манниха.	ЛК, СЗ
Раздел 14. Илиды и сопряжённое присоединение	Присоединение илидов фосфора и серы. Реакция Виттига и родственные реакции. Регио- и стереоселективность. Реакция Кори-Чайковского. Сопряжённое присоединение. Реакция Михаэля. Субстраты Михаэля в реакциях С-С сочетания. Анионная полимеризация акцепторных алкенов.	ЛК, СЗ
Раздел 15. металлоорганические соединения	$\pi$ -Комплексы переходных металлов. Палладий-катализируемые реакции кросс-сочетания. Основные стадии каталитических циклов. Региоселективность, требования к субстратам. Реакции присоединения по кратным связям, катализируемые комплексами переходных металлов. Титан-органические реагенты. Реакция Кулинковича. Полимеризация алкенов на катализаторах Циглеру-Натта. Метатезис алкенов и енинов: общие представления, механизм, хемоселективность.	ЛК, СЗ
Раздел 16. Радикальные реакции	Источники свободных радикалов. Цепное радикальное замещение. Классификация реагентов. Радикальное присоединение по кратным связям. Примеры каталитических циклов. Радикальные реакции С-С сочетания. Хемо- и региоселективность присоединения. Восстановление кратных связей металлами. Типы субстратов. Восстановление по Берчу. Пинаконовое восстановление. Ацилоиновая конденсация.	ЛК, СЗ
Раздел 17. Реакции циклоприсоединения	Реакция Дильса-Альдера. Орбитальное рассмотрение. Стереохимия. Электронные требования. Эндо-правило Альдера. Гетерореакция Дильса-Альдера. Дипольное циклоприсоединение. Типы 1,3-диполей и диполярфилов. Озонолиз.	ЛК, СЗ
Раздел 18. Сигматропные перегруппировки	Сигматропные перегруппировки, общие представления. Механизмы, орбитальные требования. Перегруппировки Кляйзена, Коупа. Принцип сохранения орбитальной симметрии.	ЛК, СЗ

Раздел 19. Фотохимические реакции	Основы фотохимии. Квантовый выход. Диаграммы Яблонского. Механизмы фотохимических реакций. [2+2] циклоприсоединение. Орбитальные требования. Способы активации субстратов. Превращения, инициируемые видимым светом. Фотоизомеризация.	ЛК, СЗ
Раздел 20. Карбены и нитрены	Реакционная способность карбенов и карбеноидов. Способы генерации карбенов. Диазосоединения. Реакции циклопропанирования. Реакция Симмонса-Смита, механизм, стереохимические особенности. Нитрены – способы генерации. Нитреновые перегруппировки: Гофман, Курциус, Шмидт. Реакция Штаудингера. Перегруппировка Бекмана.	ЛК, СЗ
Раздел 21. Восстановление	Гидридные восстановители. Пространственные эффекты. Восстановление боранами. Реагент Кори-Бакши-Шибаты. Реакции гетерогенного гидрирования. Катализатор Линдлара. Восстановление атомарным водородом. Ионное гидрирование. Реакция Клеменсена. Реакция Кижнера-Вольфа.	ЛК, СЗ
Раздел 22. Окисление	Окисление спиртов. Реагент Джонса и другие производные хрома (VI). Окисление по Сверну и Моффату. Реакции эпоксидирования и гидроксילирования. Подходы к асимметрическому синтезу эпоксидов и вицинальных диолов.	ЛК, СЗ
Раздел 23. Изонитрилы, мультикомпонентные реакции	Синтез изонитрилов, реакции присоединения по связи C=N. Реакция Уги и другие примеры 3 и 4-х компонентных реакций. Преимущества и недостатки.	ЛК, СЗ
Раздел 24. Обратимые реакции. Кинетический и термодинамический контроль.	Энергетический профиль обратимых реакций. Реакции сульфирования в ароматическом ряду. Обратимость реакции Дильса-Альдера, использование в синтезе. 1,2 и 1,4-присоединение в сопряжённых системах. Влияние растворителя и стерических эффектов на обратимость реакций.	ЛК, СЗ
Раздел 25. Углеводы	Сtereохимия углеводов. Мутаротация. Гликозилирование. Анхимерное содействие. Защитные группы в химии углеводов. Окисление и восстановление углеводов. Углеводы как природные источники хиральности.	ЛК, СЗ
Раздел 26. Аминокислоты и пептиды	Сtereохимия аминокислот. Способы получения аминокислот. Химические свойства аминокислот. Пептиды и белки. Органокатализ. Ферментативный катализ.	ЛК, СЗ
Раздел 27. Жиры, липиды и родственные соединения. Терпены. Стероиды.	Жиры и фосфолипиды. Жирные кислоты. Простагландины. Терпены: особенности строения, биосинтез, распространение в природе. Стероиды.	ЛК, СЗ

