

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от

Рабочая программа дисциплины

**Теория строения и механизмы  
органических реакций**

---

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

---

Направление подготовки / специальность  
**04.03.01 «Химия»**

---

Направленность образовательной программы  
**Органическая химия**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижний Новгород

2022 год

## *Лист актуализации*

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой А.Ю. Фёдоров

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория строения и механизмы органических реакций» относится к Блоку 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.03.ДВ.02.03), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения на 4 году обучения в 7 семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Неорганическая химия», «Физика», «Математика», «Аналитическая химия». Дисциплина «Теория строения и механизмы органических реакций» является основой для изучения таких областей знания как «Химия элементоорганических соединений» и др.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<b>ПК-1-н</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области органической химии и/или смежных с химией наук	<b>ПК-1-н-1</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<i>Знать</i> основные принципы составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Уметь</i> проводить составление общего плана исследования и детальные планы отдельных стадий в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Владеть навыками</i> составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук	Задача
- « -	<b>ПК-1-н-2</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<i>Знать</i> основные принципы выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Уметь</i> проводить выбор	Задача

		<p>экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	
<p><b>ПК-2-н</b></p> <p>Способен проводить информационные исследования в области органической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-2-н-1</b></p> <p>Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p>	<p><i>Знать</i> основные принципы поиска специализированной информации в информационных базах данных в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> проводить поиск специализированной информации в информационных базах данных в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками поиска специализированной информации в информационных базах данных в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	Задача
- « -	<p><b>ПК-2-н-2</b></p> <p>Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области органической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p><i>Знать</i> основные принципы анализа и обобщения результатов поиска по тематике проекта в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> проводить анализ и обобщение результатов поиска по тематике проекта в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками анализа и обобщения результатов поиска по тематике проекта в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	Задача

<p><b>ПК-3-н</b></p> <p>Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области органической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-3-н-1</b></p> <p>Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p>	<p><i>Знать</i> основные принципы систематизации информации, полученной в ходе НИР, анализа ее и сопоставления с литературными данными в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> проводить систематизацию информации, полученной в ходе НИР, анализ ее и сопоставление с литературными данными в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками систематизации информации, полученной в ходе НИР, анализа ее и сопоставления с литературными данными в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	<p>Задача</p>
<p>- « -</p>	<p><b>ПК-3-н-2</b></p> <p>Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p><i>Знать</i> основные принципы определения возможных направлений развития работ и перспектив практического применения полученных результатов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> проводить определение возможных направлений развития работ и перспектив практического применения полученных результатов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками определения возможных направлений развития работ и перспектив практического применения полученных результатов в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	<p>Задача</p>
<p><b>ПК-1-м</b></p> <p>Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области органической химии</p>	<p><b>ПК-1-м-1</b></p> <p>Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР</p>	<p><i>Знать</i> основные принципы составления детальных планов отдельных стадий прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> составлять детальные планы отдельных стадий прикладных НИР в области строения и механизмов</p>	<p>Задача</p>

		реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Владеть</i> навыками составления детальных планов отдельных стадий прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук	
- « -	<b>ПК-1-м-2</b> Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР	<i>Знать</i> основные принципы создания документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Уметь</i> создавать документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Владеть</i> навыками создания документации по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук	Задача
- « -	<b>ПК-1-м-3</b> Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР	<i>Знать</i> основные принципы поиска технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Уметь</i> проводить поиск технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук <i>Владеть</i> навыками поиска технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук	Задача
- « -	<b>ПК-1-м-4</b> Проводит испытания инновационной продукции	<i>Знать</i> основные принципы проведения испытания инновационной продукции в области строения и механизмов	Задача

		<p>реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Уметь</i> проводить испытания инновационной продукции в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p> <p><i>Владеть</i> навыками проведения испытания инновационной продукции в области строения и механизмов реакций органических соединений и/или смежных с химией наук</p>	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	10 ЗЕТ
Часов по учебному плану	360
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	226
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	64
- занятия лабораторные	96
самостоятельная работа	98
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	экзамен

