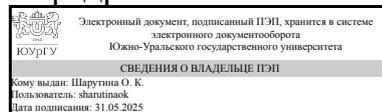


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



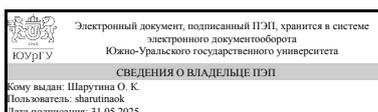
О. К. Шарутина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.08.01 Механизмы реакций в органической химии  
для направления 04.04.01 Химия  
уровень Магистратура  
магистерская программа Органическая и элементоорганическая химия  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

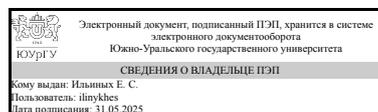
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 13.07.2017 № 655

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,  
к.хим.н., доц., доцент



Е. С. Ильиних

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины "Механизмы реакций в органической химии" является получение студентами систематизированных и углубленных знаний об основных механизмах органических реакций. Задачами дисциплины являются: 1) получение углубленных теоретических представлений об основных механизмах реакций в органической химии; 2) выявление взаимосвязи строения, реакционной способности органических соединений, условий проведения процесса с конкретным механизмом органической реакции; 3) знакомство с различными методами исследования механизмов органических реакций.

## Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины «Механизмы реакций в органической химии» рассматриваются основные механизмы органических реакций, излагаются вопросы, связанные с рассмотрением влияния внешних условий и эффектов среды, строения органических соединений и их реакционной способности на реализацию определенного механизма реакции, его лимитирующую стадию и природу активированного комплекса. Данный курс базируется на знании общего курса органической химии и требует достаточной подготовки по таким разделам, как строение органических соединений, электронные эффекты в органических молекулах и др. Основой курса является теория переходного состояния, базирующаяся на принципах и постулатах кинетики и термодинамики, представления о которых даются в соответствующих разделах физической химии. Практические занятия позволят студентам закрепить теоретический материал и приобрести практические навыки для решения проблем, связанных с планированием и контролем протекания органических реакций на основе знаний об их механизмах. Во время изучения дисциплины студентам рекомендуется не ограничиваться конспектами лекций, а использовать как можно больше материала из приведенного ниже списка литературы в рамках самостоятельной работы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен применять систему фундаментальных химических понятий и знаний, в частности, в области органической и элементоорганической химии, при решении конкретных теоретических и экспериментальных научно-исследовательских задач	Знает: строение и реакционную способность органических соединений, механизмы различных реакций с участием органических соединений, влияние условий проведения реакции на механизм и структуру продуктов реакции, методы исследования механизмов органических реакций Умеет: выявлять взаимосвязь строения, реакционной способности органических соединений, условий проведения процессов и кинетических данных для прогнозирования и установления механизмов органических реакций

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Промышленная органическая и элементоорганическая химия, Химия гетероциклических соединений, Семинар по органической химии

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
Решение задач. Подготовка к контрольным работам	10	10	
Подготовка к экзамену	36	36	
Чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины. Подготовка к устным опросам	5,5	5.5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Классификация органических реакций. Реакции нуклеофильного замещения	10	6	4	0
2	Реакции нуклеофильного отщепления (элиминирования)	14	6	8	0
3	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду	6	4	2	0
4	Реакции электрофильного замещения и присоединения в соединениях, содержащих двойную связь	6	4	2	0
5	Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду	4	4	0	0