Раздел 28. Витамины	Основные группы витаминов А, В, С, D, Е, Н, К, U синтез и активность.	ЛК, СЗ
Раздел 29. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом	Фуран, пиррол, тиофен синтез и реакционная способность.	ЛК, СЗ
Раздел 30. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	Азолы – оксазол, тиазол, пиразол, имидазол. Синтез и химические свойства.	ЛК, СЗ
Раздел 31. Шестичленные гетероциклы	Пиридин, хинолин, изохинолин. Синтез и свойства.	ЛК, СЗ
Раздел 32. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	Пиримидин, пиазин, пиридазин. Синтез и свойства.	ЛК, СЗ
Раздел 33. Алкалоиды	Основные группы алкалоидов. Индольные, изохинолиновые, придиновые, тропановые, пирролизидиновые, хинолизидиновые, мускарины, производные фенэтиламина.	ЛК, СЗ
Раздел 34. Полный синтез.	Методы и подходы к планированию полного синтеза. Примеры классических синтезов природных алкалоидов. Ретросинтетический анализ. Построение дерева синтеза при помощи БД Reaxys и SciFinder.	ЛК, СЗ
Раздел 35. Малые и макроциклы	Трёх- и четырёхчленные гетероциклы. Краун-эферы, криптанды, каликсарены, циклодекстрины, катенаны, кукурбитурил.	ЛК, СЗ
Раздел 36. Планирование многостадийного синтеза	Линейная и конвергентная схема синтеза. Защитные группы для различных функциональных групп. Основные направления промышленного органического синтеза.	ЛК, СЗ
Раздел 37. Диастереоселективный синтез	Факторы, контролирующие диастереоселективность: стереоэлектронные и пространственные (стерические). Син- и анти-присоединение по кратным связям. Номенклатура диастереомеров, методы анализа и разделения диастереомерных смесей.	ЛК, СЗ
Раздел 38. Энантиселективный синтез	Асимметрическая индукция. Хиральные субстраты и катализаторы. Асимметрическое гидрирование и циклоприсоединение. Асимметрическое присоединение к карбонильной группе и двойной связи. Органокатализ. Биокатализ. Методы анализа и разделения энантиомеров.	ЛК, СЗ

## 5. 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.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
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.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Шабаров Ю. С. “Органическая химия”, СПб., Лань, 2011
2. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. “Дрофа”, Москва, 2015
3. Щеголев, А. Е. Органическая химия. Механизмы реакций : учебное пособие для вузов / Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 132 с. <https://e.lanbook.com/book/151196>
4. Дополнительные главы органической химии: учебное пособие Нечаев А. П., Болотов В. М. Издательство: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016

### Дополнительная литература:

1. Р. Моррисон, Р. Бойд. Органическая химия : учебник /перевод с английского В.М. Демьянович, В.А. Смита ; под редакцией И.К. Коробицыной. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2022. - 1132 с. <https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. Ключевые слова: химия, органическая химия, учебник
3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. “Органическая химия. Учебник в 4 томах”. М., Лаборатория знаний, 2017.
4. Грандберг И.И. Органическая химия: учебник для вузов. М. Дрофа, 2009.
5. Травень В. Ф. “Органическая химия: учебник для вузов” в 2 т. М., ИКЦ «Академкнига», 2004.
6. Химия гетероциклических биологически активных веществ: учебное пособие Носова Э. В. Издательство: Издательство Уральского университета, 2014
7. Применение асимметрических реакций Михаэля в органическом синтез: презентация к выпускной квалификационной работе. Филиппова Т. В. Год: 2018
8. Химия хинонов: электронное учебное пособие Денисов В. Я., Ткаченко Т. Б. Издательство: Кемеровский государственный университет, 2014

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

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

- Электронно-библиотечная система РУДН: [сайт]. URL: <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [сайт]. URL: <http://www.biblioclub.ru/>
- Образовательная платформа «Юрайт»: [сайт]. URL: <https://urait.ru/>
- ЭБС «Лань»: [сайт]. URL: <https://e.lanbook.com/>
- Образовательная платформа «Юрайт»: [сайт]. URL: <https://urait.ru/>

Базы данных и поисковые системы:

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации: [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/>
- Поисковая система «Яндекс»: [сайт]. URL: <https://yandex.ru/>
- Поисковая система «Google»: [сайт]. URL: <https://www.google.com/>

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

Курс лекций по дисциплине «Органическая химия».

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

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система оценки освоения дисциплины представлены в ТУИС.

### **РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор кафедры органической химии

Зубков Ф. И.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой органической химии

Воскресенский Л.Г.