



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Химический факультет**  
**Кафедра теоретической и прикладной органической химии  
и полимеризационных процессов**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета

А.И. Вильмс

«09» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): **Б1.В.ДВ.02.02 Кинетика и механизмы органических реакций**

Направление подготовки: **04.04.01. Химия**

*(код, наименование направления подготовки)*

Направленность (профиль) подготовки: **Химия и химическое производство**

Квалификация выпускника: **магистр**

Форма обучения: **очно-заочная**

*(очная, заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий), очно-заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий))*

Согласовано с УМК химического факультета

Рекомендовано кафедрой теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 05 от «09» июня 2023 г.

Протокол № 09 от «11» мая 2023 г.

Председатель  Вильмс А.И.

Зав. кафедрой  Эдельштейн О.А.

Иркутск – 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	4
4.3. Содержание разделов и тем дисциплины .....	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов .....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	11
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	11
а) Основная литература.....	11
б) Дополнительная литература.....	11
в) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	11
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	12
6.2. Программное обеспечение: .....	13
6.3. Технические и электронные средства: .....	14
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	14
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	15
8.1. Оценочные средства текущего контроля .....	15
8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации .....	17

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели:** углубленное представление теоретических основ органической химии и их практическое приложение к изучению органических реакций.

**Задачи:**

- дать понятия о механизме органических реакций;
- дать понятия о методах изучения кинетики и механизмов органических реакций;
- дать представление о взаимосвязи механизма и кинетики органических реакций.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны сформировать представления о взаимосвязи механизма и кинетики органических реакций. Иметь конкретные представления о методах изучения кинетики и механизмов органических реакций.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Кинетика и механизмы органических реакций» относится к вариативной части программы (курс по выбору).

2.2. Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате обучения на 1-4 курсах бакалавриата и 1-м курсе магистратуры химического факультета.

2.3. Полученные знания необходимы при выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-4 Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-4.2. Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач <b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической науки
ПК-5 Способен на основе критического анализа	ПК-5.1. Критически анализирует	<b>Знает:</b> синтез веществ различной природы; основные

результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки и сопоставляет с литературными данными	достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов; правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами <b>Умеет:</b> проводить одно- и двухстадийные синтезы с использованием предлагаемых методик; работать на стандартном химическом оборудовании <b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи
--	--	---

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, из них 54 часа на экзамен

Форма промежуточной аттестации: экзамен

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				Самостоятельная работа	
					Лекции	Лабораторные, Семинарские (практические занятия)	КСР	Консультации, контроль		
1	Механизм химической реакции	3			2	-		-	2	УО
2	Методы кинетических исследований	3			6	2		-	2	Проверка отчетов ЛР
3	Проведение и обработка	3			4	2		-	2	Проверка отчетов ЛР

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				Самостоятельная работа	
					Лекции	Лабораторные, Семинарские (практические занятия)	КСР	Консультации, контроль		
	кинетических исследований									
4	Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции	3			2	2		1	2	Проверка отчетов ЛР
5	Метод стационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса	3			2	2		1	2	Проверка отчетов ЛР
6	Конкурирующие реакции	3			4	6		1	2	Проверка отчетов ЛР
7	Кинетика реакций разложения органических соединений	3			4	2		1	1	Проверка отчетов ЛР
8	Кинетика радикальной полимеризации	3			4	2		1	1	Проверка отчетов ЛР
9	Кинетический изотопный эффект	3			2	2		1	1	Проверка отчетов ЛР
10	Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций	3			6	4	2	1	1	Проверка отчетов ЛР
	Промежуточная аттестация	3					2	3		экзамен
<b>Итого часов</b>			<b>144</b>		<b>36</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>54</b>

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
3	Механизм химической реакции	Подготовка отчета по ЛР		2	Устное собеседование	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Методы кинетических исследований	Подготовка отчета по ЛР		2	Устное собеседование	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Проведение и обработка кинетических исследований	Подготовка отчета по ЛР		2	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции	Подготовка отчета по ЛР		2	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции	Подготовка отчета по ЛР		2	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Метод стационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по работе.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Конкурирующие реакции	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Кинетика реакций разложения органических соединений	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Кинетика радикальной полимеризации	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Кинетический изотопный эффект	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
3	Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций	Подготовка отчета по ЛР		1	Проверка отчета по ЛР.	Методическое пособие и практикум по кинетике органических реакций
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>16</b>		
<b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>				<b>16</b>		

### 4.3. Содержание разделов и тем дисциплины

Трудоемкость дисциплины (з.е.)	4
Наименование основных разделов (модулей)	<p><b>1. Механизм химической реакции</b>  Понятие механизма химической реакции. Критерии, которым должен удовлетворять механизм. Методы установления механизмов реакций.</p> <p><b>2. Методы кинетических исследований</b>  Понятие химической кинетики и задачи кинетических исследований. Скорость химической реакции. Экспериментальные методы кинетических исследований. Метод отбора проб: титриметрические методы, хроматография, гравиметрия, полярография. Непрерывные методы: электрохимические методы (потенциометрия, кондуктометрия), оптические методы (поляриметрия, УФ- и ИК-спектроскопия), радиоспектроскопия ЯМР и ЭПР, термометрия, дилатометрия, вольюмометрия. Изучение газофазных реакций: метод давлений. Изучение быстрых реакций; метод потока и струи.</p> <p><b>3. Проведение и обработка кинетических исследований</b>  Последовательность проведения и обработки кинетических исследований. Формально-кинетическое уравнение реакции. Понятие кинетически простой необратимой реакции. Методы определения порядков реакции: интегральный и дифференциальный. Понятия концентрационного (истинного) и временного порядков реакции. Определение порядков реакций методами изоляции и времен полупревращения. Термодинамические параметры химического процесса. Энергия активации и методы ее нахождения. Энтальпия и энтропия активации и факторы их определяющие. Компенсационный эффект.</p> <p><b>4. Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции</b>  Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции. Понятия скорости образования и расходования промежуточного вещества и методы их нахождения. Уравнения для концентраций исходного, промежуточного и конечного веществ двух последовательных реакций и их графическое выражение. Максимальная концентрация промежуточного вещества и время ее достижения. Определение констант скоростей двух последовательных односторонних реакций первого порядка.</p> <p><b>5. Метод стационарных концентраций. Лимитирующая стадия сложного химического процесса</b>  Метод стационарных концентраций (МСК). Условия установления стационарного режима. Примеры использования МСК для реакций радикальной полимеризации и термоллиза органических соединений. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Примеры сложных органических реакций, в которых лимитирующей стадией является образование промежуточного вещества или стадия образования конечного продукта реакции.</p> <p><b>6. Конкурирующие реакции</b>  Конкурирующие реакции. Оценка реакционной способности органических соединений методом конкурирующих реакций.</p>

	<p>Бимолекулярные конкурирующие реакции свободных радикалов одинаковых и разных порядков по концентрации радикалов. Фотолиз ацетона. Определение относительных констант взаимодействия метильных радикалов с углеводородами.</p> <p><b>7. Кинетика реакций разложения органических соединений</b> Кинетика реакций разложения органических соединений. Цепной механизм химического превращения, его элементарные стадии. Длина цепи. Факторы, определяющие порядок реакции инициирования при распаде органических соединений. Типы радикалов и механизмы обрыва с их участием. Общий порядок реакции разложения органических соединений в зависимости от механизма обрыва цепи. Факторы, влияющие на механизм обрыва. Механизмы разложения этана Райса-Герцфельда, Кюхлера-Тейле и их экспериментальная проверка.</p> <p><b>8. Кинетика радикальной полимеризации</b> Кинетика радикальной полимеризации. Формально-кинетическое уравнение реакции полимеризации. Связь длин кинетической и полимерной цепей. Степень полимеризации и ее зависимость от концентрации реагентов, температуры реакции, механизмов обрыва и наличия передатчиков цепи.</p> <p><b>9. Кинетический изотопный эффект</b> Кинетический изотопный эффект (КИЭ) и определяющие его факторы. Случаи проявления КИЭ. Способы определения КИЭ. Примеры определения механизмов реакций с помощью изотопного и КИЭ. Механизм Линдемана для мономолекулярных реакций.</p> <p><b>10. Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций</b> Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций. Энергия Гиббса активации и энергия Гиббса переноса и факторы их определяющие. Зависимость степени влияния природы растворителя на химический процесс от строения активированного комплекса. Влияние природы среды на механизмы органических реакций. Влияние диэлектрической постоянной среды на скорость реакции в растворе между ионами, ионом и нейтральной молекулой (уравнение Амиса), двумя полярными молекулами. Зависимость константы скорости реакции от ионной силы раствора в реакциях между ионами, ионом и нейтральной молекулой. Первичный и вторичный солевые эффекты.</p>
Формы текущего контроля	Устный опрос, отчеты
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

#### 4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		



1	Определение реакционной способности методом конкурирующих реакций.	Электрофильное нитрование бензола и толуола	6		Устный опрос, коллоквиумы тесты презентации	ПК-4 ПК-5
2	Оценка влияния заместителей на реакционную способность органических соединений	Влияние заместителей на диссоциацию бензойных кислот. Эффект насыщения	8			
3	Реакции замещения у насыщенного атома углерода.	Гидролиз трет-бутилхлорида	6			
4	Влияние pH на скорость реакции	Окисление муравьиной кислоты перманганат-ионом	8			
5	Влияние заместителей на скорость реакций	Эффект Бейкера-Натана	6			
6	Влияние среды на скорость химических реакций	1. Солевой эффект в реакции иодирования ацетона. 2. Солевой эффект Бренстеда	12			

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Определение реакционной способности методом конкурирующих реакций.	Выполнение практических заданий по теме «Электрофильное нитрование бензола и толуола»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
2	Оценка влияния заместителей на реакционную способность органических соединений	Выполнение практических заданий по теме «Влияние заместителей на диссоциацию бензойных кислот. Эффект насыщения»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
3	Реакции замещения у насыщенного атома углерода.	Выполнение практических заданий по теме «Гидролиз трет-бутилхлорида»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
4	Влияние pH на скорость реакции	Выполнение практических заданий по теме «Окисление муравьиной кислоты перманганат-ионом»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1

5	Влияние заместителей на скорость реакций	Выполнение практических заданий по теме «Эффект Бейкера-Натана»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
6	Влияние среды на скорость химических реакций	Выполнение практических заданий по теме «Солевой эффект в реакции иодирования ацетона» и «Солевой эффект Бренстеда»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
7	Радикальная полимеризация	Выполнение практических заданий по теме «Кинетика радикальной полимеризации стирола»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1
8	Химические свойства и химические превращения полимеров	Подготовка отчета по лабораторным работам «Химические свойства и химические превращения полимеров»	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой по закреплению теоретического материала в виде контрольных работ, тестов, устных опросов проводится во внеаудиторное время.

В учебном процессе предусмотрено широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, дискуссий,

компьютерных симуляций, разбора конкретных ситуаций, групповых дискуссий) в сочетании с конкретной научно-исследовательской работой в области химии. Одной из основных активных форм обучения, связанных с ведением того вида (видов) деятельности, к которым готовится магистрант (научно-исследовательской и научно-педагогической), является семинар, к работе которого привлекаются ведущие исследователи и специалисты-практики,

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и обработке полученных экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических указаниях на выполнение лабораторных работ по практикуму «Кинетика и механизмы органических реакций» /В.Н.Кижняев, О.А. Эдельштейн.- Иркутск: Изд. Иркутск. гос. ун-та, 2001.20 с. и Практикуме по физической органической химии /Н. Исаакс.- М.: Мир, 1971. 290 с.

#### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

По данной дисциплине выполнение курсовых проектов (работ) не предусматривается.

### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) Основная литература**

1. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. М.: Академия, 2003. – 256 с.
2. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. Практический курс. М.: Фаир-Пресс, 1999. 720с.
3. Райхардт К. Растворители и эффекты среды в органической химии. М.: 1991.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и обработке полученных экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических указаниях на выполнение лабораторных работ по практикуму «Кинетика и механизмы органических реакций» /В.Н.Кижняев, О.А. Эдельштейн.- Иркутск: Изд. Иркутск. гос. ун-та, 2001.20 с. и Практикуме по физической органической химии /Н. Исаакс.- М.: Мир, 1971. 290 с.

#### **в) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>
2. <http://www.chem.msu.ru/rus/chair/vms/welcome.html>
3. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lachinov/welcome1.html>
4. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lachinov-basic/welcome.html>
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html#lib> (Библиотека Химического факультета МГУ им. Ломоносова)
6. <http://www.gpntb.ru/> (Государственная публичная научно-техническая библиотека)
7. [www.scirus.com](http://www.scirus.com) – поиск научной информации по журналам и web
8. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека РФФИ

В соответствии с п. 4.3.4. ФГОС ВО, обучающимся в течение всего периода обучения

обеспечен неограниченный доступ (удаленный доступ) к электронно-библиотечным системам:

1. Открытая электронная база ресурсов и исследований «Университетская информационная система РОССИЯ» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru> бессрочный

2. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://нэб.рф>. бессрочный

3. Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Контракт № 148 от 23.12.2020 г. Акт от 24.12.2020 г. срок действия по 31.12. 2021 г. доступ: <http://elibrary.ru/>

4. ЭБС «Издательство Лань». Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № 671 от 14.11.2020 г.; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

5. Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № Э 656 от 14.11.2020 г. ; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

6. ЭБС ЭЧЗ «Библиотех». Государственный контракт № 019 от 22.02.2011 г. ООО «Библиотех». Лицензионное соглашение к Государственному контракту № 019 от 22.02.2011. Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/> Срок действия: бессрочный.

7. ЭБС «Рукопт» Контракт № 98 от 13.11.2020 г.; Акт № БК-5415 от 14.11.20 г. Срок действия по 13.11.2021г. доступ: <http://rucont.ru/>

8. ЭБС «Айбукс.ру/ibooks.ru» Контракт № 99 от 13.11.2020г.; Акт № 99А от 13.11.2020 г. Срок действия по 13.11.2021 г. доступа: <http://ibooks.ru>

9. ООО «Электронное издательство Юрайт». Контракт № 60 от 23.09.2020г. Акт приема-передачи № 3263 от 18.10.2020; Срок действия по 17.10. 2021 г. доступ: <https://urait.ru/> Лицензионный контракт № 04-Е-0258 от 20.09.2021г. Акт приема-передачи № 5684 от 18.10.2021; Срок действия по 17.10. 2022 г. доступ: <https://urait.ru/>

10. ООО «ИВИС», контракт № 157 от 25. 12.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://dlib.eastview.com>

11. ООО «ИД «Гребенников», контракт № 147 от 23. 11.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://grebennikov.ru>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 5, 6, 402, 423, 426);

- лабораторные практикумы (ауд. 421) по кинетике и механизмам органических реакций , оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1	2	3
1	Вытяжной шкаф	6
2	Водоструйные вакуумные насосы	6
3	Мешалка с электроприводом	4
4	Магнитная мешалка	6
5	Рефрактометр ИРФ-22	2
6	Сушильный шкаф СНОЛ -3,5	3

7	Весы	4
8	Штативы	28
9	Термостат	6
10	Пиролизная печь	2
11	Набор химической посуды и реактивы	
12	Лабораторные столы	20
13	Письменные столы	18

Для материально-технического обеспечения практических занятий дисциплины используются лаборатории кафедры органической химии, института химии, лекционные аудитории и фонд библиотеки.

В лекционном классе установлен мультимедийный проектор.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации.	Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Ноутбук(AserAspirev3-5516 (AMDA10-4600M 2300 МГц)) (1 штука) с неограниченным доступом к сети Интернет, с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор Vivitek, экран ScreenVtdiaEcot- 3200*200MW 1:1, колонки, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.	OC Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014  Microsoft Office: 0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcadmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий)  Kaspersky Endpoint Security длябизнеса- стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License № 1B08170221054045730177
Специальные помещения: компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской	Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения: компьютеры (системный блок AMD Athlon 64 X2 DualCore 3600+ 1900 МГц (15 штук), Монитор LGFlatron L1742SE (14 штук), Монитор ViewSonic VG720) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.	OC Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014  Microsoft Office: 0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcadmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий)  Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License № 1B08170221054045730177

## 6.2. Программное обеспечение:

№	Наименование Программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1.	Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No	12	Номер Лицензии Microsoft 46211164 Гос.контракт	01.12.2009	бессрочно

	Level		№ 03-162-09 от 01.12.2009		
2.	Microsoft® Windows® Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level Promo	12	Номер Лицензии Microsoft 46211164 Гос.контракт № 03-162-09 от 01.12.2009	01.12.2009	бессрочно
3.	OpenOffice 4.1.3	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html">https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html</a>	Условия правообладателя	бессрочно

### 6.3. Технические и электронные средства:

Методической концепцией преподавания предусмотрено использование технических и электронных средств обучения и контроля знаний студентов: мультимедийные презентации, фрагменты фильмов.

В процессе изучения дисциплины «Кинетика и механизмы органических реакций» читаются лекции, проводятся лабораторные работы и защиты отчетов.

На лабораторных занятиях, которые составляют более половины (**56%**) от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, навыков обращения и работы с различными химическими веществами и приборами, организации методики экспериментальных работ, а также составления протоколов отчетов химических экспериментов. Подготовка отчетов по лабораторным работам формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии, и формулировать грамотно выводы

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы данной дисциплины используются различные образовательные технологии

1.	Разноуровневое обучение	У преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных учащихся быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные учащиеся утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации ученья.
2.	Проектные методы обучения	Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению
3.	Исследовательские методы в обучении	Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Это важно для определения индивидуальной траектории развития каждого обучающегося
4.	Лекционно-семинарско-зачетная система	Данная система дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся
5.	Информационно-коммуникационные технологии	Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.

6.	Система инновационной оценки «портфолио»	Формирование персонифицированного учета достижений обучающегося как инструмента педагогической поддержки социального самоопределения, определения траектории индивидуального развития личности
----	--	--

**Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:**

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Практикум	ПЗ	<p>Определение реакционной способности методом конкурирующих реакций.</p> <p>Оценка влияния заместителей на реакционную способность органических соединений</p> <p>Реакции замещения у насыщенного атома углерода.</p> <p>Влияние pH на скорость реакции</p> <p>Влияние заместителей на скорость реакций</p> <p>Влияние среды на скорость химических реакций</p> <p>Радикальная полимеризация</p> <p>Химические свойства и химические превращения полимеров</p>	24
Итого часов				24

**VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.1. Оценочные средства текущего контроля**

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Определение реакционной способности методом конкурирующих реакций.	ПК-4.2 ПК-5.1
2	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Оценка влияния заместителей на реакционную способность органических соединений	ПК-4.2 ПК-5.1
3	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Реакции замещения у насыщенного атома углерода.	ПК-4.2 ПК-5.1
4	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Влияние pH на скорость реакции	ПК-4.2 ПК-5.1

5	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Влияние заместителей на скорость реакций	ПК-4.2 ПК-5.1
6	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Влияние среды на скорость химических реакций	ПК-4.2 ПК-5.1
7	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Радикальная полимеризация	ПК-4.2 ПК-5.1
8	Выполнение лабораторных работ. Написание отчетов.	Химические свойства и химические превращения полимеров	ПК-4.2 ПК-5.1

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ПК-4.2 Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в органических реакциях	Собеседование. Выполнение практических работ.
	<b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках органической химии	Собеседование. Выполнение практических работ. Оформление отчетов по лабораторным работам.
	<b>Умеет:</b> грамотно формулировать выводы	Собеседование. Оформление отчетов по лабораторным работам.
ПК-5.1 Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки и сопоставляет с литературными данными	<b>Знает:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами	Выполнение лабораторных работ.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ:

1. Студенту необходимо выполнить 6 лабораторных работ. Каждая работа оценивается максимум на 5 балла. При выполнении лабораторных работ оценивается техника выполнения, оформление отчетов, включающее расчеты заданного синтеза. Максимальное количество баллов на экзамене 30.

#### Оценка «неудовлетворительно»:

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

#### Оценка «удовлетворительно»:



несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

**Оценка «хорошо»:**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

**Оценка «отлично»:**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

## 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

1. Понятие механизма химической реакции. Критерии, которым должен удовлетворять механизм. Методы установления механизмов реакций.
2. Понятие химической кинетики и задачи кинетических исследований. Скорость химической реакции.
3. Экспериментальные методы кинетических исследований. Метод отбора проб: титриметрические методы, хроматография, гравиметрия, полярография.
4. Экспериментальные методы кинетических исследований. Непрерывные методы: электрохимические методы (потенциометрия, кондуктометрия), оптические методы (поляриметрия, УФ- и ИК-спектроскопия), радиоспектроскопия ЯМР и ЭПР, термометрия, dilatometria, вольюмометрия. Изучение газофазных реакций: метод давлений. Изучение быстрых реакций; метод потока и струи.
5. Последовательность проведения и обработки кинетических исследований. Формально-кинетическое уравнение реакции. Понятие кинетически простой необратимой реакции.
6. Методы определения порядков реакции: интегральный и дифференциальный. Понятия концентрационного (истинного) и временного порядков реакции. Определение порядков реакций методами изоляции и времен полупревращения.
7. Термодинамические параметры химического процесса. Энергия активации и методы ее нахождения.
8. Энтальпия и энтропия активации и факторы их определяющие. Компенсационный эффект.
9. Кинетика сложных реакций. Последовательные реакции. Понятия скорости образования и расходования промежуточного вещества и методы их нахождения. 10. Уравнения для концентраций исходного, промежуточного и конечного веществ двух последовательных реакций и их графическое выражение.
11. Максимальная концентрация промежуточного вещества и время ее достижения. Определение констант скоростей двух последовательных односторонних реакций первого порядка.
12. Метод стационарных концентраций (МСК). Условия установления стационарного режима. Примеры использования МСК для реакций радикальной полимеризации и термоллиза органических соединений.
13. Лимитирующая стадия сложного химического процесса. Примеры сложных органических реакций, в которых лимитирующей стадией является образование промежуточного вещества или стадия образования конечного продукта реакции.

14. Конкурирующие реакции. Оценка реакционной способности органических соединений методом конкурирующих реакций.

15. Бимолекулярные конкурирующие реакции свободных радикалов одинаковых и разных порядков по концентрации радикалов. Фотолиз ацетона. Определение относительных констант взаимодействия метильных радикалов с углеводородами.

16. Кинетика реакций разложения органических соединений. Цепной механизм химического превращения, его элементарные стадии. Длина цепи. Факторы, определяющие порядок реакции инициирования при распаде органических соединений. Типы радикалов и механизмы обрыва с их участием. Общий порядок реакции разложения органических соединений в зависимости от механизма обрыва цепи. Факторы, влияющие на механизм обрыва.

17. Механизмы разложения этана Райса-Герцфельда, Кюхлера-Тейле и их экспериментальная проверка.

18. Кинетика радикальной полимеризации. Формально-кинетическое уравнение реакции полимеризации. Связь длин кинетической и полимерной цепей. Степень полимеризации и ее зависимость от концентрации реагентов, температуры реакции, механизмов обрыва и наличия передатчиков цепи.

19. Кинетический изотопный эффект (КИЭ) и определяющие его факторы. Случай проявления КИЭ. Способы определения КИЭ. Примеры определения механизмов реакций с помощью изотопного и КИЭ. Механизм Линдемана для мономолекулярных реакций.

20. Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций. Энергия Гиббса активации и энергия Гиббса переноса и факторы их определяющие. Зависимость степени влияния природы растворителя на химический процесс от строения активированного комплекса.

21. Влияние природы среды на механизмы органических реакций. Влияние диэлектрической постоянной среды на скорость реакции в растворе между ионами, ионом и нейтральной молекулой (уравнение Амиса), двумя полярными молекулами.

22. Зависимость константы скорости реакции от ионной силы раствора в реакциях между ионами, ионом и нейтральной молекулой. Первичный и вторичный солевые эффекты.

### Программа оценивания контролируемых компетенций:

Тема или раздел дисциплины <sup>1</sup>	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС <sup>2</sup>	
					ТК <sup>3</sup>	ПА <sup>4</sup>
Механизм химической реакции  Методы кинетических исследований  Проведение и обработка кинетических исследований	ПК-4.2. Проводит расчетно-теоретическое исследование по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач	<b>Знает:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач	Владеет материалом, представленным в разделе. Вопросы для устного собеседования. Выполнение лабораторных работ	УО	<b>ЭКЗАМЕН</b>

<p>Кинетика сложных реакций.</p> <p>Последовательные реакции</p> <p>Метод стационарных концентраций.</p> <p>Лимитирующая стадия сложного химического процесса</p> <p>Конкурирующие реакции</p> <p>Кинетика реакций разложения органических соединений</p> <p>Кинетика радикальной полимеризации</p> <p>Кинетический изотопный эффект</p> <p>Влияние растворителей на скорость гомогенных химических реакций</p>		<p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической науки</p>	<p><b>Умеет:</b></p> <p>проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической науки</p>			
	<p>ПК-5.1.</p> <p>Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки и сопоставляет с литературными данными</p>	<p><b>Знать:</b> синтез веществ различной природы; основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов; правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами</p> <p><b>Уметь:</b> проводить одно- и двухстадийные синтезы с использованием предлагаемых методик; работать на стандартном химическом оборудовании</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с современным</p>	<p><b>Знает:</b> синтез веществ различной природы; основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов; правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами</p> <p><b>Умеет:</b> проводить одно- и двухстадийные синтезы с использованием предлагаемых методик; работать на стандартном химическом оборудовании</p> <p><b>Владеет:</b> навыками работы с современным</p>	<p>Владеет материалом, представленным в разделе. Вопросы для устного собеседования. Выполнение лабораторных работ</p>	<p>УО</p>	

		химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи	химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи			
--	--	--	--	--	--	--

У –устный опрос, Кл-коллоквиум, О-отчет по лабораторной работе, К- контрольная работа

### Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Код индикатора компетенции	Планируемый результат	ОС <sup>2</sup>	Содержание задания <sup>3</sup> /вопроса и т.д.
ПК-4.2. Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач <b>Умеет:</b> проводить первичный анализ результатов с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках химической науки	Собеседование. Доклады Презентации Коллоквиум	Устные опросы Отчеты
ПК-5.1. Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки и сопоставляет с литературными данными	<b>Знает:</b> синтез веществ различной природы; основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов; правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами <b>Умеет:</b> проводить одно- и двухстадийные синтезы с использованием предлагаемых методик; работать на стандартном химическом оборудовании	Собеседование. Доклады Презентации Коллоквиум	Устные опросы отчеты

	<b>Владеет:</b> навыками работы с современными химическими приборами, приемами организации методики работ при решении поставленной задачи		
--	---	--	--

**Оценки для промежуточной аттестации:**

**Оценка «неудовлетворительно»**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

**Оценка «удовлетворительно»**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

**Оценка «хорошо»**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

**Оценка «отлично»**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

**Разработчики:**

  
(подпись)

профессор  
(занимаемая должность)

Кижняев В.Н.  
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 09 от «11» мая 2023 г.

Зав. кафедрой



Эдельштейн О.А.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы*