МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
органической химии

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

X. Сух (X.С. Шихалиев)
подпись, расшифровка подписи

26.05.2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.05 Теоретические аспекты создания новых органических
материалов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.04.02 Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки/специализация: Химия, физика и механика новых функциональных материалов и наноматериалов

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная _____

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: органической химии

6. Составители программы: Медведева Светлана Михайловна, к.х.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: научно-методическим Советом химического факультета от 27.03.2025 протокол № 10-03

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2026 / 2027

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является: на основе современных теоретических представлений о реакционной способности органических молекул и интермедиатов, их строении и механизмах реакций овладение способностью проводить разработки в области органических материалов.

Задачи учебной дисциплины: научиться устанавливать зависимость «структура-свойства», определять стратегию и тактику органического синтеза, что даст возможность осуществлять направленный синтез органических соединений с заданными свойствами и новых органических материалов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения данной дисциплины студент должен обладать полным комплексом знаний и умений по общему курсу органической химии. В ходе изучения дисциплины обучающийся должен овладеть способностью синтеза новых органических соединений с комплексом полезных свойств. Знания, навыки и умения, полученные при освоении данной дисциплины необходимы обучающемуся для выполнения магистерской диссертации и дальнейшего осуществления научно-исследовательской деятельности.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК 2	Способен использовать знания о методах синтеза и свойствах материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач	ПК 2.1	Способен выбирать методы синтеза материалов различного назначения (в том числе наноматериалов) в соответствии с поставленной задачей	Знать: строение и свойств основных классов органических веществ; основные методы синтеза органических соединений. Уметь: на основе знаний строения и свойств веществ определять реакционные центры в молекуле, анализировать фактический материал. Владеть: способностью объяснить возможное направление реакции и её механизм; навыками прогнозирования рациональных путей синтеза веществ с заданными свойствами.
		ПК 2.2	Способен использовать знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач Способен использовать знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач	Знать: возможные изменения в механизме и в основном направлении реакции даже при небольших изменениях в структуре реагирующих соединений и условий реакции; принципы молекулярного дизайна. Уметь: определять стратегию органического синтеза; осуществлять творческий подход к имеющейся научной базе данных по связи «структура-свойства». Владеть: способностью выстраивать тактику органического синтеза; навыками дальнейшего развития научного мышления и развития теоретических представлений в органической химии.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации - зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			3 семестр	№ семестра
Аудиторные занятия		36	36	
в том числе:	лекции	18	18	
	практические	18	18	
	лабораторные			
Самостоятельная работа		72	72	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (зачет – __ час.)				
Итого:		108	108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Органический синтез.	Синтетический и ретросинтетический подходы к планированию синтеза. Молекулярный дизайн. Классификация и систематизация органических реакций. Конструктивные и деструктивные реакции. Остов молекулы линейный и циклический. Стратегия и тактика органического синтеза.	-
1.2	Представления о механизмах органических реакций.	Строение карбанионов и механизмы их стабилизации. Основные типы карбокатионов. Типы и устойчивость свободных радикалов. Стабильные радикалы. Би- и полирадикалы.	-
1.3	Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах.	Радикальное замещение. Радикальное присоединение. Радикальная полимеризация.	-
1.4	Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных процессах.	Типы SN реакций. Факторы, влияющие на легкость нуклеофильных процессов. Нуклеофильное замещение. Нуклеофильное присоединение.	-
1.5	Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных процессах.	Электрофильные реакции. Факторы, влияющие на легкость электрофильных процессов. Электрофильное замещение. Электрофильное присоединение.	-
1.6	Синхронные реакции в синтезе карбо- и гетероциклических структур.	Реакции с циклическим электронным переносом.	-
1.7	Перегруппировки с изменением углеродного скелета.	Механизмы синтетически важных молекулярных перегруппировок.	-
1.8	Окислительно-восстановительные	Механизмы основных окислительно-восстановительных реакций, приводящих к	-

	процессы, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	образованию новых углерод-углеродных связей.	
1.9	Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования.	Региоселективность элиминирования.	-
2. Практические занятия			
2.1	Органический синтез.	Органический синтез, цели, подходы к планированию синтеза. Создание новых углерод-углеродных связей. Критерии для выбора объекта для синтеза. Мультикомпонентные и каскадные реакции.	-
2.2	Представления о механизмах органических реакций.	Основные типы активных промежуточных частиц (интермедиатов) в ступенчатых реакциях.	-
2.3	Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах.	Радикальное замещение атома водорода и гетероатома.	-
2.4	Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных процессах.	Нуклеофильное замещение атома галогена, кислород- и азотсодержащих групп при C_{sp^3} - и C_{sp^2} -гибридных атомах углерода.	-
2.5	Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных процессах.	Электрофильное замещение у C_{sp^3} - гибридного атома углерода и ароматических соединений. Электрофильное присоединение к кратным углерод-углеродным связям.	-
2.6	Синхронные реакции в синтезе карбо- и гетероциклических структур.	Синтез трех-, четырех- и пятичленных циклов.	-
2.7	Перегруппировки с изменением углеродного скелета.	Синтетически важные молекулярные перегруппировки как способ создания новой углерод-углеродной связи.	-
2.8	Окислительно-восстановительные процессы, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	Основные окислительно-восстановительные реакции, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	-
2.9	Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования.	Изогипсическое, восстановительное и окислительное элиминирование.	-
3. Лабораторные занятия			
2.1	Органический синтез.	Органический синтез, Факторы, определяющие оптимальный синтез.	-
2.2	Представления о механизмах органических реакций.	Устойчивость основных типов активных промежуточных частиц – радикалов, электрофилов, нуклеофилов.	-
2.3	Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах.	Внедрение карбенов.	-
2.4	Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных процессах.	Реакции конденсации	-
2.5	Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных	Реакции алкилирования	-