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы									Самостоятельная работа обучающегося, часы					
				из них														
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего			Очная	Очно-заочная	Заочная						
Тема 1. Типы реакций в органической химии, признаки реакции для определения механизма, методы определения	180			32			32			48			112			49		

продуктов реакций																	
Тема 2. Промежуточные реакционные частицы, корреляционные соотношения в химии, органические растворители, межфазный катализ	180			32			32			48			112			49	

К формам текущего контроля успеваемости по дисциплине относится следующее:

- Устный опрос по темам «Типы реакций в органической химии», «Промежуточные реакционные частицы».
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

### Содержание разделов дисциплины

1. Типы реакций в органической химии. Реакции элиминирования, присоединения, замещения, перегруппировки. Типы реакционных частиц. Классификация реакций по типу инициирования, по фазовому состоянию, гомогенности, стадийности, redox-характеристикам.

примеры, сравнительная характеристика механизмов, энергетики.

1.1. Реакции элиминирования. Дегидрирование, дегидратация, дегидрогалогенирование, дегалогенирование, декарбоксилирование, декарбонилирование, десульфирование, деоксигенирование, деполимеризация, экструзия.  $\alpha, \beta, \gamma$ -Элиминирование. Характерные примеры механизмов  $E_1$  ( $t\text{-BuCl} \rightarrow \text{Me}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ),  $E_2$  ( $\text{EtOH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$ ),  $E_{1\text{cb}}$  ( $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CN} \rightarrow \text{VinCN}$ ) синхронного отщепления ( $\text{cyclo-C}_4\text{H}_8 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$ ). Значения  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  реакций элиминирования, условия самопроизвольного протекания реакций.

1.2. Реакции присоединения. Гидрирование, гидратация, гидрогалогенирование, галогенирование, карбоксилирование, карбонилирование, полимеризация. Присоединение по  $\pi, \sigma$  связям. Значения  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  реакций присоединения, условия самопроизвольного протекания реакций. Характерные примеры механизмов  $\text{Ad}_E$  ( $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{HBr}$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{AlH}_3$ ,  $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2 + \text{HCl}$ ),  $\text{Ad}_N$  ( $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{ROH}$  в прис.  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_2\text{O} + \text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_2=\text{CHCHO} + \text{HCl}$ ,  $\text{CH}_2\text{O} \rightarrow$  параформ,  $\text{EtO}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CO}_2\text{Et} + \text{Me}(\text{CO})\text{Vin}$ ,  $\text{CH}_2\text{O} + \text{NaBH}_4$ ,  $\text{MeCHO} + \text{MeMgBr}$ ),  $\text{Ad}_R$  ( $\text{XCH}=\text{CHY} + \uparrow\uparrow\text{CH}_2$ , синтез полипропилена, теломеризация этилена с  $\text{CCl}_4$ ), синхронного циклоприсоединения ( $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2$ ,  $\text{XCH}=\text{CHY} + \uparrow\downarrow\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{cyclo-C}_4\text{H}_8$ ).

1.3. Реакции замещения. Гидрирование, дейтерирование, металлирование, галогенирование, нитрование, нитрозирование, сольволиз, алкилирование, арилирование, ацилирование, хлормеркурирование, азосочетание. Энергетика реакций замещения. Характерные примеры механизмов  $S_E$  (нитрование бензола, карбоксилирование фенола),  $S_{N1}$  ( $t\text{-BuBr} + \text{MeONa}$ ),  $S_{N2}$  ( $\text{MeBr} + \text{MeONa}$ ),  $S_{N_i}$  ( $\text{ROH} + \text{SOCl}_2$ ),  $S_R$  ( $i\text{-C}_4\text{H}_{10} + \text{Cl}_2$ ).

1.4. Перегруппировки. Согласованные (сигматропные перегруппировки алкенов, перегруппировка Клайзена. Нуклеофильные (изомеризация 2,2,2-трифенилэтил- катиона, пинаколиновая перегруппировка). Электрофильные (перегруппировка N-алкиланилинов по Гофману-Марциусу, перегруппировка алкилфениловых эфиров). Радикальные (изомеризация 1-бромметил-2,2,2-трихлорэтил- радикала, трифенилметокси- радикала).



2. Признаки реакции для определения механизма. Влияние добавок инициаторов, ингибиторов, катализаторов, промоторов. Влияние кислорода воздуха на реакции радикальной полимеризации ММА, радикального автоокисления углеводородов, Вакер- процесс. Влияние температуры на обратимые и необратимые параллельные и последовательные реакции. Влияние растворителя (полярность, электронодонорная, водороддонорная способность, рН среды). Кинетический изотопный эффект. Влияние строения реагентов (электронный и стерический эффекты). Влияние различных факторов на скорость и селективность реакций.

3. Методы определения продуктов реакций. Выделение макроколичеств продуктов, в том числе твердых (нерастворимых, растворимых), жидких (перегонка после химической обработки, трансформацией в твердый продукт). Выделение микроколичеств продуктов (ТСХ, колоночная хроматография). Определение газообразных продуктов по объему и давлению газовой фазы. Идентификация окрашенных интермедиатов. ГЖХ с предварительной химической обработкой пробы. Хромато-масс-спектрометрия. ЯМР (анализ продуктов гидрохлорирования *n*-бромстирола). РСА. ЭПР в технике спиновых ловушек с использованием *t*-BuNO. ИК, УФ.

4. Промежуточные реакционные частицы.

4.1. Карбены. Получение метилена из кетена, диазометана, диазирина, дийодметана. Получение замещенных карбенов на основе диазоуксусного эфира, диазоциклопентадиена, хлорацетона. Получение дигалогенкарбенов из  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{Na}$ ,  $\text{PhHgCCl}_3$ ,  $\text{C}_6\text{F}_6$ . Строение карбенов. Реакции карбенов с алканами и алкенами (различия для синглетных и триплетных), с водородом, циклогексеном (различия для дихлор- и дифенилкарбена). Реакция метатезиса олефинов.

4.2. Дегидробензол. Строение, образование при реакциях хлорбензола с амидом калия (Г. Виттиг), бромпентафторбензола с литием, при распаде 3,4-бензоциклобутандиона-1,2 и антралиновой кислоты. Реакции бензина с кислотами, спиртами, водой, циклоприсоединение фурана и антрацена, димеризация.

4.3. Илиды. Строение илидов элементов V, VI групп. Влияние на устойчивость илидов V группы электронных и стерических эффектов заместителей в анионной и катионной части илида, строения центрального атома. Получение по реакциям оиевых солей с основаниями, диалкилсульфидов с карбенами,  $\text{Ph}_3\text{E}$  ( $\text{E} = \text{P}, \text{As}, \text{Sb}$ ) с бензином. Реакции илидов. Распад с образованием карбенов. Реакции с кислотами, водой, спиртами, карбонильными соединениями (реакция Виттига, отличие илидов фосфора и серы). Присоединение  $\text{LiCl}$ , переилидирование.

4.4. Карбкатионы. Строение классических и неклассических карбкатионов. Стабилизация сопряжением с  $\text{C}=\text{C}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Hal}$ , циклопропильными группами. ПМР спектр циклопентил- катиона. Получение из алкенов, спиртов, галогенпроизводных, простых эфиров под действием кислот, кислот Льюиса, при распаде солей диазония, при реакциях суперкислот с  $\text{RCl}$ ,  $\text{ROH}$ , 1,1,3,3-тетраметилалленом и 2,3-диметил-1-хлорциклопропаном, трифенилметаном.

