

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Научная специальность: 1.4.3 Органическая химия

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
: Евстафьев Сергей Николаевич
Дата подписания: 03.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Органическая химия» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

Код, наименование результата освоения программы	Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)
Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности	(Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии',) Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)	Результат обучения
Р-1.3 - Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	Знать фундаментальные и прикладные разделы современной органической химии Уметь использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов современной органической химии Владеть научной методологией и методами для научных решений

2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия, в том числе:	60	60
лекции	36	36
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной	0	0

информационной образовательной среде		
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	120	120
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Кандидатский экзамен по спец. дисциплине	Кандидатский экзамен по спец. дисциплине

3 Структура и содержание дисциплины

3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация и строение органических соединений.	1	4			1	2			Устный опрос
2	Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций	2	4			2, 3	6	1, 2	120	Устный опрос
3	Реакции радикального замещения	3	3							Устный опрос
4	Реакции радикального присоединения	4	3							Устный опрос
5	Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование	5	4			4	2			Устный опрос
6	Реакции нуклеофильного замещения	6	3			7	2			Устный опрос
7	Реакции элиминирования	7	3			5	2			Устный опрос
8	Присоединение по карбонильной группе.	8	4			6	2			Устный опрос
9	Электрофильное замещение в ароматическом ряду.	9	4			8, 9	4			Устный опрос
10	Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду	10	4			10, 11	4			Устный опрос

	Промежуточная аттестация								36	Кандидатский экзамен по спец. дисциплине
	Всего		36				24		156	

3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация и строение органических соединений.	Предмет органической химии. Особенности строения углеродного скелета. Понятие функциональной группы. Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты. Концепция степени окисления для органических соединений. Модель гибридизации АО, сигма- и пи- связи. Теория резонанса.
2	Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций	Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты: карбокатионы, карбанионы, радикалы, карбены, нитрены (стабильность и синтетические эквиваленты). Неклассические карбокатионы. Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Сравнение кинетических параметров для разных функциональных групп.
3	Реакции радикального замещения	Условия гомолитического разрыва связей. Радикально-цепные реакции алканов и циклоалканов. Основные стадии радикального замещения. Инициаторы радикального разрыва. Реакции галогенирования, нитрования, сульфохлорирование и сульфоокисление алканов. Галогенирование алкенов при высоких температурах
4	Реакции радикального присоединения	Механизм гидробромирования алкенов в присутствии пероксидов
5	Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование	Кратная связь как нуклеофил. Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов. Катионоидные интермедиаты в AdE реакциях. Ониевые ионы. Сторонние нуклеофилы. Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева. Конкуренция реакций замещения и элиминирования.
6	Реакции нуклеофильного замещения	Ионизационный механизм (нуклеофильное мономолекулярное замещение SN1) и механизм прямого замещения (нуклеофильное бимолекулярное замещение SN2). Лимитирующая стадия, карокатион.
7	Реакции	механизм реакций мономолекулярного (E1) и

	элиминирования	бимолекулярного (E2) элиминирования
8	Присоединение по карбонильной группе.	Механизм реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе
9	Электрофильное замещение в ароматическом ряду.	Ароматичность, общие представления. Правило Хюккеля. Диаграммы Фроста. Описание бензола в терминах ММО. Ароматичность заряженных частиц и гетероциклов. ЯМР как метод оценки ароматичности. Антиароматичность, структурные особенности циклических полиенов
10	Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду	Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Активность уходящих групп в реакциях замещения. Викариозное замещение водорода. Кинетические особенности реакции

3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

3.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Особенности строения углеродного скелета. Понятие функциональной группы.	2
2	Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты	4
3	Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов	2
4	Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов	2
5	Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева	2
6	Карбонильные соединения и их производные (ацетали, имины, нитрилы) как электрофилы	2
7	Гетероатомные нуклеофилы. Получение и разложение ацеталей, тиоацеталей, оснований Шиффа. Производные карбоновых кислот	2
8	Ароматичность, общие представления. Правило Хюккеля	2
9	Механизм электрофильного замещения. Типы электрофилов, региоселективность замещения	2
10	Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера	2
11	Ариновый механизм. Региоселективность замещения в неактивированных системах	2

3.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	60
2	Проработка разделов теоретического материала	60

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия направлены на закрепление лекционного теоретического материала по органической химии. Проводятся занятия по темам, включающим Особенности строения углеродного скелета. Понятие функциональной группы. Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты. Способы определения механизмов. Реакционноспособные интермедиаты. Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Механизмы присоединения, правило Марковникова и случаи его нарушения. Типы электрофилов. Реакции элиминирования, сравнение механизмов. Правило Зайцева. Карбонильные соединения и их производные (ацетали, имины, нитрилы) как электрофилы Гетероатомные нуклеофилы. Получение и разложение ацеталей, тиоацеталей, оснований Шиффа. Производные карбоновых кислот. Ароматичность, общие представления. Правило Хюккеля. Механизм электрофильного замещения. Типы электрофилов, региоселективность замещения. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера. Ариновый механизм. Региоселективность замещения в неактивированных системах.

Практические занятия включают опрос студентов по теоретическому материалу конкретного класса органических соединений и решение задач, в основном выполнение схемы превращений. Возможен разбор домашних индивидуальных заданий студентов. Во время занятия студент должен уметь оперировать следующими сведениями по изучаемым классам соединений: номенклатура и природа химической связи, взаимное влияние атомов в молекуле, способы получения, химические свойства и механизм протекания реакций

4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия направлены на закрепление лекционного теоретического материала по органической химии.

Главная задача состоит в том, чтобы у студента в результате подготовки к практическим занятиям из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к занятиям, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Подготовку к занятиям следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы курса, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к практическим занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадет на экзамене. Факты говорят об обратном: если те или другие вопросы курса не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Подготовка не должна ограничиваться чтением лекционных записей. Первоначальные необработанные конспекты студента содержат факты, определения, выводы, сделанные преподавателем, но в них, как правило, слабо просматривается связующая идея курса, так как студент, записывая каждую лекцию в отдельности, редко способен сразу и достаточно точно уловить общую направляющую мысль. Поэтому конспект требует дополнительной обработки на основе использования учебников и рекомендованной литературы

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Цель: Изучение теоретического материала по дисциплине

Рекомендации по выполнению:

Основой для самостоятельной работы является комплект лекций, которые рекомендуется прорабатывать с карандашом, разбирать структурные формулы, записывать химические уравнения, обосновывать реакционную способность присутствующих химических связей и особенности свойств представителей различных классов.

Другая составляющая самостоятельной работы – работа с рекомендованной учебной литературой. Здесь также необходимо использовать все виды памяти – зрительную, слуховую, устную (вербальную), работу с карандашом и бумагой.

Современное направление самостоятельной работы связано с правильным выбором и постоянным использованием электронных источников информации и систем поиска по ключевым словам в Internet.

При работе с рекомендованной учебной литературой следует составить конспект лекций по темам, вынесенным на самостоятельную проработку. В случае необходимости следует подобрать дополнительную литературу или воспользоваться услугами электронных изданий. Конспектирование материала особенно полезно в том случае, когда рассматриваемые вопросы необходимо осмыслить, что и происходит во время описания материала своими словами, разъяснения его в первую очередь для себя.

Рекомендуется постоянно обращаться к методической, справочной литературе в библиотеку ИРНИТУ и кафедры органической химии и пищевой технологии.

5 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

5.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Тема (раздел) Электронные эффекты заместителей. Индуктивные и мезомерные эффекты
Устный опрос проводится после изучения определенного раздела дисциплины. Цель - выявить уровень знаний аспирантов по материалу изученного раздела дисциплины.

Устный опрос может быть индивидуальным – ответы у доски на вопросы по содержанию изученного материала, либо по итогам занятия за активное участие в устных опросах других студентов, ответы на вопросы преподавателя при изложении нового материала и т.д.

Вопросы для контроля:

1. Какие химические связи имеются в органических соединениях?
2. Дайте характеристику ионных связей.
3. Особенности протекания химических реакций между ионными соединениями.
4. Как образуется ковалентная связь? Найдите правильные ответы:
 - а) за счет обобщения пар электронов;
 - б) за счет перекрывания атомных электронных орбиталей и образования общей молекулярной орбитали;
 - в) при образовании связи выделяется энергия;
 - д) при образовании связи поглощается энергия.
5. Характеристики ковалентной связи.
6. Особенности протекания химических реакций за счет разрушения ковалентных связей.
7. Имеются ли органические соединения без ковалентных связей?
8. Электронные состояния атома углерода, образующего одинарные, двойные и тройные ковалентные связи.
9. Направление валентных орбиталей электронов атома углерода при sp^3 - sp^2 - и sp -гибридизациях. Определяют ли эти направления геометрическое расположение атомов в молекуле?
10. Как образуются σ - и π -связи?
11. Природа взаимного влияния атомов и групп атомов в молекулах.
12. Дайте характеристику индуктивному эффекту.
13. Дайте характеристику мезомерному эффекту.
14. Сопряженные системы: π - π -сопряжения.
15. Сопряженные системы: p - π -сопряжения.
16. Сопряженные системы: σ - π -сопряжения.

Критерии оценивания.

«Отлично» - аспирант глубоко изучил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; свободно применяет полученные знания на практике, без ошибок, в установленное нормативом время.
«Хорошо» - аспирант твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике.

«Удовлетворительно» - аспирант знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя;

«Неудовлетворительно» - аспирант имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки

5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля)	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной
--	---------------------	--

		аттестации	
Р-1.3	Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	способен применять системные теоретические знания для анализа и оценки химических процессов	Устное собеседование по теоретическим вопросам

5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

5.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для кандидатского экзамена по спец. дисциплине

5.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса. Критерии оценки ответа аспиранта на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения аспирантов до начала экзамена. Результат экзамена объявляется аспиранту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки аспиранта для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». Если в процессе экзамена аспирант использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «неудовлетворительно».

Пример задания:

1. Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.
2. Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотношению числа молекул реагентов и продуктов.
3. Карбениевые ионы (карбокатионы). Генерация карбокатионов в растворах и в газовой фазе. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность карбокатионов. Строение карбокатионов.

5.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
<p>Демонстрирует знание основных положений теории химического строения органических соединений. Грамотно формулирует взаимосвязь строения и свойств углеводов и их производных. Использует знания в области органической химии в практической деятельности</p>	<p>твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике</p>	<p>знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя</p>	<p>имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки</p>

6 Основная учебная литература

1. Артеменко А. И. Органическая химия : учеб. пособие для нехим. специальностей вузов / А. И. Артеменко, 2005. - 604.
2. Артеменко Александр Иванович. Органическая химия : учеб. пособие для нехим. специальностей вузов / А. И. Артеменко, 2003. - 604.
3. Петров Анатолий Александрович. Органическая химия : учеб. для хим.-технол. вузов и ф-ов / Под ред. Петрова А. А., 1981. - 592.
4. Жиряков В. Г. Органическая химия / В. Г. Жиряков, 1971. - 494.

7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Стародубцев. Органическая химия : учеб. пособие. Ч. 1 : Раздел: "Углеводороды-кислородосодержащие производные как смазочные вещества, флотореагенты и экстрагенты в металлургии", 1977. - 140.
2. Моррисон Р. Органическая химия / Р. Моррисон, Р. Бойд; пер. с англ. В. М. Демьянович и В. А. Смита; под ред. И. К. Коробицыной, 1974. - 1132.
3. Физер. Органическая химия : углубл. курс: пер. с англ. Т. 1, 1969. - 688.

8 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

9 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

10 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер" Intel Core i3/DDR 4GB/HDD 1 Тб/GF 1Gb/LCD23/ИБП"