

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 08.11.2023 17:06:25  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82475

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Аспирантура  
Кафедра Органической химии

---

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Органическая химия

---

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	1.4.3 Органическая химия
Направленность	Органическая химия
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Органическая химия» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №11 от 28.06.2022 г.

Разработчик рабочей программы «Органическая химия»

д-р. хим. наук, профессор К.И. Кобраков

канд. хим. наук, доцент Д.Н. Кузнецов

Заведующий кафедрой: канд. хим. наук, доцент Д.Н. Кузнецов

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины Органическая химия обучающийся должен:

-интерпретировать механизмы реакций с позиции современных представлений, исходя из небольшого числа важнейших элементарных актов с учетом разнообразных влияний различных факторов на реакционную способность химических соединений, которая находится в зависимости от строения и условий проведения реакции.

- перечислить основные современные методы количественной оценки реакционной способности органических соединений.

- разработать общие подходы к решению вопроса о планировании и выборе наиболее целесообразного пути синтеза, показать основные современные подходы к синтезу органических веществ, увидеть в эксперименте проявление наиболее важных химических свойств, характерных для функциональных групп, определяющих реакционную способность органических соединений.

## 2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина Органическая химия включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 7.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин предыдущего уровня образования: химия гетероциклических соединений; методы синтеза красителей с заданными свойствами; химия хелатообразующих органических соединений; химия природных соединений; современные источники химической информации и основные методы ее извлечения; основы супрамолекулярной химии.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Знать:</b> современные научные достижения в предметной области органической химии; – основные достижения и тенденции развития органической химии: новые подходы к выделению, синтезу и очистке органических соединений; методы установления структуры органических соединений; методы исследования реакционной способности органических соединений; методологию комплексных научных исследований в своей предметной области, включая исследования междисциплинарного характера. <b>Уметь:</b> проектировать комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения. <b>Владеть:</b> осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения.	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)
готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<b>Знать:</b> способы, методы и технологии научной коммуникации. <b>Уметь:</b> организовать свою работу в составе исследовательского коллектива по решению научных задач. <b>Владеть:</b> способностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных задач.	самостоятельная работа (СР)

<p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><b>Знать:</b> современные экспериментальные и теоретические методы исследования в области органической химии; способы, методы и технологии научных исследований.  <b>Уметь:</b> сформулировать задачи научного исследования в области направленного синтеза соединений с полезными свойствами или новыми структурами и выбрать необходимые методы их решения.  <b>Владеть:</b> способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в предметной области; информационно-коммуникационными технологиями при решении поставленных задач.</p>	<p>практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</p>
<p>готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук</p>	<p><b>Знать:</b> предметную область и методы исследования в области собственных научных исследований.  <b>Уметь:</b> организовать работу малого исследовательского коллектива в предметной области; предупреждать и конструктивно разрешать межличностные конфликты в профессиональной деятельности;  <b>Владеть:</b> способностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук.</p>	<p>самостоятельная работа (СР)</p>
<p>готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</p>	<p><b>Знать:</b> современные образовательные технологии и технологии обучения органической химии; сущность, методологическую основу, структуру и основные принципы построения технологии, требования, предъявляемые к технологиям обучения;  <b>Уметь:</b> анализировать методические модели, методики, технологии и приемы обучения, тенденции и направления развития образования в мире и анализировать результаты их использования в образовательных заведениях различных типов; разрабатывать учебно-методическое обеспечение для дисциплины органическая химия; проектировать учебные занятия по органической химии.  <b>Владеть:</b> навыками формирования в педагогических коллективах позитивного психологического климата и этическими нормами в профессиональной деятельности; культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации в области традиционных и нетрадиционных педагогических технологий.</p>	<p>самостоятельная работа (СР)</p>
<p>способность самостоятельно планировать многоступенчатый синтез сложных органических соединений с использованием эффективных прекурсоров и билдинг-блоков;</p>	<p><b>Знать:</b> предметную область органической химии в соответствии с паспортом научной специальности 02.00.03 Органическая химия; основные достижения и тенденции развития органической химии: новые подходы к выделению, синтезу и очистке органических соединений; методы установления структуры органических соединений; методы исследования реакционной способности органических соединений; стереохимические закономерности химических реакций; способы моделирования структур и свойств биологически активных веществ.  <b>Уметь:</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области органических соединений; – сформулировать научную проблему в области органической химии и предложить подходы к ее решению.  <b>Владеть:</b> способностью развивать рациональные пути синтеза сложных молекул и новых молекулярных систем с высокоспецифическими взаимодействиями между молекулами.</p>	<p>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</p>

умение грамотно выбирать и практически использовать современные приемы тонкого органического синтеза, химической технологии, экспериментального оборудования для достижения поставленной цели;	<b>Знать:</b> современные методы исследования в предметной области: синтетические методы в органической химии; <b>Уметь:</b> выбрать необходимые методы исследования и обосновать их применимость для решения поставленной задачи в области органической химии <b>Владеть:</b> общими подходами к решению задач, воспроизводящие ситуации, встречающиеся в практике многостадийного синтеза конкретных органических соединений	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)
умение комплексно использовать данные физико-химических исследований органических соединений и квантово-химических расчетов для выявления закономерностей типа «структура-свойства» и последующего моделирования структур с практически важными свойствами.	<b>Знать:</b> важнейшие физико-химические методы исследования органических соединений; возможности структурно-функционального подхода к проблемам количественной оценки реакционной способности органических соединений и в прогнозировании результатов органических реакций; основы эмпирических и теоретических методов количественной оценки реакционной способности; <b>Уметь:</b> применять на практике методы корреляционного анализа органических реакций и квантовой органической химии (метод молекулярных орбиталей, метод возмущений молекулярных орбиталей, принцип сохранения орбитальной симметрии); <b>Владеть:</b> общими подходами к количественному описанию и систематизации экспериментальных данных в области строения и реакционной способности органических соединений.	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)

#### 4. Объем и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Лекции (ч)	18
Практические занятия (семинары) (ч)	18
Самостоятельная работа (ч)	72
Форма контроля (зач./экз.)	Экзамен

#### 4. Содержание разделов учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
1	2	3	4	5	6
Классификация и строение органических соединений	<b>Лекция 1.</b> Особенности строения углеродного скелета. 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.	2	Описание органических соединений в терминах ММО. Типы перекрывания орбиталей. Отбор по симметрии. Метод Хюккеля и метод граничных орбиталей Фукуи. Ароматичность. Орбитальное рассмотрение ключевых функциональных групп. Зависимость энергий ВЗМО и НСМО от различных факторов. Аномерный эффект. Метод валентных связей $\sigma$ и $\pi$ -связи. Модель гибридизации АО. Явление сопряжения. Типы сопряжения ( $\pi$ - $\pi$ , $p$ - $\pi$ , $n$ - $\pi$ ). Резонансные структуры для различных объектов. Расчет среднего порядка связи и энергии сопряжения. Делокализация заряда.	2	Индивидуальное домашнее задание
Кислоты и основания в органической химии.	<b>Лекция 2.</b> Протолитическая теория Брэнстеда-Лоури. Сила кислот и оснований. Понятие о сопряженных основаниях и сопряженных кислотах. Влияние электронных и стерических эффектов на кислотность. Теория Льюиса. Донорно-акцепторные взаимодействия. Теория ЖМКО Пирсона. Поляризуемость ионов и молекул. Нуклеофилы и электрофилы. Конкуренция нуклеофильности и основности. Факторы, определяющие силу нуклеофилов и электрофилов.	2	Суперкислоты. Влияние электронных и стерических эффектов на кислотность. Роль растворителя в кислотно-основных взаимодействиях. Теория ЖМКО Пирсона. Поляризуемость ионов и молекул. Конкуренция нуклеофильности и основности.	2	Индивидуальное домашнее задание
Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций.	<b>Лекция 3.</b> Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты: карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены, нитрены (стабильность и синтетические эквиваленты). Неклассические карбокатионы. Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Сравнение кинетических параметров для разных функциональных групп.	2	Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты: карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены, нитрены (стабильность и синтетические эквиваленты). Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Сравнение кинетических параметров для разных функциональных групп.	2	Индивидуальное домашнее задание

1	2	3	4	5	6
Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.	<b>Лекция 4.</b> Механизмы нуклеофильного замещения (бимолекулярный и мономолекулярный). Стереохимия реакций замещения. Анхимерное содействие.	2	Пространственные и электронные эффекты. Уходящие группы, понятие нуклеофугности и электрофугности. Обращение конфигурации и рацемизация. Внутренний барьер. Различные виды нуклеофилов. Амбидентные нуклеофилы. Электрофильное содействие.	2	Индивидуальное домашнее задание
Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование.	<b>Лекция 5.</b> Кратная связь как нуклеофил. Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов. Катионоидные интермедиаты в AdE реакциях. Ониевые ионы. Сторонние нуклеофилы. Катионные перегруппировки и циклизации. Электрофильное присоединение к диенам и другим сопряженным системам. Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Элиминирование по Гофману.	2	Гидратация алкенов. Присоединение галогеноводородов, галогенов, интергалогенидов. Гидратация алкинов. Электрофильное присоединение к диенам и другим сопряженным системам. Реакции элиминирования и условия их проведения. Правило Зайцева. Дегидратация спиртов. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Ненуклеофильные основания. Элиминирование по Гофману.	2	Индивидуальное домашнее задание
Присоединение по карбонильной группе	<b>Лекция 6.</b> Карбонильные соединения и их производные (ацетали, имины, нитрилы) как электрофилы: общая характеристика. 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. Бензоиновая конденсация. Реактивы Гриньяра и литийорганические соединения как нуклеофилы. Кето-енольная таутомерия, получение енолятов, сравнение их нуклеофильности. Альдольная конденсация. Сложноэфирная конденсация Кляйзена.	2	Получение ацеталей и тиоацеталей. Ацетали как защищенные карбонильные соединения. Обращение полярности по Кори-Зеебаху. Получение циангидринов. Бензоиновая конденсация. Реактивы Гриньяра и литийорганические соединения как нуклеофилы. Сопряженное присоединение. Реакция Михаэля. Перекрестная альдольная конденсация. Силиленолы и литиевые еноляты. Реакция Мукаймы. Енамины как нуклеофилы. Реакция Манниха.	2	Индивидуальное домашнее задание
Электрофильное и нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.	<b>Лекция 7.</b> 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. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Активность уходящих групп в реакциях замещения. Ариновый механизм. Региоселективность замещения в неактивированных системах. Викариозное замещение водорода. Кинетические особенности реакции	2	Реакции протонирования, нитрования, галогенирования, алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу, сульфирования, азосочетания. Направляющее действие заместителей. Ипсо-замещение. Замещение в солях диазония. Реакции Зандмейера и Шимана. Азосочетание. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Активность уходящих групп в реакциях замещения. Ариновый механизм. Викариозное замещение водорода.	2	Индивидуальное домашнее задание

1	2	3	4	5	6
Радикальные реакции	<p><b>Лекция 8.</b> 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.</p>	2	<p>Галогенирование, сульфогалогенирование и нитрование алканов. Галогенирование в аллильное и бензильное положение. Радикальное окисление. Кумольный метод получения фенола. Радикальное присоединение. Эффект Караша. Радикальная полимеризация алкенов. Присоединение тиолов и селенолов. Радикальные перегруппировки. Радикальные реакции С-С сочетания. Восстановление металлами. Восстановление по Буво-Блану. Восстановление по Берчу. Пинаконовое восстановление. Ацилоиновая конденсация. Реакция Мак Мурри.</p>	2	Индивидуальное домашнее задание
Синхронные реакции	<p><b>Лекция 9.</b> Сигматронные перегруппировки, общие представления. Механизмы, орбитальные требования. Перегруппировки Кляйзена, Коупа. Принцип сохранения орбитальной симметрии. Реакция Дильса-Альдера. Диполярное циклоприсоединение. Типы 1,3-диполей и диполярофилов. Озонолиз. [2+2] циклоприсоединение.</p>	2	<p>Сигматронные перегруппировки. Винилциклопропановая перегруппировка. Реакция Дильса-Альдера. Диполярное циклоприсоединение. Озонолиз. Гидроксилирование. Реакция Пехмана. Эволюция методов гидроксилирования. Клик-реакция Шарплеса. [2+2] Циклоприсоединение. Получение циклобутанов. Электроциклические реакции. Реакция Назарова.</p>	2	Индивидуальное домашнее задание
<b>ВСЕГО часов в семестре</b>	.	<b>18</b>		<b>18</b>	Экзамен