6	Реакции свободнорадикального замещения в алифатическом ряду	4	4	0	0
7	Согласованные процессы. Реакции циклоприсоединения	4	4	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1, 2, 3	1	Введение. Классификация органических реакций. Реакции нуклеофильного замещения, общая схема, примеры нуклеофилов и уходящих групп. Условия конкурирования реакций нуклеофильного замещения и реакций элиминирования. Диссоциативные процессы (SN1 реакции). Кинетика, энергетическая диаграмма процесса, стереохимия реакций. Факторы, влияющие на SN1 процессы. Бимолекулярное нуклеофильное замещение (SN2 реакции). Кинетика, энергетическая диаграмма процесса, стереохимия реакций. Факторы, влияющие на SN2 процессы. Внутримолекулярное нуклеофильное замещение (SNi реакции). Кинетика, стереохимия реакций. Факторы, влияющие на SNi процессы. Перегруппировки (аллильная, пропаргильная) в реакциях нуклеофильного замещения. Нуклеофильное замещение с участием карбонильной группы. Амбидентные нуклеофилы и субстраты.	6
4, 5, 6	2	Реакции нуклеофильного отщепления (элиминирования). Три типа (механизма) реакций элиминирования. Реакции мономолекулярного отщепления (E1): кинетика, конкурирование реакций замещения и отщепления, строение переходных состояний конкурирующих процессов, факторы, влияющие на соотношение выходов продуктов реакций замещения и отщепления. Реакции E1cb: кинетика, энергетический профиль процесса, отличие от E2 процессов. Реакции бимолекулярного отщепления (E2): кинетика и энергетический профиль процесса, строение переходных состояний, правила Зайцева и Гофмана, факторы, влияющие на соотношение выходов продуктов Зайцева и Гофмана, стереохимия реакций отщепления.	6
7, 8	3	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Три возможных механизма реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Механизм присоединения-отщепления SE2Ar: общая схема, энергетический профиль и кинетика процесса. Ориентация процессов замещения.	4
9, 10	4	Реакции электрофильного замещения в соединениях, содержащих двойную связь, три возможных механизма, примеры. Реакции электрофильного присоединения к кратным связям. Региоселективность реакций электрофильного присоединения. Реакции сопряженного присоединения и «аномальное» галогенирование. Стереохимия присоединения галогенов и понятие о мостиковых ионах. Стереохимия и механизм присоединения галогеноводородов.	4
11, 12	5	Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Возможные механизмы, кинетика процесса. Замещение в активированных и неактивированных системах, примеры. Мономолекулярное замещение. Двухстадийный механизм реакции нуклеофильного замещения. Комплексы Мейзенгеймера. Влияние строения регентов и природы нуклеофила на скорость замещения. Нуклеофильное замещение в неактивированных системах. Ион-радикальный механизм нуклеофильного замещения.	4
13, 14	6	Реакции свободнорадикального замещения в алифатическом ряду. Общие закономерности протекания свободнорадикальных реакций. Селективность свободнорадикального замещения. Факторы, влияющие на реакционную способность органических соединений в реакциях свободнорадикального отрыва атома водорода. Влияние полярных заместителей на скорость	4

		свободнорадикального замещения. Роль стерических факторов в реакциях свободнорадикального замещения. Стереохимия реакции. Роль сольватационных эффектов. Установление механизма передачи цепи.	
15, 16	7	Согласованные процессы. Реакции циклоприсоединения, виды реакций циклоприсоединения. Возможные механизмы реакции Дильса-Альдера. Кинетические и стереохимические закономерности реакции.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Реакции нуклеофильного замещения. Диссоциативные процессы (SN1 реакции). Бимолекулярное нуклеофильное замещение (SN2 реакции). Решение задач.	4
3, 4	2	Реакции нуклеофильного отщепления (элиминирования). Реакции элиминирования E1, E1cb и E2. Решение задач.	4
5, 6	2	Контрольная работа №1 "Реакции нуклеофильного замещения (SN) и элиминирования (E)"	4
7	3	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду SE2Ar. Решение задач.	2
8	4	Контрольная работа №2 "Различные механизмы органических реакций"	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Решение задач. Подготовка к контрольным работам	1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. (Глава 22, стр. 605-639; Глава 23, стр. 643-678). 2. Юровская, М. А. Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 239 с. (Глава 1, стр. 6-12, стр. 17-22, стр. 40-42; Глава 2, стр. 54-66; Глава 3, стр. 70-97). 3. Цышевский, Р. В. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций : учебно-методическое пособие / Р. В. Цышевский, Г. Г. Гарифзянова, Г. М. Храпковский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 88 с. (весь материал). 4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 9-е	1	10

	изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 1 — 2021. — 570 с. (Глава 4, стр. 318-362; Глава 5, стр. 363-468; Глава 6, стр. 469-518). 5. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 2 — 2021. — 626 с. (Глава 9, стр. 93-184; Глава 10, стр. 185-228; Глава 13, стр. 395-495; Глава 15, стр. 569-620).		
Подготовка к экзамену	1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. (Глава 22, стр. 605-639; Глава 23, стр. 643-678). 2. Юровская, М. А. Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 239 с. (Глава 1, стр. 6-12, стр. 17-22, стр. 40-42; Глава 2, стр. 54-66; Глава 3, стр. 70-97). 3. Цышевский, Р. В. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций : учебно-методическое пособие / Р. В. Цышевский, Г. Г. Гарифзянова, Г. М. Храпковский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 88 с. (весь материал). 4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 1 — 2021. — 570 с. (Глава 4, стр. 318-362; Глава 5, стр. 363-468; Глава 6, стр. 469-518). 5. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 2 — 2021. — 626 с. (Глава 9, стр. 93-184; Глава 10, стр. 185-228; Глава 13, стр. 395-495; Глава 15, стр. 569-620).	1	36
Чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины. Подготовка к устным опросам	1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 753 с. (Глава 22, стр. 605-639; Глава 23, стр. 643-678). 2. Юровская, М. А. Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 239 с. (Глава 1, стр. 6-12, стр. 17-22, стр. 40-42; Глава 2, стр. 54-66; Глава 3, стр. 70-	1	5,5

	97). 3. Цышевский, Р. В. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций : учебно-методическое пособие / Р. В. Цышевский, Г. Г. Гарифзянова, Г. М. Храпковский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 88 с. (весь материал). 4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 1 — 2021. — 570 с. (Глава 4, стр. 318-362; Глава 5, стр. 363-468; Глава 6, стр. 469-518). 5. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 2 — 2021. — 626 с. (Глава 9, стр. 93-184; Глава 10, стр. 185-228; Глава 13, стр. 395-495; Глава 15, стр. 569-620).		
--	--	--	--

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	22	Контрольная работа 1 содержит 11 заданий разного уровня сложности. Каждое задание оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задание решено полностью правильно, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение доведено до ответа; 1 балл – задание решено в целом правильно, содержится не более двух не грубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задания, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение	экзамен

						<p>доведено до ответа; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p>	
2	1	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	12	<p>Контрольная работа 2 содержит 6 заданий разного уровня сложности. Каждое задание оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла – задание решено полностью правильно, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение доведено до ответа; 1 балл – задание решено в целом правильно, содержится не более двух не грубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задания, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение доведено до ответа; 0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p>	экзамен
3	1	Текущий контроль	Опрос	1	6	<p>В ходе опроса, который осуществляется на практическом занятии, студенту предоставляется для решения задача по теме практического занятия. Всего студент может пройти 3 опроса в течение семестра. Каждый опрос оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла - правильное решение задачи; 1 балл - частично правильное решение задачи; 0 баллов - неправильное решение задачи или отказ от решения.</p>	экзамен
4	1	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	<p>Экзамен проводится в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Ответ на каждый из двух вопросов оценивается по следующей шкале (максимально 5 баллов за 1 вопрос): 5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит</p>	экзамен

						отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений.	
--	--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Мероприятие промежуточной аттестации (экзамен) не является обязательным. Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине осуществляется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг до величины, соответствующей оценке "удовлетворительно", "хорошо" или "отлично", пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации (экзамен). Экзамен проводится в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета с дополнительным предоставлением письменного ответа на вопросы билета. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса по содержанию пройденного курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответа. Затем студент отвечает на вопросы билета, преподаватель задает студенту дополнительные вопросы (если необходимо) и в целом оценивает его ответ.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-1	Знает: строение и реакционную способность органических соединений, механизмы различных реакций с участием органических соединений, влияние условий проведения реакции на механизм и структуру продуктов реакции, методы исследования механизмов органических реакций	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: выявлять взаимосвязь строения, реакционной способности органических соединений, условий проведения процессов и кинетических данных для прогнозирования и установления механизмов органических реакций	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Механизмы реакций в органической химии. Реакции присоединения и элиминирования: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Э.В. Носова, Е.М. Крынина, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – 116 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Механизмы реакций в органической химии. Реакции присоединения и элиминирования: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Э.В. Носова, Е.М. Крынина, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – 116 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 7-е эл.изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 753 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/458327">https://e.lanbook.com/book/458327</a>
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Юровская, М. А. Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 239 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/135515">https://e.lanbook.com/book/135515</a>
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Цышевский, Р. В. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций : учебно-методическое пособие / Р. В. Цышевский, Г. Г. Гарифзянова, Г. М. Храпковский. — Казань : КНИТУ, 2012. — 88 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/73279">https://e.lanbook.com/book/73279</a>
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 2 — 2021. — 626 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/166750">https://e.lanbook.com/book/166750</a>
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; художники В. А. Чернецов [и др.]. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021 — Часть 1 — 2021. — 570 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/166749">https://e.lanbook.com/book/166749</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	202 (1а)	Аппаратура для проведения практических занятий с использованием презентаций (компьютер, мультимедийный проектор), печатный раздаточный материал
Лекции	202 (1а)	Аппаратура для проведения лекций с использованием презентаций (компьютер, мультимедийный проектор)