

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ Дакиева М.К.

« 13 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

« 18 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки:** 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Профиль подготовки:** Органическая химия

**Программа:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2025**

## 2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Механизмы органических реакций" является получение студентами современных представлений о механизмах реакций, методах их исследования, а также формирование умения делать собственные заключения о механизме изучаемой реакции, уверенно ориентироваться в потоке информации, касающейся динамики химических процессов.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

*Таблица 1.1.*

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
<b>2.13 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)</b>	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	5-6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

<b>26.003</b> <b>«Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов»</b>	A	Управление стадиями работ по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов	7	Проектирование особо сложных изделий из наноструктурированных композиционных материалов	C/03.7	7
<b>40.011</b> <b>«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»</b>	B	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	6	Проведение патентных исследований и определение характеристик продукции (услуг)	B/01.6	6
				Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	B/02.6	6

				Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	В/06.6	6
<b>26.013</b> <b>«Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства»</b>	А	Контроль качества химической и биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса	6	Контроль качества сырья и материалов в организации по производству биопрепаратов для растениеводства	А/01.6	6

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВПО

Дисциплина “Механизмы органических реакций” входит в Блок 1 и относится дисциплинам по выбору; изучается в 7-м семестре. Основой для ее освоения являются знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения базовых дисциплин профессионального цикла ОПОП: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Химические основы биологических процессов», «Коллоидная химия»

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- современные подходы и методы исследования механизмов органических реакций;
- механизмы важнейших органических реакций.

**Уметь:**

- ориентироваться в потоке информации, касающейся динамики химических процессов;
- интерпретировать экспериментальные данные и делать суждения о механизме реакции, природе переходного комплекса, интермедиатов и т.д.;

**Владеть:**

- общими подходами по качественному и количественному описанию и предсказанию реакционной способности органических соединений.
- должен демонстрировать способность и готовность: применять теоретические знания для выполнения курсовых и квалификационных работ

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

*Таблица 3.1.*

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>			
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая команд-	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества	Знать – методики формирования команд; методы разработки командной стратегии и эффективного руководства коллек-

	<p><b>ную стратегию для достижения поставленной цели</b></p>	<p>для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде</p> <p><b>УК-3.2.</b> Понимает особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает /взаимодействует, учитывает их в своей деятельности (выбор категорий групп людей осуществляется образовательной организацией в зависимости от целей подготовки – по возрастным особенностям, по этническому или религиозному признаку, социально незащищенные слои населения и т.п.)</p> <p><b>УК-3.3.</b> Прогнозирует результаты (последствия) личных действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата</p> <p><b>УК-3.4.</b> Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды</p>	<p>тивами; основные теории лидерства и стили руководства.</p> <p><b>Уметь</b> – разрабатывать командную стратегию; формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; применять эффективные стили руководства командой.</p> <p><b>Владеть:</b> – умением анализировать, проектировать и организовывать коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.</p>
<p><b>Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения</b></p>			

ПК-1	Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической промышленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p><b>ПК-1.1.</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках предложенного плана</p> <p><b>ПК-1.2.</b> Систематизирует формацию, полученную в ходе собственных исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p>	<p><b>Знать:</b> - стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов;  - типы функциональных материалов в химической технологии: катализаторы, адсорбенты, электроды, мембраны, сенсоры и др.  - фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТС, основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов.</p> <p><b>Уметь:</b> - применять типовые приемы анализа веществ и материалов;  - пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии  - систематизировать материалы по составу, свойствам и функциональному назначению;  - оценить весь промышленный объект как большую химико-технологическую систему и грамотно описать ее иерархическую структуру;  - использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа;  - грамотно анализировать полученные результаты, сопоставлять с имеющимися в литературе;  - оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований</p> <p><b>Владеть:</b> - стандартными инструментальными методами исследования органических веществ и материалов;  - навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований</p>
------	--	---	--

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

Таблица 4.1.

## Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	34	34
Лекции	18	18
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа студентов	38	38

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

#### 5.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

Таблица 5.1.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самост. работу			Форма текущего контроля успеваемости.
			Лекции	Практич. работы	СРС	
1	Основные понятия	7	2	2	2	Тестирование
2	Нуклеофильное и электрофильное замещение у насыщенного атома углерода	7	2	2	6	Тестирование
3	Реакции элиминирования	7	2	2	6	Контрольная работа №1.
4	Реакции присоединения по двойной углерод-углеродной связи	7	4	2	6	Контрольная работа №2.
5	Реакции присоединения по двойной углерод-кислородной связи	7	2	2	6	Подготовка рефератов
6	Реакции замещения в ароматическом ряду	7	4	4	6	Подготовка рефератов



7	Карбокатионные, карбанионные и радикальные интермедиаты	7	2	2	6	Тестирование
<b>Итого:</b>			<b>18</b>	<b>16</b>	<b>38</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Механизмы органических реакций»

### Тема 1. Основные понятия.

Структурные формулы, кислотность и основность, ароматичность

### Тема 2. Нуклеофильное и электрофильное замещение у насыщенного атома углерода

Нуклеофильное замещение. Механизмы  $SN_2$  и  $SN_1$ . Кинетика и стереохимия. Нуклеофильность и основность. Амбидентные ионы. Уходящие группы. Структура субстрата. Влияние заместителей в субстрате. Эффект участия соседней группы. Природа растворителя. Примеры реакций нуклеофильного замещения на галогеналканах, спиртах и простых эфирах. Электрофильное замещение. Механизмы  $SE_2$  и  $SE_1$ . Кинетика и стереохимия. Сравнение механизмов нуклеофильного и электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Примеры реакций.

### Тема 3. Реакции элиминирования

Важнейшие механизмы элиминирования. Классификация реакций элиминирования. Механизмы  $E_1$ ,  $E_{1cb}$ ,  $E_2$ . Карбокатионный и карбанионный характер переходного состояния. Стереохимия реакции  $E_2$ -элиминирования. Примеры реакций. Особенности реакций элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стерический фактор при элиминировании. Предпочтительность образования транс-продуктов. Дегидрогалогенирование. Термическое син-элиминирование. Реакции Чугаева и Коупа.

### Тема 4. Реакции присоединения по двойной углерод-углеродной связи

Механизмы электрофильного присоединения. Механизмы  $AE_2$  и  $AE_3$ . Электрофильное присоединение к алкенам: присоединение брома через циклический ион бромония, ответственный за антиприсоединение; присоединение хлора и галогеноводородов. Правило Марковникова. Стереохимия присоединения галогенов и галогеноводородов к алкенам. Примеры реакций электрофильного присоединения. Гидратация алкенов, катализируемая кислотами; оксимеркурирование; гидроборирование. Примеры реакций электрофильного присоединения: присоединение хлорноватистой кислоты; реакции Риттера, Дарзана, Принса. Электрофильное присоединение к сопряженным диенам, алкинам, алленам. Кинетический и термодинамический контроль. Нуклеофильное присоединение к активированной двойной связи. Кислотный и основной катализ. Ци-анэтирование; присоединение галогеноводородов; аминов и реактивов Гриньяра к  $\alpha,\alpha$ -непредельным карбонильным соединениям. Реакция Михаэля. Нуклеофильное присоединение к алкинам.

### Тема 5. Реакции присоединения по двойной углерод-кислородной связи

Альдегиды и кетоны в реакциях нуклеофильного присоединения. Общая характеристика карбонильной группы. Роль кислотного и основного катализа в реакциях нуклеофильного присоединения. Реакционная способность карбонильных соединений в реакциях нуклеофильного присоединения. Примеры реакций нуклеофильного присоединения к альдегидам и кетонам: гидратация, присоединение спиртов, синильной кислоты, бисульфита