## 5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Классификация и строение органических соединений	Программные средства для генерации систематического названия органического соединения. Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты в неорганической и органической химии. Зависимость эффекта от природы заместителя и строения углеродного скелета. Распределение электронной плотности. Расчёт степени окисления для органических соединений.	2
2	Кислоты и основания в органической химии.	Протолитическая теория Брэнстеда-Лоури. Понятие о сопряженных основаниях и сопряженных кислотах. Сила кислоты как функция стабильности аниона. Углеводороды как кислоты. Теория Льюиса. Донорно-акцептонные взаимодействия. Нуклеофилы и электрофилы. Стерически нагруженные основания (K <sub>2</sub> OtBu, LDA, LiHMDS, DBU, DBN).	2
3	Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций.	Реакционная способность карбенов и карбеноидов. Способы генерации карбенов. Диазосоединения. Реакции циклопропанирования. Реакция Симмонса-Смита, механизм, стереохимические особенности. 13.2 Нитрены – способы генерации. Нитреновые перегруппировки: Гофман, Курциус, Шмидт. Реакция Штаудингера. Перегруппировка Бекмана.	2
4	Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.	Сравнение нуклеофильности различных соединений. Пространственные и электронные эффекты. Уходящие группы. Протонирование – как простейший способ активации гидроксильной группы. Производные сульфокислот как уходящие группы (мезилаты, тозилаты, трифлаты, брозилаты, нозилаты). Галогениды неметаллов как деоксогалогенирующие реагенты. Различные виды нуклеофилов. Амбидентные нуклеофилы. Алкилирование аминов. Раскрытие эпоксидов. Аллильная перегруппировка.	2
5	Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование.	Правило Марковникова и случаи его нарушения. Ониевые ионы и стереохимия их образования и раскрытия. Оксигалогенирование. Иодлактонизация. Катионные перегруппировки. Пинаколиновая перегруппировка. Оксимеркурирование. Неэлектрофильные реакции алкенов. Гидрирование и гидроборирование. Восстановление алкинов на катализаторе Линдлара. Гомогенное гидрирование (без механизма).	2
6	Присоединение по карбонильной группе	Активность карбонильных соединений как электрофилов: электронные и пространственные эффекты. Геминальные диолы и правило Эрленмейера. Взаимодействие карбонильных соединений с азотосодержащими нуклеофилами. Основания Шиффа. Енамины. Оксимы. Гидразоны. Аналоги карбонильной группы.	2
7		Производные карбоновых кислот. Реакция этерификации. Ацилирование O-, N-, S-нуклеофилов. Гидролиз производных карбоновых кислот. Кислотный и основной катализ. Карбонилдиимидазол в реакциях ацилирования. Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Реакция Перкина. Конденсация Дикмана. Реакция Дарзана. Эпоксидирование по Кори-Чайковскому. Синтез Арндта-Эйстерта. Соединения с активной метиленовой группой. Конденсация Кневенагеля. Реакция Анри. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Галоформная реакция.	2
8	Электрофильное и нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.	Нитрование ацидофобных субстратов. Реакции формилирования. Проблема иодирования и трифторметилирования. Замещение в фенолах и анилинах. Замещение в гетероциклах и конденсированных системах. Нуклеофилы, содержащие уходящие группы.	2
9	Синхронные реакции	Перегруппировки Кляйзена, Коупа. Сравнение реакционной способности различных диенов и диенофилов. Стереохимия. Ретро-реакция Дильса-Альдера. Гетерореакция Дильса-Альдера. Получение гетероциклов.	2
10	Все разделы	Подготовка к экзамену	54
<b>ВСЕГО часов в семестре:</b>			<b>72</b>



## 6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины Органическая химия используются следующие образовательные технологии:

- лекции
- практические занятия
- самостоятельная работа
- защита индивидуального домашнего задания

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

**7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.**

**7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля**

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Классификация и строение органических соединений»*

1. Электронные представления о природе химических связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп.
2. Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Метод МО Хюккеля.
3. Теория возмущений МО. Индексы реакционной способности. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Кислоты и основания в органической химии»*

1. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Уравнение Бренстеда. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Суперкислоты. Функции кислотности.
2. Принцип ЖМКО; его обоснование на основе теории возмущений МО.
3. Влияние среды на скорости и равновесие органических реакций. Специфическая и неспецифическая (универсальная) сольватация. Классификация и шкалы параметров растворителей. Влияние сольватации на скорость и равновесие органических реакций. Кислотность и основность в газовой фазе.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций»*

1. Основные типы интермедиатов, строение и методы генерации.
2. Основные типы реакций карбокатионов и области их синтетического использования.
3. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность интермедиатов.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода»*

1. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду по механизму  $S_{N1}$ . Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции
2. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду по механизму  $S_{N2}$ . Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции.
3. Сравнение нуклеофильности различных соединений. Пространственные и электронные эффекты. Уходящие группы.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование»*

1. Присоединение галогеноводородов, галогенов, интергалогенидов по кратной связи. Правило Марковникова и случаи его нарушения.
2. Пинаколиновая перегруппировка.
3. Ониевые ионы и стереохимия их образования и раскрытия.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Присоединение по карбонильной группе»*

1. Активность карбонильных соединений как электрофилов: электронные и пространственные эффекты. Геминальные диолы и правило Эрленмейера.
2. Взаимодействие карбонильных соединений с азотосодержащими нуклеофилами. Основания Шиффа. Енамины. Оксимы. Гидразоны.
3. Соединения с активной метиленовой группой. Конденсация Кневенагеля. Реакция Анри. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Галоформная реакция.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Электрофильное и нуклеофильное замещение в ароматическом ряду»*

1. Реакция галогенирования ароматических соединений.
2. Реакция сульфирования ароматических соединений. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфо-группы.
3. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Синтез диарил- и триарилметанов

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Радикальные реакции»*

1. Галогенирование, сульфогалогенирование и нитрование алканов.
2. Галогенирование в аллильное и бензильное положение.
3. Радикальное окисление. Кумольный метод получения фенола.

*Индивидуальное домашнее задание по теме «Синхронные реакции»*

1. Реакция Дильса-Альдера. Сравнение реакционной способности различных диенов и диенофилов.
2. Гетерореакция Дильса-Альдера.
3. Диполярное циклоприсоединение.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

### 7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации

#### Билет № 1

1. Основные положения структурной теории органических соединений. Электронное строение органических молекул в терминах метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей. Строение углеродного скелета. Модель гибридизации АО,  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи. Теория резонанса. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты.
2. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Механизмы нуклеофильного замещения (бимолекулярный и мономолекулярный). Стереохимия реакций замещения, обращение конфигурации и рацемизация. Межфазный катализ в реакциях нуклеофильного замещения.

#### Билет №2

1. Механизмы органических реакций. Классификация механизмов. Понятие о лимитирующей стадии реакции, конкурирующих процессах, селективности. Кинетический и термодинамический контроль.
2. Электрофильное присоединение к алкенам. Стереохимия присоединения галогенов и сульфенгалогенидов, "ониевые" ионы. Галогенирующие реагенты. Равновесие между открытыми и мостиковыми ионами: влияние природы алкена и электрофила. Реакции сопряженного электрофильного присоединения. Эпоксидирование алкенов надкислотами и перекисями.

#### Билет №3

1. Карбокатионы. Номенклатура. Строение и устойчивость. Типы, способы генерации, примеры реакционной способности. "Неклассические карбокатионы".
2. Реакции отщепления. Механизмы E1, E2 и E1CB. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Влияние свойств основания и условий проведения реакции на скорость и механизм реакции. Регио- и стереохимия реакций отщепления. Правила Зайцева и Гофмана. Условия, необходимые для протекания син-элиминирования. Конкуренция между реакциями элиминирования и нуклеофильного замещения.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, ....)	Издательство	Год издания	Кол-во экз.	Электронный ресурс
<b>Основная литература</b>							
1	Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.	Органическая химия. Т.1	Учебник	Лаборатория знаний	2021	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/541872">https://znanium.com/catalog/product/541872</a>
2	Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.	Органическая химия. Т.2.	Учебник	Лаборатория знаний	2021	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/542433">https://znanium.com/catalog/product/542433</a>
3	Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.	Органическая химия. Т.3	Учебник	Лаборатория знаний	2021	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/541050">https://znanium.com/catalog/product/541050</a>
4	Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.	Органическая химия Т.4	Учебник	Лаборатория знаний	2021	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/542433">https://znanium.com/catalog/product/542433</a>
5	В. А. Смит, А. Д. Дильман	Основы современного органического синтеза	Учебник	Лаборатория знаний	2020	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1093255">https://znanium.com/catalog/product/1093255</a>
6	Сайкс П.	Механизмы реакций в органической химии: вводный курс	Учебник	Химия	2000	2	-
7	Степанов Н.Ф.	Квантовая механика и квантовая химия	Учебник	Мир	2001	1	-
8	Артеменко А.И.	Органическая химия. Теоретические основы: углубленный курс	Учебник	Просвещение	1997	1	-
9	Беккер Г.	Органикум: Практикум по органической химии Т. 1,2.	Учебник	Мир	1992	Т.1 – 2 Т.2 - 2	-
10	Шабаров Ю.С.	Органическая химия	Учебник	Химия	2000	3	-
11	Смит В.А. Бочков А.Ф. Кейпл Рон.	Органический синтез. Наука и искусство	Учебное пособие	Мир	2001	1	-
<b>Дополнительная литература</b>							
1	Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл	Основы органической стереохимии	Учебник	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,	2014	-	<a href="http://znanium.com/catalog/product/544325">http://znanium.com/catalog/product/544325</a>
2.	Ф. Травень, А. Ю. Сухоруков, Н. А. Пожарская	Задачи по органической химии	Учебник	Лаборатория знаний	2020	-	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1200643">https://znanium.com/catalog/product/1200643</a>

2.	Зволинский В.И., Неборако О.Ю.	Конспект лекций по курсу "Механизмы реакций в органической химии"	Учебное пособие	МГТУ им. А.Н.Косыгина	2007	5	-
2	Курц А.Л., Ливанцов М.В., Чепраков А.В., Ливанцова Л.И., Зайцева Г.С., Кабачник М.М.	Задачи по органической химии с решениями	Учебное пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,	2014	-	<a href="http://znanium.com/catalog/product/365577">http://znanium.com/catalog/product/365577</a>
3	С. С. Карлов, В. Н. Нуриев, В. И. Теренин, Г. С. Зайцева	Задачи по общему курсу органической химии с решениями	Учебное пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,			<a href="https://znanium.com/catalog/product/1200641">https://znanium.com/catalog/product/1200641</a>
4	Дж. Марч.	Органическая химия. Реакции, механизмы и структуры. Т.1-4	Учебник	Мир	1988	Т.1 – 1 Т.2 – 1 Т.3 – 1 Т.4 – 1	-
5	Терней А.	Современная органическая химия. В 2-х т.	Учебник	Мир	1981	Т.1 – 5 Т.2 – 3	-
6	Ингольд К.	Теоретические основы органической химии.	Учебник	Мир	1973	2	-
7	Вацура К.В.	Именные реакции в органической химии	Учебник	Химия	1976	7	-
8	Пейн, Ч. А. Пейн Л.Б. -	Как выбирать путь синтеза органического соединения	Учебное пособие	Мир	1973	1	-

## 8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека РГУ им. А.Н. Косыгина <http://biblio.mgudt.ru/jirbis2/>.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ИНФРА-М» «Znanium.com» <http://znanium.com/>.
3. Реферативная база данных «Web of Science» <http://webofknowledge.com/>.
4. Реферативная база данных «Scopus» <http://www.scopus.com/>.
5. Патентная база данных компании «QUESTEL – ORBIT» <https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage>.
6. Электронные ресурсы издательства «SPRINGER NATURE» <http://www.springernature.com/gp/librarians>.
7. ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com/>.
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://www.elibrary.ru/>.
9. Национальная электронная библиотека («НЭБ») <http://нэб.рф/>.
10. База данных Organic Syntheses: <http://www.orgsyn.org>
11. База данных ChemSynthesis: <http://www.chemsynthesis.com>
12. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://patft.uspto.gov>
13. European Patent office <https://worldwide.espacenet.com>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1	
Аудитория №757 – учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории: проектор, экран для проектора, меловая доска.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1, стр.3	
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»
Аудитория №1154 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ	– Шкафы и стеллажи для книг и выставок, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 3 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.
Аудитория №1155 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	– Каталоги, комплект учебной мебели, трибуна, 2 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.
Аудитория №1156 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	– Стеллажи для книг, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 8 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

<b>Необходимое оборудование</b>	<b>Параметры</b>	<b>Технические требования</b>
Персональный компьютер/ ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики,	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux

доступ в сеть Интернет	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft® Windows® XP Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул E85-00638; лицензия №18582213 от 30.12.2004 (бессрочная корпоративная академическая лицензия);

Microsoft® Office Professional Win 32 Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN No Level, артикул 269-05620; лицензия №18582213 от 30.12.2004 (бессрочная корпоративная академическая лицензия).

Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic Open No Level, артикул FQC-02306, лицензия № 46255382 от 11.12.2009 (копия лицензии;

бессрочная академическая лицензия; центр поддержки корпоративных лицензий Microsoft).

Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open No Level, лицензия 47122150 от 30.06.2010 (бессрочная академическая лицензия; центр поддержки корпоративных лицензий Microsoft).

Система автоматизации библиотек ИРБИС64, договора на оказание услуг по поставке программного обеспечения №1/28-10-13 от 22.11.2013, №1/21-03-14 от 31.03.2014 (копии договоров).

Google Chrome (свободно распространяемое).

Adobe Reader (свободно распространяемое).

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, 250-499 Node 1 year Educational Renewal License; договор №218/17 - КС от 21.11.2018.