	процессах.		
2.6	Синхронные реакции в синтезе карбо- и гетероциклических структур.	Реакция Дильса-Альдера [4+2]циклоприсоединение.	-
2.7	Перегруппировки с изменением углеродного скелета.	Пинаколиновая перегруппировка.	-
2.8	Окислительно-восстановительные процессы, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	Восстановление кетонов в присутствии металлов.	-
2.9	Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования.	Отщепление воды, галогеноводорода, аммиак и аминов.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Органический синтез.	4	4		2	14
2	Представления о механизмах органических реакций.	4	4		2	14
3	Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах.	4	6		2	16
4	Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных процессах.	4	6		2	16
5	Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных процессах.	4	6		3	17
6	Синхронные реакции в синтезе карбо- и гетероциклических структур.	4	6		3	17
7	Перегруппировки с изменением углеродного скелета.	4	6		3	17
8	Окислительно-восстановительные процессы, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	4	6		3	17
9	Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования.	4	4		4	16
	Итого:	36	48		24	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- самостоятельное изучение отдельных тем.
- составление конспектов.
- выполнение лабораторных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Преч, Эрнэ. Определение строения органических соединений = Structure determination of organic compounds : таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Аффольтер ; пер. с англ. Б.Н. Тарасевича .— Москва : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 439 с.
2	Джемилев, Усейн Меметович. Металлокомплексный катализ в химии диенов / У.М. Джемилев, Г.А. Толстикова, Р.И. Хуснутдинов ; Рос. акад. наук, Ин-т нефтехимии и катализа .— Москва : Наука, 2013 .— 748 с.
3	Химия ацетилена: новые главы / Н.К. Гусарова [и др.] ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркут. ин-т химии им. А.Е. Фаворского ; под ред. М.П. Егорова .— Новосибирск : Наука, 2013 .— 367 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Титце, Л. Препаративная органическая химия : реакции и синтеза в практикуме органической химии и науч.-исслед. лаб. / Л. Титце , Т. Айхер ; пер. с нем. К. В. Аванесян [и др.] под ред. Ю.Е. Алексева .— М. : Мир, 2004 .— 704 с.
5	Смит, В.А. Органический синтез : Наука и искусство / В. Смит, А. Бочков, Р. Кейпл; Пер. с англ.: В. А. Смита, А. Ф. Бочкова .— М. : Мир, 2001 .— 573 с.
6	Миначев, Х. М. Избранные труды: Гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х.М. Миначев ; Рос. акад. наук, Ин-т органической химии им. Н.Д. Зелинского; ред.-сост. Н.Я. Усачев; предисл. А.Л.Липидуса, Н.Я.Усачева .— М. : ЛИБРОКОМ, 2011 .— 844 с.
7	Фторхинолоны. Синтез и применение / В.Н. Чарушин [и др.] .— Москва : Физматлит, 2013 .— 318 с.
8	Березин, Борис Дмитриевич. Хромофорные системы макроциклов и линейных молекул / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин ; Иванов. гос. хим.-технол. ун-т, Ин-т химии растворов им. Г.А. Крестова РАН ; науч. ред. О.И. Койфман .— Москва : КРАСАНД, 2013 .— 239 с.
9	Мокрушин, Владимир Степанович. Химия гетероциклических диазосоединений / В.С. Мокрушин, Е.В. Садчикова .— Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2013 .— 224 с..
10	Хитозан / Рос. акад. наук, Центр "Биоинженерия", Общерос. обществ. организация «Российское хитиновое общество» ; под ред.: К.Г. Скрыбина, С.Н. Михайлова, В.П. Варламова .— Москва : Центр "Биоинженерия", 2013 .— 591 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
11	Научная электронная библиотека — http://www.elibrary.ru
12	Электронная библиотека Воронежского государственного университета — http://www.lib.vsu.ru
13	Официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Интернет — http://www.chemnet.ru
14	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" — http://window.edu.ru
15	Химия во всех проявлениях – химический портал. Chem.Port.ru http://www.chem.port.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Химия гетероциклических соединений : учебно-методическое пособие / [сост.: А. Ю. Потапов, Х. С. Шихалиев, М. Ю. Крысин, Н. В. Столповская] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— 95 с.
2	Лабораторный практикум по органической химии : учебно-методические пособие для вузов / сост. : С.М. Медведева, Н.В. Столповская, Л.Ф. Пономарева, Н.И. Коптева, Х.С. Шихалиев .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Ч. 1. - 50 с.
3	Лабораторный практикум по органической химии : учебно-методические пособие для вузов / сост. : С.М. Медведева, Н.И. Коптева, Л.Ф. Пономарева, Х.С. Шихалиев .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— Ч. II. - 67 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины проводятся вводная и обзорные лекции и лабораторные занятия. Одним из наиболее часто используемых способов проведения лабораторных занятий является использование метода анализа проблемных ситуаций (например, «Планирование синтеза», «От простого к сложному», «Материалы будущего»). Широко используется поиск информации, написание рецензий на найденный в сети источник, создание аннотированных списков ресурсов Интернет по заданной теме.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 359): специализированная мебель, мультимедийный проектор, экран, ноутбук
WinPro 8, OfficeSTD, Mozilla Firefox
Лаборатория химического практикума (ауд. 268): химические лабораторные столы, вытяжные шкафы, наборы химической посуды, реактивы, нагревательные приборы
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс (ауд. 271): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ
Microsoft Windows, OfficeSTD, Mozilla Firefox

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Органический синтез.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
2.	Представления о механизмах органических реакций.	ПК-2	ПК-2.1	Отчет по лабораторному журналу
3.	Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
4.	Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных процессах.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
5.	Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных процессах.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
6.	Синхронные реакции в синтезе карбо- и	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	гетероциклических структур.			
7.	Перегруппировки с изменением углеродного скелета.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
8.	Окислительно-восстановительные процессы, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
9.	Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Отчет по лабораторному журналу
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Лабораторных работ