5. Корреляционные соотношения в химии. Уравнение Бренстеда. Принцип линейности свободных энергий. Уравнение Гаммета. Величина  $\rho$ . Табличные константы  $\sigma_p$ ,  $\sigma_m$ , электрофильные константы Брауна  $\sigma^+$ , нуклеофильные константы  $\sigma^-$ , индуктивные  $\sigma_I$ , Тафта  $\sigma^*$ , мезомерные константы  $\sigma_C$ , стерические константы  $E_s$ . Области их применения и модельные реакции для их расчета. Порядок установления механизма с использованием наборов  $\sigma$  констант. Связь абсолютной величины и знака  $\rho$  с механизмом реакции. Корреляционные диаграммы с изломом на кривой.

6. Органические растворители. Классификация по электронным эффектам. Протонные (кислотные, основные, нейтральные), апротонные (кислотные, основные, нейтральные). Электронодонорные.

Растворяющая способность. Т. пл., т. кип., диэлектрическая проницаемость, дипольные моменты, донорные числа. Полярные константы  $E_T$  растворителей. Полярные константы Уинштейна  $Y$ . ПДК, ЧИЗ. Клеточный эффект. Влияние растворителей на реакционную способность амбидентных ионов.

7. Межфазный катализ. Типы катализаторов. Четвертичные соли аммония, фосфония, краун-эфиры, криптанды, подандокоронанды, полиэтиленгликоль. Примеры применения в  $S_N$ ,  $Ad_E$ ,  $Ad_R$  реакциях.

### **Лабораторный практикум**

№п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Анализ органических соединений на содержание функциональных групп титриметрией и гравиметрией
2	2	Анализ органических соединений на содержание функциональных групп физико-химическими методами (ИК, ЯМР)

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки (205, 1 корпус, 5 корпус), в учебных кабинетах (лабораториях, 435, 436, 2 корпус) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, решению задач, а также оформления научных рисунков в альбоме как отчета по соответствующим темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущим лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче экзамена по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует механизм реакции, проводит расчеты выхода полученного продукта, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

#### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),**

включающий:

##### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатор)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

а достижения компетенци й)	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутстви е знаний теоретичес кого материала.  Невозмож ность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающе гося от ответа	Уровень знаний ниже минимал ных требовани й. Имели место грубые ошибки.	Минималь но допустимы й уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки. Допущено несколько несуществе нных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответств ующем программе подготовк и, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превыша ющем програм му подгото вки.
<u>Умения</u>	Отсутстви е минимал ных умений . Невозмож ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающе гося от ответа	При решении стандартн ых задач не продемонс трированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продемонс трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнен ы все задания но не в полном объеме.	Продемонст рированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонст рированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонс трированы все основные умения,ре шены все основные задачи с отдельным и несушеств енным недочетам и, выполнен ы все задания в полном объеме.	Продемонс трированы все основны е умения,. Решены все основны е задачи. Выполн ены все задания, в полном объеме без недочет ов
<u>Навыки</u>	Отсутстви е владения материало м. Невозмож	При решении стандартн ых задач не продемонс трированы	Имеется минимал ный набор навыков для	Продемонст рированы базовые навыки при решении	Продемонст рированы базовые навыки при решении	Продемонс трированы навыки при решении нестандарт	Продемонс трирован творческ ий подход к решени

	ность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающе гося от ответа	базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	решения стандартн ых задач с некоторым и недочетам и	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов.	ных задач без ошибок и недочетов.	ю нестанда ртных задач
--	---	---	--	--	--	--	---------------------------------

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно идентифицировал микропрепарат и дал по нему исчерпывающие объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость.
	Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, правильно идентифицировал микропрепарат и дал по нему объяснения, подтверждая тем самым владение теоретическим материалом. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
	Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Препарат идентифицирован верно, по нему даны полные объяснения. Студент активно работал на лабораторных занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
	Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Препарат идентифицирован верно, но объяснения по нему даны неполные. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на лабораторных занятиях,

		имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
	Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на экзаменационный вопрос, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Препарат идентифицирован верно, но объяснения по нему не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
не зачтено	Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Препарат идентифицирован неверно, объяснения по нему не даны. Студент посещал лабораторные занятия, но имеет очень низкие средний балл за текущую успеваемость и оценки за контрольные работы.
	Плохо	Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

**Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- **письменные ответы** на задачи;
- **устные ответы на вопросы при фронтальном опросе** на семинарских занятиях;
- **индивидуальный устный ответ** (допуск к лабораторной работе) по тематике лабораторного занятия;
- **собеседование** на экзамене
- **письменный ответ** на экзамене

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- **практические контрольные задания** (ПКЗ), включающие выполнение одной или нескольких задач;
- **выполнение лабораторных работ** по данной дисциплине;
- **оформление отчетов** по темам лабораторных работ.

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.**

## 6.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
<p>1. Осуществите превращения по схеме: <math>\text{Me}_3\text{P} \rightarrow \text{Me}_4\text{PBr} \rightarrow \text{Me}_3\text{PCH}_2</math> (реагенты <math>\text{MeBr}</math>; <math>\text{PhLi}</math>). Опишите зависимость стабильности идида <math>\text{Ar}_3\text{PCHR}</math> от электронных и стерических эффектов углеводородных радикалов <math>\text{Ar}</math>, <math>\text{R}</math>.</p> <p>2. Приведите примеры реакций, протекающих по механизмам <math>\text{Ad}_\text{N}</math>, <math>\text{Ad}_\text{E}</math>.</p>	ПК-1-н-1
<p>1. Реакции илидов. Распад с образованием карбенов, бензина. Реакции с карбонильными соединениями (реакция Виттига).</p> <p>2. Приведите примеры реакций, протекающих по механизмам <math>\text{E}_1</math>, <math>\text{E}_2</math>, <math>\text{E}_{1\text{CB}}</math>, синхронного отщепления.</p>	ПК-1-н-2
<p>1. Методы определения продуктов реакций. Выделение микроколичеств продуктов (ТСХ, колоночная хроматография). Определение газообразных продуктов по объему и давлению газовой фазы. ГЖХ с предварительной химической обработкой пробы.</p> <p>2. Межфазный катализ. Типы катализаторов. Четвертичные соли аммония, фосфония, краун-эфиры, криптанды, полиэтиленгликоль.</p>	ПК-2-н-1
<p>1. Признаки определения механизма реакции. Влияние температуры на обратимые и необратимые параллельные и последовательные реакции.</p> <p>2. Перегруппировки согласованные (сигматропные перегруппировки алкенов, перегруппировка Клайзена</p>	ПК-2-н-2
<p>1. Образование карбенов в реакциях кетена, diazometana,</p> <p>2. Взаимная растворимость растворителей.</p> <p>Количественная оценка полярности с помощью донорных чисел, диэлектрической проницаемости.</p>	ПК-3-н-1
<p>1. Классические и неклассические карбкатионы. Стабилизация сопряжением с <math>\text{C}=\text{C}</math>, <math>\text{Ar}</math>, <math>\text{Cl}</math> группами.</p> <p>2. Уравнение Гаммета. Связь величин <math>\rho</math> и табличных констант <math>\sigma_\text{p}</math>, <math>\sigma_\text{m}</math> с механизмом реакции.</p>	ПК-3-н-2
<p>1. Образование дегидробензола в реакциях <math>\text{PhCl}</math> с <math>\text{NaNH}_2</math>, при распаде антралиновой кислоты.</p> <p>2. Признаки определения механизма реакции. Влияние добавок инициаторов, ингибиторов, катализаторов, промоторов.</p>	ПК-1-м-1
<p>1. Влияние кислорода воздуха на реакции радикальной полимеризации ММА, радикального автоокисления углеводородов, реакцию <math>\text{Ph}_3\text{Sb}(\text{OAc})_2</math> с метилакрилатом в присутствии <math>\text{PdCl}_2</math>.</p>	ПК-1-м-2
<p>1. Признаки определения механизма реакции. Влияние растворителя (полярность, электронодонорная, водороддонорная способность, pH среды).</p> <p>2. Перегруппировки нуклеофильные (изомеризация 2,2,2-трифенилэтил катиона, пинаколиновая перегруппировка)</p>	ПК-1-м-3
<p>1. Образование карбенов в реакциях диазоуксусного эфира, диазочиклопентадиена, бензилхлорида. Характерные реакции карбенов с алкенами.</p> <p>2. Оценка полярности растворителей с помощью полярных констант Уинштейна, <math>E_\text{T}</math>.</p>	ПК-1-м-4

### **6.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций ПК-1-н-1, ПК-1-н-2, ПК-2-н-1, ПК-2-н-2, ПК-3-н-1, ПК-3-н-2**

1. Кинетический изотопный эффект, его связь с механизмом реакции.
2. Электрофильные перегруппировки N-алкиланилинов по Гофману-Марциусу, перегруппировка алкилфениловых эфиров.
3. Характерные реакции карбенов с алкенами.
4. Взаимная растворимость растворителей. Количественная оценка полярности с помощью донорных чисел, полярных констант Уинштейна,  $E_T$ , дипольных моментов.
5. Направление реакции в зависимости от полярности среды.
6. Примеры применения межфазного катализа в  $S_N$ ,  $Ad_E$ ,  $Ad_R$  реакциях.

### **6.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций ПК-1-т-1, ПК-1-т-2, ПК-1-т-3, ПК-1-т-4**

1. Присоединение LiCl к илидам, переилидирование.
2. Приведите примеры реакций, протекающих по механизмам  $Ad_R$ , синхронного присоединения.
3. Реакции дегидробензола с HCl, EtOH, H<sub>2</sub>O и фураном.
4. Получение карбкатионов с использованием суперкислот.
5. Связь величин  $\rho$  и табличных констант  $\sigma^*$ ,  $\sigma'$  с механизмом реакции.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. - Органическая химия. Ч. 1. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 567 с.
2. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. - Органическая химия. Ч. 2. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 623 с.
3. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. - Органическая химия. Ч. 3. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 544 с.
4. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. - Органическая химия. Ч. 4., 2004. - 726 с.
5. Марч Д. - Органическая химия: Реакции, механизмы и структура : углубл. курс для ун-тов и хим. вузов : в 4 т. [Т.] 1. - М.: Мир, 1987. - 381 с.
6. Марч Д. - Органическая химия: Реакции, механизмы и структура : углубл. курс для ун-тов и хим. вузов : в 4 т. [Т.] 2. - М.: Мир, 1987. - 504 с.
7. Марч Д. - Органическая химия: Реакции, механизмы и структура : углубл. курс для ун-тов и хим. вузов : в 4 т. [Т.] 3. - М.: Мир, 1987. - 459 с.
8. Марч Д. - Органическая химия: Реакции, механизмы и структура : углубл. курс для ун-тов и хим. вузов : в 4 т. [Т.] 4. - М.: Мир, 1988. - 468 с.
9. Ингольд К. К. - Теоретические основы органической химии. - М.: Мир, 1973. - 1055 с.
10. Сайкс П. - Механизмы реакций в органической химии. - М.: Химия, 1991. - 448 с.
11. Беккер Г. - Введение в электронную теорию органических реакций. - М.: Мир, 1977. - 658 с.
12. Смит В. А., Дильман А. Д. - Основы современного органического синтеза. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 750 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Органикум: [практикум по орган. химии] : в 2 т. Т. 1. - М.: Мир, 1992. - 487 с.
2. Органикум: [практикум по орган. химии] : в 2 т. : пер. с нем. Т. 2. - М.: Мир, 1992. - 472 с.
3. Смит В. А., Дильман А. Д. - Основы современного органического синтеза: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 - химия. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с.

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Органическая химия [Электронный ресурс] : в 4 ч. Ч. 2 / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — 6-е

изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 626 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542433#none>

2. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин Органическая химия [Электронный ресурс] : в 4 ч. Ч. 3 / — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 547 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541050#none>

3. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман.—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 753 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541053#none>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО \_\_\_\_\_.

Автор: Гущин А.В.\_\_\_\_\_

Рецензент Зеленцов С.В.

Заведующий кафедрой Федоров А.Ю.