

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«С.1.Б.14 Органическая химия»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от "10" 01 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра химии

наименование кафедры



подпись

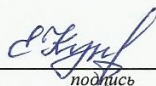
Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность



подпись

Е.А. Кунавина

расшифровка подписи

должность

подпись

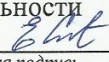
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

код наименование



личная подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

Е.С. Барышева

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Кунавина Е.А., 2018
© ОГУ, 2018

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели - обеспечить полное усвоение теоретических основ современной органической химии; сформировать навыки выполнения лабораторных опытов по синтезу и исследованию физико-химических свойств органических соединений.

Задачи:

изучить основные положения современной теоретической органической химии; принципы классификации органических соединений; правила систематической, рациональной и тривиальной номенклатуры; основные способы получения органических соединений различных классов, их физические и химические свойства, распространение в природе и применение; основные механизмы органических реакций, позволяющие объяснять протекание реакций, предсказывать направление реакций и условия их осуществления; методы выделения, очистки и идентификации органических соединений;

сформировать умения составлять формулы органических соединений по названиям и называть вещества по структурным формулам согласно номенклатуре; определять принадлежность к классу органических соединений; приводить уравнения соответствующих химических реакций; выполнять задачи различных типов (расчетные, на генетическую взаимосвязь, на установление строения органических соединений, на идентификацию); пользоваться химической литературой (справочной, научно-периодической и др.); проводить качественные реакции на различные классы органических соединений и их отдельные представители; проводить качественный элементный анализ органических соединений; выбирать методы выделения, очистки и идентификации органических соединений; сформировать умение расширять круг знаний на основе материала, приобретенного на аудиторных занятиях; сформировать навыки выполнения лабораторных опытов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *С.1.Б.12 Неорганическая химия, С.1.Б.13 Аналитическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *С.1.Б.25.1 Методы концентрирования микроэлементов, С.1.Б.25.3 Анализ минерального сырья, С.1.Б.25.4 Современные методы анализа нефти и нефтепродуктов, С.1.Б.25.5 Анализ пищевого сырья, С.1.Б.25.6 Химический анализ в криминалистике, С.1.Б.25.8 Органические реагенты в химическом анализе, С.1.В.ОД.3 Высокомолекулярные соединения, С.1.В.ДВ.1.2 Химический анализ объектов окружающей среды, С.1.В.ДВ.3.1 Спектральный анализ, С.1.В.ДВ.3.2 Процессы и аппараты химических технологий*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> общие закономерности формирования и развития базовых и специализированных химических дисциплин <u>Уметь:</u> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин: неорганической, аналитической, органической, физической и квантовой химии, биохимии, а также	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
кристаллохимии, коллоидной химии, химической технологии, химии высокомолекулярных соединений <u>Владеть:</u> теоретическими основами различных областей химии и навыками их использования при решении учебных задач	
<u>Знать:</u> основные подходы к синтезу и анализу веществ различной природы; возможности и ограничения применения физических методов исследования химических объектов <u>Уметь:</u> проводить многостадийный синтез по предлагаемой методике; проводить комплексный анализ получаемых продуктов с использованием стандартного оборудования <u>Владеть:</u> навыками синтеза веществ различной природы; методологией выбора методов анализа сложных объектов; теоретическими основами и практическими навыками работы на серийном и сложном научном оборудовании	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
<u>Знать:</u> основные поисковые системы химической информации; теоретические основы методов анализа численных данных <u>Уметь:</u> собирать, систематизировать и анализировать научную литературу по заданной теме; пользоваться электронными и интернет-версиями баз данных Chemical Abstract, SciFinder, Scopus; проводить статистическую обработку данных с использованием линейных и нелинейных методов анализа и стандартного программного обеспечения <u>Владеть:</u> навыками целенаправленного сбора литературы и анализа научной литературы, в том числе с использованием современных информационных технологий методами обработки результатов эксперимента с привлечением информации из тематических баз данных	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений
<u>Знать:</u> теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек - среда обитания»; правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности <u>Уметь:</u> эффективно применять средства защиты персонала и населения от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций; разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности <u>Владеть:</u> методами оценки опасности химического производства; нормами техники безопасности в технологических условиях	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях
<u>Знать:</u> фундаментальные химические понятия; методологические аспекты химии. <u>Уметь:</u> применять фундаментальные химические понятия. <u>Владеть:</u> системой фундаментальных химических понятий; методологическими аспектами химии, формами и методами научного познания.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания
<u>Знать:</u> основные естественнонаучные законы, используемые для обработки	ПК-4 способностью применять основные

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
результатов эксперимента в области профессиональной деятельности. Уметь: применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов. Владеть: навыками использования основных фундаментальных законов и теории химии для интерпретации полученных результатов	естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов
Знать: современные методы теоретического и экспериментального исследования, используемые для получения новых знаний в области профессиональной деятельности. Уметь: приобретать новые знания с использованием современных научных методов исследования; владеть новыми знаниями на уровне необходимом для решения профессиональных задач. Владеть: навыками решения профессиональных задач по приобретению новых знаний с использованием современных научных методов	ПК-5 способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций
Знать: основы математической статистики; законы распределения измерений в химическом анализе; необходимые и достаточные условия экстраполяции и аппроксимации функциональных зависимостей для интерпретации результатов эксперимента; основные принципы математического моделирования химических процессов и структуры веществ. Уметь: применять компьютерные технологии для интерпретации результатов химического анализа; использовать готовые математические модели для обработки массивов экспериментальных данных; планировать эксперимент, разрабатывать простые математические модели и оценивать их адекватность и точность; Владеть: приемами, применяемыми в компьютерных технологиях для проведения статистической обработки экспериментальных данных, интерпретации полученных результатов; способами представления научной информации для публикаций, отчетов и конференций	ПК-6 владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц (432 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	216	216	432
Контактная работа:	85,25	66,5	151,75
Лекции (Л)	34	26	60
Лабораторные работы (ЛР)	50	38	88
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам	130,75	149,5 +	280,25
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в органическую химию. Теоретические основы органической химии	94	14	-	40	40
2	Предельные углеводороды. Алканы	26	4	-	2	20
3	Непредельные углеводороды: алкены, алкины, алкадиены	44	8	-	4	32
4	Циклоалканы	24	4	-	-	20
5	Ароматические углеводороды	28	4	-	4	20
	Итого:	216	34		50	132

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Галогенпроизводные углеводородов	18	2	-	4	12
7	Спирты и фенолы	30	4	-	4	22
8	Простые эфиры	14	2	-	2	10
9	Альдегиды и кетоны	30	4	-	6	20
10	Карбоновые кислоты и их производные	46	6	-	10	30
11	Азотсодержащие органические соединения	26	2	-	6	18
12	Биоорганические соединения	34	4	-	6	24
13	Гетероциклические соединения	18	2	-	-	16
	Итого:	216	26		38	152
	Всего:	432	60		88	284

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение в органическую химию. Теоретические основы органической химии

Введение в органическую химию. Предмет и объект науки. Краткий исторический очерк развития органической химии. Первые теоретические воззрения (теория радикалов, теория типов). Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, достоинства и недостатки теории, направления развития теории. Особенности современного этапа развития органической химии.

Способы изображения органических молекул и пространственные модели. Химические формулы, применяемые в органической химии (эмпирические, брутто-формулы, полные структурные, сокращенные структурные).

Основные этапы работы с органическим веществом (синтез, выделение и очистка, определение важнейших физико-химических констант, основы качественного, количественного и структурного анализа органических соединений).

Классификация органических соединений по характеру углеродного скелета и природе функциональной группы.

Типы химических связей в молекулах органических соединений: гетерополярная (электровалянтная) и гомеополярная (ковалентная). Механизмы образования ковалентной связи (коллигация и координация), семиполярная связь. Типы химических связей в молекулах органических соединений (с точки зрения перекрывания атомных орбиталей): σ - и π -связи. Гибридизация атомных орбиталей: схемы формирования sp^3 -, sp^2 - и sp -гибридных орбиталей на примере молекул метана, этилена и ацетилен. Пространственное расположение гибридных орбиталей. Вклады s - и p -орбиталей в формировании гибридных орбиталей. Параметры (характеристики) ковалентной связи: длина, энергия и прочность, полярность, дипольный момент, поляризуемость, кратность (порядок), пространственная направленность. Межмолекулярные взаимодействия в органических соединениях: диполь-дипольные взаимодействия, дисперсионные взаимодействия, межмолекулярные водородные связи.

Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные и пространственные эффекты. Индуктивный эффект и мезомерные эффекты (эффекты сопряжения). Условия возникновения эффектов. Заместители, обладающие положительным/отрицательным индуктивным и мезомерным эффектами. Основные закономерности изменения силы эффектов заместителей (влияние заряда и электроотрицательности атома, кратности связи, разветвленности алкильной группы и т.д.). Предельные резонансные (граничные) структуры и мезоформулы. Гиперконъюгация. Влияние электронных эффектов на свойства веществ.

Реагирующие частицы: радикалы, электрофилы и нуклеофилы, карбены. Классификации реакций в органической химии: по характеру разрыва связей и по природе реагирующих частиц, по направлению (по конечному результату, по типу превращения субстрата), по молекулярности, по типу активирования.

Изомерия органических соединений. Структурная изомерия: изомерия углеродного скелета, изомерия положения функциональной группы, межклассовая изомерия, таутомерия. Пространственная изомерия (стереоизомерия). Конформационная (поворотная) изомерия. «Лесопильные козлы», проекции Ньюмена, конформеры, конформационные переходы, заслоненные и заторможенные конформации, *анти*-форма, *гауш*-форма. Геометрическая изомерия (π -Диастереомерия). Условия возникновения геометрических изомеров. *Цис*- и *транс*- номенклатура. (*Z*)- и (*E*)- Номенклатура. Оптическая изомерия. Оптическая активность. Плоскополяризованный свет. Удельное вращение. Асимметрический атом углерода. Хиральные и ахиральные молекулы. Элементы симметрии (центр, плоскость и ось симметрии). Оптические изомеры. Правовращающий и левовращающий энантиомеры. Рацемат. Способы изображения энантиомеров (трехмерные клиновидные проекции, двухмерные проекционные формулы Фишера). *D*, *L* – система обозначения конфигурации хиральных молекул (относительная конфигурация). *R*, *S* – система обозначения конфигурации хиральных молекул (абсолютная конфигурация). Определение старшинства заместителей. Соединения с двумя разными хиральными центрами. Энантиомеры, σ -диастереомеры, *эритро*-энантиомеры, *трео*-энантиомеры. Соединения с двумя одинаковыми хиральными центрами. *Мезо*-соединения. Методы разделения смесей энантиомеров (механический, химический, биохимический, хроматографический). Хиральность и биологическая активность.

Кислотно-основные теории. Теория Аррениуса. Кислотность и основность по Брэнстеду-Лоури. Кислоты Брэнстеда (OH^- , SH^- , NH^- , CN^- -кислоты). Факторы, влияющие на силу кислот Брэнстеда. Основания Брэнстеда (p^- , π^- σ -основания, анионы). Факторы, влияющие на силу оснований Брэнстеда. Кислотность и основность по Льюису. Примеры кислотно-основных взаимодействий. p^- , π^- , σ -комплексы (карбокатионы). Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Принцип Пирсона.

2 Предельные углеводороды

Алканы. Гомологический ряд. Радикалы в ряду алканов. Понятие о первичном, вторичном, третичном, четвертичном атомах углерода. Изомерия (структурная и пространственная) и номенклатура (систематическая и рациональная). Нахождение в природе. Способы получения (гидрогенизация угля, синтез Фишера-Тропша, гидрирование алкенов и алкинов, восстановление галогеналканов, реакция Вюрца, синтез Кольбе, способ Дюма, гидролиз реактивов Гриньяра, восстановление карбонильных соединений). Физические свойства (агрегатное состояние, цвет, запах, растворимость в различных растворителях, закономерности изменения температурных характеристик в гомологическом ряду, сравнение температурных констант *n*-алканов и изоалканов с одинаковым числом углеродных атомов, плотность). Строение алканов (гибридизация углеродных атомов, особенности С-С и С-Н связей), причины химической стабильности алканов. Химические свойства алканов (галогенирование, жидкофазное и паровое нитрование, сульфохлорирование, сульфоокисление, полное и неполное окисление). Механизм реакций радикального замещения (S_R), стереохимия процесса. Термоллиз алканов: пиролиз, крекинг, дегидрирование, дегидроциклизация, ароматизация. Ионные реакции алканов: изомеризация, нитрование и галогенирование по типу S_E . Применение отдельных представителей алканов.

3 Непредельные углеводороды

Алкены. Гомологический ряд. Номенклатура, виды изомерии (структурная и пространственная). Радикалы в ряду алкенов. Способы получения (крекинг нефтепродуктов, дегидрирование алканов, реакции элиминирования, гидрирование алкинов). Физические свойства. Особенности строения алкенов. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) на примере галогенирования (бромирования и хлорирования), гидрогалогенирования. Механизм реакций Ad_E . Правило Марковникова. Стереохимия процессов. Реакции гидратации, оксимеркурирования-демеркурирования, гидроборирования. Реакции радикального присоединения (Ad_R) на примере взаимодействия с бромоводородом, перекисный эффект Хараша, реакции аллильного замещения (S_R). Мягкое и глубокое окисление алкенов: каталитическое окисление кислородом воздуха, эпоксицирование, гидроксигирование (по Вагнеру и Криге), стереохимия процесса гидроксигирования, глубокое деструктивное окисление, озонлиз, Вакер-процесс, гидроформилирование. Полимеризация алкенов на примере этилена и пропилена. Виды полимеризации, условия процессов. Применение отдельных представителей алкенов.

Алкины. Номенклатура, изомерия. Получение ацетилена (карбидный способ, крекинг метана) и его гомологов (дегидрогалогенирование вицинальных и геминальных дигалогеналканов, дегалогенирование тетрагалогеналканов, реакция Иоцича, реакция Фаворского). Физические свойства. Особенности строения. Химические свойства алкинов. Гидрирование (*син*- и *анти*-присоединение). Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) на примере галогенирования, гидрогалогенирования. Примеры реакций Ad_E , протекающих против правила Марковникова. Гидратация по Кучерову. Правило Эльтекова. Реакции нуклеофильного присоединения (Ad_N), реакции винилирования. Механизм Ad_N . Присоединение алкинов к альдегидам и кетонам (алкинольный синтез). Кислотные свойства алкинов с терминальной тройной связью (взаимодействие с натрием, амидом натрия, с солями одновалентной меди и аммиачным раствором гидроксида серебра, реакция Фаворского, реакция Иоцича). Окисление алкинов в мягких и жестких условиях, озонлиз, горение. Изомеризация алкинов. Олигомеризация. Применение отдельных представителей алкинов.

Алкадиены. Классификация. Представители: аллен, дивинил, изопрен. Изомерия сопряженных диенов: (*s*)-*транс*- и (*s*)-*цис*- (*транс*оидная и *цис*оидная) конформации, (2*Z*,4*Z*)-, (2*Z*,4*E*)-, (2*E*,4*E*)-геометрические изомеры. Получение (способ Лебедева, каталитическое дегидрирование алканов, дегидратация диолов, дегидрогалогенирование вицинальных дигалогеналканов, из алкинов). Строение сопряженных алкадиенов. Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) к сопряженным диенам на примере галогенирования и гидрогалогенирования. 1,2- и 1,4-присоединение. Термодинамический и кинетический контроль реакций. Окисление диенов с сопряженными и изолированными двойными связями в мягких и жестких условиях, озонлиз. Восстановление сопряженных диенов. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Полимеризация алкадиенов с сопряженными двойными связями. Натуральный каучук: химическая природа (*цис*-полиизопрен), физические свойства, вулканизация.

Синтетические каучуки (бутадиеновый, бутадиен-стирольный, бутадиен-нитрильный, изопреновый, хлоропреновый). Области применения каучуков.

4 Циклоалканы

Классификация (по числу атомов углерода в цикле, по числу циклов в молекуле), номенклатура, структурная и геометрическая изомерия. Получение циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Природные источники нафтен. Устойчивость циклических систем. Угловое напряжение, торсионное напряжение, трансаннулярное напряжение. Строение циклопропана. Конформации циклобутана и циклопентана. Конформации циклогексана. Энергетическая диаграмма конформационных переходов циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи. Химические свойства циклопропана и циклобутана в сравнении с алканами и алкенами. Химические свойства циклогексана в сравнении с *n*-гексаном, гексеном-1 и бензолом.

5 Ароматические углеводороды

Критерии ароматичности: химический, структурный, резонансный. Правило Хюккеля. Строение бензола. Варианты изображения молекулы бензола (исторические формулы, современные представления). Классификация (по числу бензольных ядер) и номенклатура аренов. Получение бензола (природные источники, тримеризация ацетилена, щелочное плавление натриевых солей ароматических кислот, гидродезметилирование толуола) и его гомологов (реакция Вюрца-Фиттинга, реакция Фриделя-Крафца-Густавсона, восстановление ароматических кетонов по Клемменсену и Кижнеру-Вольфу и др.). Физические свойства. Химические свойства. Механизм реакции S_E на примере хлорирования, нитрования и сульфирования бензола. Алкилирование бензола галогеналканами, алкенами и спиртами. Особенности протекания реакции алкилирования. Хлорметилирование по Блану. Ацилирование бензола. Ацилирующие агенты. Формилирование по Гаттерману-Коху. Влияние заместителей на реакционную способность производных бензола и ориентацию электрофильной частицы в реакциях S_E . Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация в ди- и полизамещенных аренах. Прогноз преобладающих продуктов. Бромирование толуола в условиях S_E и S_R . Механизмы реакций. Реакции бензола с нарушением ароматичности: гидрирование, хлорирование ($h\nu$), каталитическое окисление до малеинового ангидрида, озонлиз. Окисление алкилбензолов. Получение и свойства стирола. Получение и основные химические свойства полициклических ароматических углеводородов с изолированными бензольными ядрами (на примере бифенила, дифенилметана и трифенилметана). Получение и основные химические свойства полициклических ароматических углеводородов с конденсированными бензольными ядрами (на примере нафталина, антрацена и фенантрена). Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду S_NAr . Механизм присоединения-отщепления («Активирование ароматическое нуклеофильное замещение»). Механизм отщепления-присоединения («Ариновый механизм»).

6 Галогенпроизводные углеводородов

Классификации галогенпроизводных углеводородов (по природе галогена, по природе радикала, по числу атомов галогена). Номенклатура (систематическая, тривиальная, радикально-функциональная). Способы получения галогенуглеводородов: из алканов, алкенов, алкинов, аренов, спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот. Физические свойства галогеналканов. Сравнение реакционной способности фтор-, хлор-, бром- и йодпроизводных углеводородов. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Гомолитические реакции галогеналканов. Бимолекулярное нуклеофильное замещение. Механизм реакции S_N2 . Стереохимия S_N2 . Факторы, благоприятствующие протеканию реакции по механизму S_N2 (природа субстрата, нуклеофила, галогена, растворитель). Мономолекулярное нуклеофильное замещение. Механизм реакции S_N1 . Стереохимия S_N1 . Факторы, благоприятствующие протеканию реакции по механизму S_N1 (природа субстрата, нуклеофила, галогена, растворитель). Бимолекулярное элиминирование $E2$ как реакция, конкурирующая с S_N2 . Механизм $E2$. Мономолекулярное элиминирование $E1$ как реакция, конкурирующая с S_N1 . Механизм $E1$. Перегруппировки в S_N1 и $E1$. Реакционная способность аллил- и бензилгалогенидов. Примеры реакции S_N . Механизм и стереохимия. Реакционная способность винил- и арилгалогенидов. Примеры реакции S_NAr и S_E (для арилгалогенидов).

7 Спирты и фенолы

Классификации спиртов (по природе радикала, по числу гидроксильных групп, в зависимости типа углеродного атома, с которым связана гидроксигруппа). Номенклатура (систематическая, радикально-функциональная, карбинольная). Способы получения одноатомных спиртов: гидролиз галогенпроизводных углеводородов, гидратация алкенов, окисление алканов, восстановление карбонильных соединений, гидроксимеркурирование алкенов, гидроборирование-окисление, взаимодействие карбонильных соединений с реактивами Гриньяра. Частные способы получения метанола (из синтез-газа) и этанола (спиртовое брожение углеводов). Физические свойства спиртов. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства одноатомных спиртов: кислотно-основные свойства, нуклеофильное замещение гидроксильной группы (реакции с галогеноводородными кислотами, галогенидами фосфора и тионилхлоридом), роль тозилатов в S_N гидроксигруппы, алкилирование, С-ацилирование (этерификация, реакции с ангидридами и галогенангидридами карбоновых кислот), О-ацилирование (реакции первичных спиртов с неорганическими кислотами), дегидратация (межмолекулярная и внутримолекулярная), окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Многоатомные спирты. Получение этиленгликоля и глицерина. Физические свойства. Кислотные и основные свойства полиолов в сравнении с одноатомными спиртами. Дегидратация. Окисление. Качественная реакция на многоатомные спирты. Ароматические спирты. Получение бензилового и β -фенилэтилового спирта. Физические и химические свойства на примере бензилового спирта. Применение одноатомных спиртов, полиолов, ароматических спиртов.

Классификация фенолов. Номенклатура. Природные источники. Получение одноатомных фенолов: щелочное плавление солей ароматических сульфокислот, из галогенаренов, кумольный способ, разложение солей диазония. Физические свойства фенолов. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства фенолов: кислотные свойства в сравнении с одноатомными спиртами, О-алкилирование, О-ацилирование, нуклеофильное замещение фенольной гидроксильной группы (на примере пикриновой кислоты, β -нафтола, резорцина), реакции по ароматическому кольцу (бромирование, нитрование, сульфирование, С-алкилирование, гидроксиметилирование, С-ацилирование, нитрозирование), окисление и восстановление, качественная реакция на фенольный гидроксил с хлоридом железа (III). Применение фенола, крезолов, одно-, двух- и трехатомных фенолов.

8 Простые эфиры

Классификация. Номенклатура (систематическая, радикально-функциональная). Способы получения: присоединение спиртов и фенолов к алкенам и алкинам, синтез Вильямсона (алкилирование спиртов и фенолов галогеналканами), межмолекулярная дегидратация спиртов. Физические свойства простых эфиров. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства простых эфиров: основные свойства и нуклеофильность, ацидолиз, α -галогенирование, автоокисление; реакции S_E и перегруппировка в замещенные фенолы (для ароматических простых эфиров).

Циклические простые эфиры. Получение этиленоксида (из этилена) и его свойства (реакции с раскрытием эпоксидного цикла). Практическое значение.

9 Альдегиды и кетоны

Классификация, номенклатура (систематическая, рациональная, тривиальная). Получение альдегидов: окисление алканов и алкенов, гидроформилирование алкенов, окисление и каталитическое дегидрирование первичных спиртов, оксосинтез, гидратация ацетилена, пиролиз карбоновых кислот и их кальциевых или бариевых солей, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных, восстановление функциональных производных карбоновых кислот. Получение кетонов: озонлиз алкенов, гидратация алкинов, окисление вторичных спиртов, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных, пиролиз карбоновых кислот и их кальциевых или бариевых солей, кетонное расщепление ацетоуксусного эфира, взаимодействие хлорангидридов карбоновых кислот с кадмийорганическими соединениями, присоединение реактива Гриньяра к нитрилам, кумольный способ получения ацетона. Физические свойства альдегидов и кетонов. Строение карбонильной группы. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Химические свойства

альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: реакции с

- O-содержащими нуклеофилами (водой и спиртами);
- S-содержащими нуклеофилами (тиолами и гидросульфитом натрия);
- N-содержащими нуклеофилами (аммиаком, аминами, гидразином, фенилгидразином, семикарбазидом, гидроксиламином);
- C-содержащими нуклеофилами (циановодородной кислотой, магниорганическими соединениями);
- Hal-содержащими нуклеофилами (пентахлоридом фосфора).

Механизм реакций Ad_N .

Окисление альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов слабыми окислителями: реактивом Толленса, фелинговой жидкостью, гидроксидом меди (II). Автоокисление альдегидов. Окисление кетонов сильными окислителями. Правило Попова. Реакция Байера-Виллигера (окисление кетонов пероксидными соединениями в сложные эфиры). Восстановление альдегидов и кетонов: водородом в момент выделения, восстановление алюмогидридом лития, боргидридом натрия, восстановительное аминирование, каталитическое гидрирование, восстановление по Клемменсену и Кижнеру-Вольфу. Реакция Тищенко. Реакция Канниццаро. Галоформная реакция (проба Либена).

Кето-енольная таутомерия карбонильных соединений. CH -кислотность. Альдольно-кетоновая конденсация. Конденсация альдегидов с ангидридами карбоновых кислот (реакция Перкина), конденсация с сильными CH -кислотами (реакция Кнёвенагеля), присоединение илидов фосфора (реакция Виттига).

Цветные реакции на альдегиды и кетоны (с фуксинсернистой кислотой, проба Легала). Олигомеризация формальдегида и ацетальдегида.

Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Классификация. Способы получения: кетоновая конденсация, окисление ненасыщенных спиртов. Получение акролеина дегидратацией глицерина в присутствии гидросульфата калия и каталитическим окислением пропилена. Строение ненасыщенных альдегидов и кетонов с сопряженными связями. Химические свойства α,β -ненасыщенных альдегидов и кетонов: 1,2-присоединение (прямое присоединение), 1,4-присоединение электрофильных и нуклеофильных реагентов (сопряженное присоединение), мягкое и деструктивное окисление, восстановление алюмогидридом лития и боргидридом натрия, водородом в момент выделения, каталитическое гидрирование.

10 Карбоновые кислоты и их производные

Классификации карбоновых кислот (по природе радикала, по числу карбоксильных групп, обобщенная классификация). Номенклатура (систематическая, рациональная, тривиальная). Способы получения *предельных монокарбоновых кислот*: окисление алканов, алкенов, алкинов, спиртов, альдегидов и кетонов, гидролиз геминальных тригалогенпроизводных углеводов, карбоксилирование реактива Гриньяра, гидрокарбонилирование алкенов и алкинов, карбонилирование спиртов, галоформное расщепление метилкетонов, гидролиз производных карбоновых кислот. Физические свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства. Влияние радикала и дополнительных функциональных групп на кислотность. Этерификация (реакция Фишера-Шпайера). Реакции с пентахлоридом фосфора, тионилхлоридом. Межмолекулярная дегидратация. Амидирование. Декарбоксилирование. Региоселективное α -галогенирование (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского) в присутствии красного фосфора или галогенидов фосфора и неселективное радикальное галогенирование. Окисление и восстановление. Отличительные особенности муравьиной кислоты.

Непредельные монокарбоновые кислоты. Основные представители (акриловая, кетоновая, олеиновая, элаидиновая, линолевая, линоленовая, коричная). Способы получения. Строение (на примере акриловой кислоты), реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе. Реакции по двойной углерод-углеродной связи (1,2- и 1,4-присоединение), качественные реакции на кратную связь.

Предельные дикарбоновые кислоты. Основные представители (щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, адипиновая). Способы получения. Строение. Химические свойства, схожие со свойствами предельных монокарбоновых кислот. Температурные превращения. Отличительные особен-

ности щавелевой кислоты. Отличительные особенности малоновой кислоты. Синтезы на основе малонового эфира.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Основные представители (фумаровая и малеиновая). Способы получения. Химические свойства, схожие со свойствами предельных монокарбоновых кислот. Реакции по двойной углерод-углеродной связи.

Ароматические кислоты. Основные представители. Способы получения. Строение (на примере бензойной кислоты), реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе. Реакции по ароматическому кольцу.

Гидроксикислоты. Основные представители (гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная, глицириновая, салициловая, миндальная, галловая). Способы получения. Реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной и гидроксильной группам. Температурные превращения. Оптическая изомерия гидроксикислот (на примере молочной и винной).

Альдегидо- и кетокислоты. Основные представители (глиоксильная, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная). Способы получения. Реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе и кето-группе. Ацетоуксусный эфир: получение и свойства (кетогенная таутомерия, реакции для кетонной и енольной форм, кетонное и кислотное расщепление).

Функциональные производные карбоновых кислот: соли, мыла, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Номенклатура. Основные способы получения. Химические свойства. Сравнение производных карбоновых кислот по ацилирующей способности.

Триглицериды. Классификация. Номенклатура. Физические и химические свойства (гидролиз, омыление, гидрирование, окисление).

11 Азотсодержащие органические соединения

Амины. Классификация, изомерия, номенклатура. Основные способы получения: алкилирование аммиака (реакция Гофмана); восстановление нитросоединений, нитрилов и оксимов; расщепление амидов (перегруппировка Гофмана); декарбоксилирование аминокислот. Алифатические амины. Строение. Физические и химические свойства (кислотно-основные свойства в сопоставлении со спиртами, основные свойства в сравнении с аммиаком, алкилирование, ацилирование, взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой). Окисление аминов. Ароматические амины. Строение анилина. Кислотно-основные свойства анилина в сравнении с алифатическими аминами. Реакции по ароматическому кольцу. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой.

Нитросоединения. Классификация и номенклатура. Основные способы получения: прямое нитрование углеводов, из алкилгалогенидов, из солей диазония, окисление аминов, окисление оксимов альдегидов и кетонов, получение нитрометана по Кольбе). Строение нитро-группы. Физические и химические свойства: СН-кислотность, конденсация с альдегидами (реакция Анри), восстановление (реакция Зинина).

12 Биоорганические соединения (обзор)

Аминокислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Нахождение в природе. Основные представители. Способы получения. Физические и химические свойства (реакции по амино- и карбоксильной группам). Отношение к нагреванию. Образование пептидов.

Углеводы. Классификация. Отдельные представители моносахаридов (глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза, эритроза). Варианты изображения формул: проекционные формулы Фишера, циклические проекции Колли-Толленса, пространственные формулы Хеуорса, кресловидные перспективные формулы. Оптическая активность углеводов. Энантиомеры, эпимеры, аномеры. Понятие гликозидного гидроксила. Явление мутаротации. Кольчато-цепная таутомерия (на примере D-глюкозы). Физические и химические свойства моносахаридов. Реакции по карбонильной группе с нуклеофильными реагентами: оксинитрильный синтез, образование озаонов, реакции с гидроксилмином, восстановление и окисление (реактивами Толленса и Фелинга, бромной водой, азотной и йодной кислотами). Эпимеризация (взаимное превращение альдоз в кетозы в водном растворе щелочи). Свойства моносахаридов как многоатомных спиртов (алкилирование и ацилирование, комплексообразование). Брожение (спиртовое, молочнокислое и маслянокислое). Цветные реакции. Отдель-

ные представители олигосахаридов (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза). Свойства восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Олиго- и полисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Химические свойства: гидролиз (на примере крахмала), качественная реакция на амилозу с йодом, алкилирование и ацилирование (на примере целлюлозы), растворение целлюлозы в реактиве Швейцера.

13 Гетероциклические соединения (обзор)

Классификация, номенклатура, нахождение в природе. Способы получения пяти- и шестичленных гетероциклов. Особенности строения. Физические и химические свойства. Отдельные представители. Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах. Нуклеиновые кислоты, химический состав. Биороль. Понятие об алкалоидах: конинин, никотин, кофеин, теofilлин. Химический состав и физиологическое действие алкалоидов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
<i>5 семестр</i>			
1	1	Основные правила и организация работы в лаборатории органической химии. Химическая посуда. Лабораторное оборудование.	2
2	1	Качественный элементный анализ органических соединений	2
3	1	Методы выделения и очистки веществ: простая перегонка	4
4	1	Методы выделения и очистки веществ: фракционная перегонка	4
5	1	Методы выделения и очистки веществ: перегонка в вакууме	4
6	1	Методы выделения и очистки веществ: перегонка с водяным паром	4
7	1	Методы выделения и очистки веществ: фильтрование, центрифугирование, экстракция	4
8	1	Методы выделения и очистки веществ: перекристаллизация	2
9	1	Методы выделения и очистки веществ: возгонка	2
10	1	Определение температуры плавления, показателя преломления и плотности вещества	2
	1	Защита ЛР № 1-10	2
	1	Семинар «Типы химических связей в молекулах органических соединений. Гибридизация атомных орбиталей»	2
	1	Семинар «Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные и пространственные эффекты»	2
	1	Семинар «Структурная и пространственная изомерия органических соединений»	2
	1	Семинар «Кислотно-основные теории»	2
11	2	Алканы: получение и изучение физико-химических свойств.	2
12	3	Алкены: получение и изучение физико-химических свойств.	2
13	3	Алкины: получение и изучение физико-химических свойств.	2
14	5	Ароматические углеводороды: изучение физико-химических свойств.	2
	2,3,5	Защита ЛР № 11-14	2
<i>6 семестр</i>			
15	6	Галогенпроизводные углеводородов: получение и изучение физико-химических свойств.	4
16	7,8	Спирты и фенолы, простые эфиры: изучение физико-химических свойств.	4

		Защита ЛР №15, 16	2
17	9	Альдегиды и кетоны: получение и изучение физико-химических свойств.	4
18	10	Карбоновые кислоты и их производные: получение и изучение физико-химических свойств.	8
		Защита ЛР № 17, 18	4
19	11	Амины. Диазосоединения и азосоединения.	4
20	11, 12	Аминокислоты: изучение физико-химических свойств. Белки.	2
21	12	Углеводы: изучение физико-химических свойств моно-, ди- и полисахаридов.	4
		Защита ЛР № 19-21	2
		Итого:	88

4.4 Курсовая работа (6 семестр)

Примерные темы курсовой работы:

- 1 Синтез, очистка и идентификация ацетона
- 2 Синтез, очистка и идентификация бензилового спирта
- 3 Синтез, очистка и идентификация этилбензоата
- 4 Синтез, очистка и идентификация коричной кислоты
- 5 Синтез, очистка и идентификация хинолина (по Скраупу)
- 6 Синтез, очистка и идентификация 4-(4-бромфенил)-7-гидрокси-хинолин-2-карбоновой кислоты
- 7 Синтез, очистка и идентификация 7-гидрокси-4-метилхинолин-2-карбоновой кислоты
- 8 Синтез, очистка и идентификация этилбромида
- 9 Синтез, очистка и идентификация ацетилсалициловой кислоты
- 10 Синтез, очистка и идентификация ацетоуксусного эфира
- 11 Синтез, очистка и идентификация бромбензола
- 12 Синтез, очистка и идентификация *para*-толуолсульфокислоты
- 13 Синтез, очистка и идентификация бензоилпероксида
- 14 Синтез *трис*-(1-оксо-4-фенил-1-этокси-2,4-бутандионато)лантана
- 15 Синтез, очистка и идентификация *para*-метилацетофенона
- 16 Синтез, очистка и идентификация диэтилмалоната
- 17 Синтез, очистка и идентификация бутилацетата

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Органическая химия: в 4 ч.:

Ч. 1 / Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П., - 7-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. - 570 с.: ISBN 978-5-00101-506-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/541872>;

Ч. 2 / Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П., - 7-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. - 626 с.: ISBN 978-5-00101-507-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/542433>;

Ч. 3 / Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П., - 6-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. - 547 с.: ISBN 978-5-00101-508-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/541050> ;

Ч. 4: Реутов О.А., Курц Л.А., Бутин К.П., - 4-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2016. - 729 с.: ISBN 978-5-00101-410-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/974753>

2. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие / Е. А. Строганова [и др.]. - Ч. 2 : Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. - Оренбург : Университет, 2013. - 127 с. - ISBN 978-5-4418-0034-1.

5.2 Дополнительная литература

1. Паршина И. Н. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие для вузов / И. Н. Паршина, Е. А. Строганова, Э. В. Строева. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007. Ч. 1 : Получение, свойства и качественный анализ органических соединений, 2007. - 196 с.

2. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие / Е. А. Строганова [и др.]. - Ч. 3 : Применение методов УФ, ИК и ПМР спектроскопии в структурном анализе органических соединений. - Оренбург : Университет, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-4418-0035-8.

3. Органическая химия : в 3 т.:

Т. 1 / Травень В.Ф., - 4-е изд., (эл.) - М.:БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 401 с.: ISBN 978-5-9963-2939-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/500800>;

Т. 2 / Травень В.Ф., - 4-е изд., (эл.) - М.:БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 550 с.: ISBN 978-5-9963-2940-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/485774>;

Т. 3 / Травень В.Ф., - 4-е изд., (эл.) - М.:БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 391 с.: ISBN 978-5-9963-2941-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/488114>.

4. Шабаров Ю. С. Органическая химия [Текст] : учеб. для вузов / Ю. С. Шабаров.- 4-е изд., стер. - М. : Химия, 2002. - 848 с. : ил. - (Для высшей школы) - ISBN 5-7245-1218-1.

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. : ВИНТИ, 2008.

2. Успехи химии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2010.

3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2015.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/> .

2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.

3. <http://www.msu.ru> Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

4. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система MS Windows (в рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ).

2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ) для подготовки текстовых документов, обработки экспериментальных результатов и демонстрации презентаций.

3. ProQuestDissertations&Theses A&I [Электронный ресурс]: база данных диссертаций. – Режим доступа : <https://search.proquest.com/>, в локальной сети ОГУ.

4. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.

5. RoyalSocietyofChemistry [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных / Королевское химическое общество Великобритании. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/>, в локальной сети ОГУ.

6. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.

7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

8. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>

9. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - AdobeReader;

10. Архиватор – WinRAR;

11. Свободный файловый архиватор - 7-Zip.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используются учебные аудитории кафедры химии. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы, ареометры) и приборами (весы, нагревательные приборы, термометры, водяные и масляные бани, прибор Жукова, пикнометр, рефрактометр, прибор для фракционной разгонки при атмосферном давлении, прибор для вакуумной перегонки, прибор для перегонки с водяным паром, рН-метры). Лаборатория оснащена химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и необходимыми химическими реактивами. Имеются шаростержневые модели молекул. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.