1. Синтез новых веществ на основе мультикомпонентных и каскадных реакций.
2. Изучение механизмов мультикомпонентных реакций.
3. Синтез новых веществ на основе радикальных реакций.
4. Синтез новых веществ на основе нуклеофильных реакций.
5. Синтез новых веществ на основе электрофильных реакций.
6. Синтез новых веществ на основе синхронных реакций.
7. Синтез новых веществ на основе молекулярных перегруппировок.
8. Синтез новых веществ на основе окислительно-восстановительных реакций.
9. Синтез новых веществ на основе реакций элиминирования.

Описание технологии проведения:

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме отчета по лабораторному журналу. Критериями оценивания выход синтезированного органического соединения.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету
(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень вопросов к зачету:

1. Органический синтез, цели.
2. Молекулярный дизайн. Классификация и систематизация органических реакций.
3. Стратегия и тактика органического синтеза.

4. Представления о механизмах органических реакций.
5. Строение карбанионов и механизмы их стабилизации.
6. Основные типы карбокатионов.
7. Типы и устойчивость свободных радикалов. Стабильные радикалы. Би- и полирадикалы.
8. Образование новых углерод-углеродных связей в радикальных процессах. Синтетический потенциал гомолитических реакций.
9. Радикальное замещение атома водорода и гетероатома.
10. Радикальное присоединение и полимеризация. Внедрение карбенов.
11. Образование новых углерод-углеродных связей в нуклеофильных реакциях. Типы S_N реакций. Факторы, влияющие на легкость нуклеофильных процессов.
12. Нуклеофильное замещение при C_{sp^3} - и C_{sp^2} - гибридных атомах углерода.
13. Замещение атома кислорода в карбонильных соединениях.
14. Нуклеофильное присоединение.
15. Образование новых углерод-углеродных связей в электрофильных реакциях. Факторы, влияющие на легкость электрофильных процессов.
16. Электрофильное замещение.
17. Электрофильное присоединение к кратным связям.
18. Синтез карбо- и гетероциклических структур. Реакции с циклическим электронным переносом. Синхронные реакции. Синтез трехчленных циклов.
19. Синтез карбо- и гетероциклических структур. Реакции с циклическим электронным переносом. Синхронные реакции. Синтез четырех- и пятичленных циклов.
20. Синтез карбо- и гетероциклических структур. Реакции с циклическим электронным переносом. Синхронные реакции. Реакция Дильса-Альдера – [4+2]циклоприсоединение.
21. Перегруппировки с изменением углеродного скелета как способ создания новой углерод-углеродной связи. Синтетически важные молекулярные перегруппировки.
22. Окислительно-восстановительные реакции, приводящие к образованию новых углерод-углеродных связей.
23. Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования. Изогипсическое элиминирование.
24. Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования. Восстановительное элиминирование.
25. Образование кратных углерод-углеродных связей в реакциях элиминирования. Окислительное элиминирование.
26. Региоселективность элиминирования.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии оценивания приведены ниже.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------

<p>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами органической химии и органического синтеза, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области синтеза веществ с заданными свойствами.</p>	<p><i>Зачтено</i></p>
<p>Обучающийся владеет теоретическими основами органической химии и органического синтеза, способен предложить рациональные методы синтеза веществ с заданными свойствами, допускает ошибки при описании механизмов реакций лежащих в основе предложенных методов синтеза.</p>	<p><i>Зачтено</i></p>
<p>Обучающийся владеет частично теоретическими основами органической химии и органического синтеза, способен предложить методы синтеза некоторых веществ с заданными свойствами, не способен описать механизмы реакций лежащих в основе предложенных методов синтеза.</p>	<p><i>Зачтено</i></p>
<p>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ органической химии и органического синтеза, допускает грубые ошибки при описании методов синтеза органических веществ, демонстрирует полное незнание механизмов органических реакций.</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>