натрия. Карбонильные соединения в реакциях присоединения-отщепления. Альдегиды и кетоны в реакциях присоединения-отщепления с соединениями, содержащими первичную аминогруппу. Функциональные производные карбоновых кислот в реакциях присоединения-отщепления: ацилирование спиртов и аминов; гидролиз сложных эфиров, механизмы  $\text{AAc}_2$ ,  $\text{BAc}_2$ ,  $\text{AAlk}_1$ ,  $\text{AAc}_1$ ; гидролиз амидов и нитрилов в кислой и щелочной средах. Альдольная конденсация. Механизм альдольной конденсации в кислой и основной средах. Побочные реакции, взаимосвязь между строением карбонильных соединений и их поведением в альдольной конденсации. Стереохимические аспекты реакции альдольной конденсации. Реакции альдольного типа: бензоиновая конденсация, реакции Манниха, Кневенагеля, Штоббе, Дарзана, Виттига, сложноэфирная конденсация, реакция Дикмана. Реакция Гриньяра. Строение реактивов Гриньяра, механизм присоединения  $\text{RMgX}$  по карбонильной группе. Конкурирующие реакции: восстановление, енолизация, конденсация. Взаимодействие реактивов Гриньяра с  $\alpha, \alpha$ -непредельными альдегидами и кетонами, с функциональными производными карбоновых кислот. Восстановление карбонильных соединений. Восстановление с участием гидрид-иона: восстановление с помощью алюмогидрида лития, реакции Меервейна-Понндорфа-Верлея, Канницаро. Восстановление карбонильных соединений с передачей электронов: восстановление металлами, ацилоиновая конденсация, восстановление по Буво-Блану.

#### **Тема 6. Реакции замещения в ароматическом ряду**

Ароматичность. Ароматичность и правило Хюккеля. Антиароматичность. Неароматические, ароматические и антиароматические аннулены. Примеры структур, обладающих ароматическими свойствами. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Механизм  $\text{SEAr}$ . Влияние заместителей на реакционную способность и ориентацию при электрофильном замещении. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Примеры реакций. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду. Нуклеофильное замещение через присоединение-отщепление ( $\text{SN}_2\text{Ar}$ ). Нуклеофильное замещение через ион диазония (мономолекулярный механизм отщепления-присоединения  $\text{SN}_1\text{Ar}$ ). Примеры реакций.

#### **Тема 7. Карбокатионные, карбанионные и радикальные интермедиаты**

Карбокатионы. Строение, пути образования и стабильность карбокатионов. Реакции с участием карбокатионов. Перегруппировки без изменения углеродного скелета и с изменением углеродного скелета. Пинаколиновая и ретропинаколиновая перегруппировки. Реакция Тиффено-Демьянова. Неклассические карбокатионы. Электронодефицитные центры. Карбены: строение, пути образования, важнейшие реакции. Перегруппировка Вольфа. Реакция Арндта-Эйстерта. Нитрены. Перегруппировки Гофмана, Курциуса, Лоссена, Бекмана, Шмидта. Перегруппировки с миграцией групп к  $-\text{O}+$ . Карбанионы и радикалы. Карбанионы: строение, пути образования, стабильность. Важнейшие реакции карбанионов. Радикалы: стабильность и пути образования. Реакции присоединения и замещения. Перегруппировки.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении теоретического курса используются методы ИТ: применение компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам, использование обучающих программ.

Материалы лекций представляются в интерактивной форме.

При проведении практических занятий по ряду тем используется опережающая самостоятельная работа.

Реализуется технология самообучения студентов с использованием электронных форм дистанционного обучения.

Применяется рейтинговая система аттестации студентов.

## 7. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 7.1.

#### Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	Основные понятия	2	собеседование, тестовый контроль
2.	Нуклеофильное и электрофильное замещение у насыщенного атома углерода	6	собеседование, тестовый контроль
3.	Реакции элиминирования	6	Собеседование, тестовый контроль
4.	Реакции присоединения по двойной углерод-углеродной связи	6	Собеседование, тестовый контроль
5.	Реакции присоединения по двойной углерод-кислородной связи	6	собеседование, тестовый контроль
6.	Реакции замещения в ароматическом ряду	6	собеседование, тестовый контроль
7.	Карбокатионные, карбанионные и радикальные интермедиаты	6	собеседование, тестовый контроль

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### *Вопросы для собеседования*

1. Понятие полярности связи и дипольного момента молекул.
2. Понятие поляризуемости связи.
3. Перечислить типы органических реакций.
4. Перечислить способы разрыва ковалентной связи.
5. Понятие молекулярности реакции ( $A_n$  – реакции радикального присоединения,  $E_2$  – реакции бимолекулярного элиминирования,  $SN_1$  – реакции мономолекулярного нуклеофильного замещения).
6. Понятие о гибридизации. Виды.
7. Понятие индуктивного эффекта. Привести примеры заместителя, обладающего отрицательным и положительным индуктивным эффектом ( $-I$ ,  $+I$ ).
8. Перечислить факторы, влияющие на скорость нуклеофильного замещения.
9. Объяснить механизмы ковалентной связи.
10. Перечислить свойства ковалентной связи.

### *Примерные задачи для контрольной работы*

#### **Контрольная работа № 1**

1. Объяснить механизмы ковалентной связи. Перечислить свойства ковалентной связи.
2. Объяснить почему углерод образует ковалентные связи и не склонен к образованию связей путем отдачи и присоединения электронов.
3. Какими методами определяют геометрические размеры молекул?
4. Понятие полярности связи и дипольного момента молекул.
5. Понятие поляризуемости связи.
6. Перечислить типы органических реакций.
7. Перечислить способы разрыва ковалентной связи.
8. Понятие молекулярности реакции ( $A_n$  – реакции радикального присоединения,  $E_2$  – реакции бимолекулярного элиминирования,  $SN_1$  – реакции мономолекулярного нуклеофильного замещения).
9. Понятие о гибридизации.
10. Понятие индуктивного эффекта. Привести примеры заместителя, обладающего отрицательным и положительным индуктивным эффектом ( $-I$ ,  $+I$ ).

#### **Контрольная работа № 2**

1. Объяснить механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $SN_2$ ) на примере реакции гидролиза бромидного метила в водно-щелочном растворе.
2. Объяснить механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $SN_1$ ) на примере реакции гидролиза бромидного метила в щелочной среде.
3. Объяснить механизм внутримолекулярного нуклеофильного замещения ( $SN_i$ ) на примере взаимодействия  $Bu+OH + SOCl_2$ .
4. Перечислить факторы, влияющие на скорость нуклеофильного замещения.
5. Объяснить влияние природы алкильных групп на механизм нуклеофильного замещения.

- Объяснить влияние природы замещенных групп на скорость реакции нуклеофильного замещения.
- Объяснить влияние входящей группы на скорость реакции нуклеофильного замещения.
- Объяснить влияние растворителей и катализаторов на механизмы нуклеофильного замещения.
- Объяснить механизм гидролиза алкилгалогенидов ( $S_N$  – замещения и  $\beta$  - элимирование).
- Объяснить строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах.

***Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

***Вопросы для контроля на зачете***

- Теория активированного комплекса (переходного состояния). Поверхность потенциальной энергии. Свободная энергия активации реакции, энтальпия и энтропия активации. Уравнения Аррениуса и Эйринга.
- Методы исследования механизмов органических реакций. Промежуточные частицы, их регистрация и относительная стабильность. Кинетические методы, изотопные эффекты, метод меченых атомов, метод «ловушек».
- Кислотность и основность, теории Бренстеда и Льюиса. Принцип ЖМКО. Электрофильность и нуклеофильность.
- Влияние среды (природы растворителя) на реакционную способность.
- Структура органических веществ и ее связь с реакционной способностью. Линейность свободных энергий. Формальный подход: уравнение Гаммета и др. Диагностика механизмов реакций в рамках формального подхода.
- Исследование реакционной способности полуэмпирическими и неэмпирическими (ab initio) квантово-химическими методами.
- Механизмы органических реакций. Типы разрыва химических связей. Классификация реакций, ассоциативные, диссоциативные и синхронные реакции. Сложные (многостадийные) механизмы, лимитирующая стадия.
- Свободно-радикальное замещение  $S_R$ . Стадии реакции: зарождение (иницирование), продолжение (развитие) и обрыв цепи. Относительная стабильность промежуточных радикалов и пути реакции. Реакционная способность реагентов и селективность реакции. Аллильное и бензильное замещение. Автоокисление углеводов. Жидкофазное каталитическое окисление. Ингибирование процесса. Ароматическое радикальное замещение  $S_{R_{Ar}}$ .
- Электрофильное присоединение к кратным связям АЕ.  $\pi$ -Комплекс и карбокатион, относительная устойчивость последнего. Присоединение галогенводородов, галогенов, гидратация. Ориентация и стереохимический результат. 1,2- и 1,4-Присоединение к

сопряженным диенам: 1,2- и 1,4-. Кинетический и термодинамический контроль. Радикальное присоединение AR. Нуклеофильное присоединение, реакция Михаэля. Диеновый синтез – реакция Дильса-Альдера.

10. Электрофильное замещение в аренах SEAr. Механизм присоединения-отщепления.  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы. Энергетический профиль реакции. Лимитирующая стадия, изотопный эффект. Ориентирующее действие заместителей I и II рода, электронные эффекты: индукционный, мезомерный (сопряжения), стерические препятствия замещению в орто-положение. Субстратная и позиционная селективность, факторы парциальных скоростей. Относительная стабильность  $\sigma$ -комплексов. Кинетический и термодинамический контроль реакции. Ipso-замещение.

11. Нуклеофильное замещение у насыщенного (sp<sup>3</sup>-) атома углерода SN. Кинетика и механизм. Влияние строения субстрата и реагента. Влияние среды (природы растворителя). Нуклеофильность реагента и электроотрицательность уходящей группы, принцип ЖМКО Пирсона. Стереохимия реакции: механизмы SN1, SN2, SNi. Нуклеофильное замещение у винильного (sp<sup>2</sup>-) атома углерода.

12.  $\beta$ -Отщепление (элиминирование). Механизмы E1, E2, E1cB. Стереоспецифичность реакции, ориентация, правила Зайцева и Гофмана. Влияние строения субстрата, активирующие группы. Конкуренция отщепления и замещения.

13. Ароматическое нуклеофильное замещение SNAr. Неактивированное замещение, аринный механизм. Замещения в солях диазония SNAr1. Активированное замещение. Механизм присоединения-отщепления.  $\sigma$ -Комплекс. Энергетический профиль, лимитирующая стадия. Влияние строения субстрата и природы нуклеофила, нуклеофуга и растворителя.

14. Присоединение по двойным углерод-кислородным связям. Нуклеофильное присоединение к карбонилсодержащим соединениям. Реакция замещения при карбонильном атоме углерода в альдегидах и кетонах, кислотах и их производных. Этерификация и кислотно-катализируемый гидролиз сложных эфиров, механизмы AAC2, AAC1, AAlk1. Щелочной гидролиз сложных эфиров, механизмы BAc2, BAc1, BAlk1.

15. Катализ органических реакций: кислотно-основной, координационно-комплексный, окислительно-восстановительный, межфазный, гетерогенный.

### ***Критерии оценки ответа на зачете***

<b>Оценка</b>	<b>Критерии ответа</b>
<b>Зачтено</b>	Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%.
<b>Незачтено</b>	Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Учебная литература:**

#### **а) основная литература:**

1. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 567 с.
2. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 623 с.
3. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 544 с.
4. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 726 с.
5. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза. Учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 750 с.
6. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 1 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 368 с.
7. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 2 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 517 с.
8. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 3 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 388 с.
9. Илиел, Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиел. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 703 с.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций /М. Тоуб, Дж. Берджесс ; пер. с англ. -Эл. изд. - М. : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2012 - 678 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8697](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8697)
2. Татаринев Д.А., Немтарев А.В. Онлайн поисковые системы научной информации. / учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет. 30 с. Подробности: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=72662](http://kpfu.ru/publication?p_id=72662)

### **9.2. Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

### **9.3. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

<b>Название ресурса</b>	<b>Ссылка/доступ</b>
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>



образования «Информо»	
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- Лекции читаются в аудитории, оборудованной аппаратурой для показа компьютерных презентаций. Используется комплект слайдов к лекционному курсу.
- Практические занятия проводятся в компьютерном классе с локальной сетью и выходом в Интернет.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Механизмы органических реакций» направлена на формирование компетенций: УК-3, ПК-1.

Промежуточная аттестация предполагает зачет.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных

преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Механизмы органических реакций» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01. «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652

Программу составила: ст. преп. кафедры химии Евлоева А.Я.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 7 от «13» марта 2025 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом ХИМИКО-биологического факультета

Протокол заседания № 6 от «18» марта 2025 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой