Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.18 Органическая химия»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.18 Органическая химия*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 5 от "17" 01 2022 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — подпись — Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры химии — подпись — Е.А. Строганова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия — личная подпись — Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
личная подпись — Н.Н. Бигалиева
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись — А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Строганова Е.А., 2022
© ОГУ, 2022

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

познание студентами общих законов, связывающих строение и свойства органических соединений, путей синтеза различных классов органических веществ, механизмов химических процессов, а также возможностей использования органических соединений в различных отраслях народного хозяйства.

Задачи:

- Посредством слушания, конспектирования и реферирования изучить и овладеть основополагающими законами органической химии;
- изучить классификацию и номенклатуру органических соединений;
- изучить основные принципы взаимодействия органических и неорганических веществ;
- изучить основные механизмы превращений в органической химии;
- научиться определять качественными реакциями органические вещества и проводить качественные и количественные расчеты состава веществ;
- научиться прогнозировать химические свойства органического соединения, исходя из строения молекулы;
- с помощью уравнений реакций научиться описывать способы получения органических соединений и их химические свойства;
- научиться решать задачи и упражнения по генетической связи между различными классами органических соединений;
- научиться определять экономически оптимальный и наиболее безопасный метод синтеза и выделения в чистом виде органических соединений;
- овладеть основными методами инструментального и химического анализа органических веществ;
- изучить основные приемы решения задач, нацеленных на практическое применение теоретических положений органической химии;
- выработать собственную методологию в решении поставленных задач;
- владеть методологией выбора методов инструментального анализа органических соединений;
- научиться понимать роль органической химии в системе наук;
- научиться понимать роль органической химии в жизнедеятельности человека;
- выработать представление о классификации органических соединений по категориям токсичности и канцерогенности;
- научиться идентифицировать и разделять органические соединения из смеси;
- научиться собирать установки для очистки и синтеза органических соединений;
- научиться применять безопасные приемы при работе с органическими реактивами и химическими приборами.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика, Б1.Д.Б.16 Неорганическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.20 Высокомолекулярные соединения, Б1.Д.Б.21 Химическая технология, Б1.Д.Б.25 Химические основы биологических процессов, Б1.Д.В.3 Нефтехимический синтез, Б1.Д.В.5 Спектральный анализ, Б1.Д.В.8 Первичная переработка нефти и газа, Б1.Д.В.11 Современные методы анализа нефти и нефтепродуктов, Б1.Д.В.Э.3.1 Химическая технология топлива и углеродных материалов, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	**Знать:** логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области; способы анализа и решения проблемной ситуации. **Уметь:** анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектировать процессы по их устранению; критически оценивать надежность источников информации; разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов, в том числе с применением философского понятийного аппарата. **Владеть:** навыками работы с противоречивой информацией из разных источников и решения проблемной ситуации на основе системного анализа философских взглядов и исторических закономерностей, процессов, явлений и событий
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя	УК-2-В-1 Понимает классическую структуру проекта с учетом оптимизации ресурсного обеспечения, способы представления проекта	**Знать:** основы и инструменты планирования проекта. **Уметь:** формулировать на основе поставленной про-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		блемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления; разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулировать цель, задачи, обосновывать актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. **Владеть**: навыками разработки плана реализации проекта с использованием инструментов планирования; мониторинга хода реализации проекта.
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4-В-1 Выбирает на государственном и иностранном (-ых) языках коммуникативно приемлемый стиль делового общения, вербальные и невербальные средства взаимодействия с партнерами	**Знать:** современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия. **Уметь:** устанавливать и развивать профессиональные контакты в соответствии с потребностями совместной деятельности, включая обмен информацией и выработку единой стратегии взаимодействия. **Владеть:** навыками составления, перевода и редактирования различных академических текстов (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.); представления результатов академической и профессиональной деятельности на различных публичных мероприятиях на государственном языке РФ и иностранном (ых) языке (ах).
УК-6 Способен управлять	УК-6-В-1 Понимает важность	**Знать:** свои ресурсы и их

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	планирования целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда УК-6-В-2 Реализует намеченные цели с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда УК-6-В-3 Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков УК-6-В-4 Критически оценивает эффективность использования времени при решении поставленных задач	пределы (личностные, ситуативные, временные). **Уметь:** оптимально использовать свои ресурсы для успешного выполнения порученного задания, определять приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; **Владеть:** навыками выстраивания гибкой профессиональной траектории, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8-В-3 Идентифицирует угрозы (опасности) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека и природной среды	**Знать:** антропогенные и природные источники кратковременных аварийных и долговременных систематических воздействий на человека и окружающую среду; основные нормы техники безопасности при работе как в ландшафтных условиях, так и в лаборатории; способы защиты персонала от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях **Уметь:** оценивать последствия воздействия на человека вредных, опасных и поражающих факторов; оказывать первую медицинскую помощь; ориентироваться на местности в случае

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		возникновения угрозы; **Владеть:** протоколом действий в случае возникновения опасности для жизни и злоровья; методиками оказания первой медицинской помощи; нормами техники безопасности и требований охраны труда в лабораторных условиях.
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1-В-1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1-В-2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1-В-3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	**Знать:** теоретические основы традиционных и новых разделов химии; основные научные литературные источники. **Уметь:** пользоваться знаниями теоретических основ традиционных и новых разделов химии; пользоваться научной литературой; анализировать и сопоставлять полученные экспериментальные результаты с известными из литературы данными. **Владеть:** навыками использования программного обеспечения для обработки результатов измерений; алгоритмами анализа результатов эксперимента; навыками работы с научной литературой.
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2-В-1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2-В-2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2-В-3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2-В-4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием научного оборудования	**Знать:** физико-химические свойства не-органических и органиче-ских реактивов; особен-ности хранения химиче-ских материалов различ-ных классов опасности; основные правила техни-ки безопасности и приемы оказания первой меди-цинской помощи в хими-ческой лаборатории при работе с кислотами и ще-лочами, едкими веще-ствами, легковоспламе-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		няющимися и горючими жидкостями, токсичными и канцерогенными веществами; методы, научное оборудование и принцип работы современной аппаратуры при проведении научных исследований для решения поставленных задач. **Уметь:** применять органические и неорганические реагенты в химическом анализе с учетом техники безопасности; обращаться с химической посудой и лабораторным оборудованием; методически грамотно осуществлять неорганические и органические синтезы с учетом особенностей физико-химических свойств исходных реагентов; применять средства индивидуальной защиты и средства пожаротушения. **Владеть:** навыками сборки основных приборов для получения неорганических и органических веществ; навыками обращения с приборами для осуществления химического анализа; навыками оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях в химической лаборатории.
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3-В-2 Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	**Знать:** стандартные методы обработки и представления результатов эксперимента; нормативно-техническую документацию по порядку составления протоколов и отчетов по результатам

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		исследований. **Уметь:** пользоваться современными специализированными базами научных данных; пользоваться современным программным обеспечением для осуществления расчетно-теоретических работ **Владеть**: расчетно-теоретическими методами для изучения свойств веществ и процессов с их участием, навыками работы с научными базами данных и специализированным программным обеспечением.
ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5-В-2 Использует современные информационные технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля	**Знать:** основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач **Уметь:** проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач; применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов; использовать специализированное программное обеспечение при представлении результатов работы профессиональному сообществу **Владеть:** навыками работы

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу.
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6-В-1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке ОПК-6-В-2 Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры ОПК-6-В-4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	**Знать:** основные методы сбора, обработки, анализа и обобщения результатов научных экспериментов; современные нормативные документы, устанавливающие правила оформления научных отчетов, аттестационных работ, рецензий, докладов и т.д. **Уметь:** собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать передовой отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований; анализировать и сопоставлять полученные экспериментальные данные с из литературных источников фактами; представлять результаты работы в устной и письменной форме, соблюдая установленные образовательной организацией нормы составления документов. **Владеть:** навыками проведения работ по получению, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований с помощью статистических методов и современных компьютерных технологий; навыками устных докладов по результатам научной

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		работы; навыками написания различных видов отчетной документации

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц (540 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**252**	**288**	**540**
Контактная работа:	**203,25**	**206,5**	**409,75**
Лекции (Л)	68	68	136
Практические занятия (ПЗ)	50	34	84
Лабораторные работы (ЛР)	84	102	186
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
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 практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю;* *- подготовка к промежуточному контролю*	**48,75**	**81,5** +	**130,25**
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	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в органическую химию	72	12	10	48	8
2	Предельные углеводороды	18	6	4	4	4
3	Этиленовые углеводороды	18	6	4	4	4
4	Диеновые углеводороды	14	6	4	-	4
5	Ацетиленовые углеводороды	20	6	4	6	4
6	Нафтены	16	6	4	2	4
7	Ароматические углеводороды	28	8	6	8	6
8	Нуклеофильное замещение. Элиминирование.	26	8	6	6	6
9	Галогенпроизводные углеводородов	16	4	2	6	4
10	Металлоорганические соединения	24	6	6	-	6
	Итого:	252	68	50	84	50

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
11	Алифатические спирты	18	4	2	8	6
12	Простые эфиры. Эпоксиды	14	2	2	6	4
13	Ароматические спирты. Хиноны	22	6	2	10	6
14	Альдегиды, кетоны	26	6	4	6	8
15	Карбоновые кислоты и их производные	20	6	2	12	6
16	Гетерофункциональные карбоновые кислоты	26	6	4	10	6
17	Липиды	14	4	-	4	6
18	Нитросоединения	14	2	2	6	6
19	Азо- и диазосоединения	20	6	2	8	6
20	Амины	20	6	2	8	6
21	Аминокислоты. Белки	22	6	4	8	8
22	Углеводы	22	6	4	8	8
23	Гетероциклы	30	8	4	8	8
	Итого:	288	68	34	102	84
	Всего:	540	136	84	186	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

№1 Введение в органическую химию. Предмет органической химии. Важнейшие этапы ее развития. Значение органической химии. Основные сырьевые источники получения органических соединений. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений по природе функциональной группы, по природе остова молекулы.

Природа химической связи, типы и физические свойства ковалентной связи. Классификация реакций по природе реагирующих частиц, по механизму разрыва ковалентной связи, по результатам реакции, по количеству реагирующих частиц в элементарном акте взаимодействия. Понятие о электрофильных и нуклеофильных реагентах. Гомолитические (радикальные) реакции. Классификация органических соединений. Гетеролитические (электрофильные и нуклеофильные) реакции.

Виды межмолекулярных взаимодействий, понятие о ван-дер-ваальсовом расстоянии и радиусе. Сравнительная стабильность реакционных частиц (свободных радикалов, карбокатионов, карбоанионов).

Понятие о гибридизации. Виды гибридизаций атома углерода. Особенности свойств атомов углерода различных гибридных состояний (по величине радиуса атома, энергии ионизации, энергии сродства к электрону, электроотрицательности).

Кислотно-основные теории взаимодействия (теория Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса). Понятие о жестких и мягких кислотах и основаниях Пирсона, принцип ЖМКО.

Внутримолекулярные электронные взаимодействия. Понятие об индуктивном электронном эффекте (определение, свойства, понятие об эффекте поля). Понятие о мезомерном электронном эффекте (определение, виды сопряженных систем). Понятие об эффекте сверхсопряжения.

Явление изомерии органических соединений. Изомерия органических соединений в органической химии (понятие, виды). Понятие о конформации и конфигурации. Виды конформационной изомерии. Виды конфигурационной изомерии. Особенности оптической изомерии: понятие об оптической активности органических соединений, электромагнитная и фотонная теории взаимодействия вещества со светом. Виды хиральности молекул, понятие об асимметрическом атоме углерода, виды оптических изомеров (энантиомеры, рацематы). Способы разделения рацематов. Основные способы изображения стереоизомеров. Относительная и абсолютная конфигурация (система Фишера, Кана-Ингольда-Прелога). Стереоизомеры с несколькими хиральными центрами (понятие о мезо-формах, трео-формах и эритро-формах).

№2 Предельные углеводороды. Гомологический ряд алканов, изомерия. Пространственная изомерия алканов, изображение конформеров в проекциях Ньюмена и «лесопильных козлах» (заслоненная конформация (син-перипланарная), заторможенная (анти-перипланарная), скошенная (гош-перипланарная)). Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана. Природа С-С и С-Н связей в алканах. Природные источники алканов. Нефть (химический состав, классификациия, методы оценки качества и анализа нефтепродуктов). Методы получения алканов. Химические свойства алканов. Реакции радикального замещения S_R: галогенирование, нитрование (нитрование по Коновалову и парофазное нитрование), сульфохлорирование, окисление. Энергетика цепных свободнорадикальных реакций. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов, правило Хэммонда. Термический и каталитический крекинг алканов.

№3 Этиленовые углеводороды. Особенности строения функциональной группы. Гомологический ряд алкенов, изомерия. Геометрические изомеры, их свойства, цис-, транс- и Z-, E-номенклатура, термодинамическая стабильность геометрических изомеров. Номенклатура алкенов. Основные способы получения алкенов. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения (Ad_E). Общее представление о механизме реакций, π- и σ -комплексы, ониевые ионы. Влияние алкильных заместителей у двойной связи на скорость и молекулярность реакции присоединения (Ad_{E2}, Ad_{E3}). Стереохимические особенности протекания, скелетные перегруппировки (гидридный сдвиг, алкильный сдвиг) на примере реакций гидрогалогенирования, гидратации, галогенирования, алкоксимеркурирования-демеркурирования, сульфирования. Радикальные реакции присоединения (Ad_R) на примере присоединения HBr. Перекисный эффект Хараша. Аллильное бромирование алкенов. Газофазное галогенирование по Львову. Окислительные превращения алкенов. Озонолиз алкенов (реакция Гарриеса), окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Реакции восстановления алкенов. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды.

№4 Диеновые углеводороды. Классификация, изомерия (особенности изомерии сопряженных диенов), номенклатура. Основные методы получения кумулированных, сопряженных и изолированных диенов. Химические свойства: особенности кумулированных и сопряженных диенов в реакциях Ad_E на примере гидрогалогенирования. Понятие о термодинамическом и кинетическом контроле реакций. Перициклические реакции сопряженных диенов (электроциклические реакции циклизации, конденсация про Дильсу-Альдеру): понятие об орбитальном контроле реакций, особенности фотохимической и термической инициации. Реакции окисления диеновых углеводородов.

№5 Ацетиленовые углеводороды. Особенности строения функциональной группы. Гомологический ряд алкинов, номенклатура, изомерия. Основные методы получения. Понятие о реактивах Иоцича. Кислотные свойства алкинов. Методы идентификации концевой тройной связи. Получение дииновых соединений. Ацетилен-алленовая перегруппировка. Реакции электрофильного присоединения к тройной связи в сравнении с алкенами. Механизм реакции гидратации. Галогенирование и гидрогалогенирование. Электрофильное присоединение спиртов и карбоновых

кислот. Реакции нуклеофильного присоединения Ad_N к алкинам. Стереоселективные реакции восстановления алкинов с получением *цис*- и *транс*-алкенов.

№6 Нафтены. Гомологический ряд. Энергия напряжения в циклах и типы напряжений. Конформационный анализ циклоалканов (конформационные переходы циклобутана, циклопентана, циклогексана, конформации монозамещенных и дизамещенных циклогеканов). Влияние конформационного состояния на реакционную способность (принцип Кертина-Гаммета). Методы получения соединений с малым и средним размером цикла. Особенности химических свойств циклопропана и его производных. Химические свойства соединений со средним размеров цикла.

№7 Ароматические углеводороды. Гомологический ряд. Ароматичность по Хюккелю. Структурные, физические и химические критерии ароматических соединений. Понятие об антиароматичности и неароматичности циклических сопряженных систем. Круг Фроста. Основные методы получение ароматических углеводородов. Химические свойства моноядерных ароматических углеводородов: механизм реакций электрофильного замещения в ароматическое кольцо (S_EAr) на примере нитрования, сульфирования, галогенирования, ацилирования и алкилирования по Фриделю - Крафтсу. Влияние заместителей на протекание S_EAr. Понятие об активирующих и дезактивирующих заместителях I рода. Понятие о заместителях II рода. Химические свойства моноядерных ароматических углеводородов: реакции нуклеофильного замещения в ароматическое кольцо (S_{NAr}). Механизм S_{NAr} в активированное ароматическое кольцо, понятие о комплексах Мезенгеймера. Ариновый механизм замещения в дезактивированное кольцо.

№8 Нуклеофильное замещение. Элиминирование. Понятия нуклеофильность, нуклеофил, нуклеофуг, основание. Понятия поляризации, поляризуемости, сольватации и сольватируемости. Сольватирующие свойства растворителей. Ряд активности нуклеофилов в газовой фазе и растворителях различной природы. Понятие о хорошо и плохо уходящих группах. Общая характеристика реакций нуклеофильного замещения. Классификация реакций нуклеофильного замещения.

Механизм S_N2. Энергетический профиль реакции, особенности механизма, влияние различных факторов (структура субстрата, природа уходящей группы, величина частичного положительного заряда на атоме углерода, природа растворителя и нуклеофила) на скорость бимолекулярного нуклеофильного замещения. Вальденовское обращение.

Механизм S_N1. Энергетический профиль реакции, особенности механизма, влияние различных факторов (структура субстрата, природа уходящей группы, величина частичного положительного заряда на атоме углерода, природа растворителя и нуклеофила) на скорость мономолекулярного нуклеофильного замещения. Ионные пары в процессах мономолекулярного нуклеофильного замещения. Стереохимия S_N1-реакций. Сильные и слабые нуклеофилы и их участие в реакциях S_N1 и S_N2.

Другие S_N-механизмы. Особенности S_N-реакций при участии соседних групп в нуклеофильном замещении (стереохимия, молекулярные перегруппировки). Примеры замещения галогена на другие функциональные группы (гидрокси-, амино-, алкокси-группу). Реакции элиминирования. Классификация реакций элиминирования.

Механизм E2. Факторы, благоприятствующие протеканию реакций E2. Направление элиминирования по E2-механизму. Правила Зайцева и Гофмана: суть; факторы, способствующие выполнению. Стереохимия E2-элиминирования на примере циклогексилгалогенида.

Механизм E1, его особенности. Факторы, благоприятствующие протеканию реакций E1. Случаи нарушения правила Зайцева. Стереоселективность реакций E1. Особенности механизма $E1_{CB}$ реакций элиминирования. Общая схема. Кинетическое уравнение. Условия реализации. Направление элиминирования.

Конкуренция процессов замещения и элиминирования по моно- и бимолекулярному механизму. Определяющие факторы.

№9 Галогенпроизводные углеводородов. Методы получения (реакции присоединения, реакции нуклеофильного замещения, восстановление пергалогенпроизводных углеводородов). Химические свойства галогенпроизводных: качественные реакции, реакции нуклеофильного замещения, реакции элиминирования.

№10 Металлоорганические соединения. Магнийорганические соединения, их строение. Получение реактивов Гриньяра, основные особенности метода, представление о механизме. Строение магнийорганических соединений. Равновесие Шленка. Химические свойства

магнийорганических соединений: восстановление под действием галогенидов металлов-окислителей, основные и нуклеофильные свойства магнийорганических соединений.

Натрий- и литийорганические соединения, их получение и химические свойства. Литийдиалкилкупраты, их получение и особенности. Литий- и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот.

Диалкил- и диарилкупраты. Получение и применение этих комплексных соединений для синтеза предельных углеводородов, диенов, несимметричных кетонов и в реакциях сопряженного присоединения к α,β-ненасыщенным карбонильным соединениям.

Цинк- органические соединения, их получение и особенности химических свойств.

№11 Алифатические спирты. Классификация, строение функциональной группы. Основные методы синтеза. Особенности физических свойств. Химические свойства спиртов: кислотные и основные свойства (понятие о жестких и мягких кислотах и основаниях Пирсона, принцип ЖМКО), основные способы модификации гидроксильной группы (реакции нуклеофильного замещения гидроксильной группы на амино-группу, алкокси-группу, галоген), реакции окисления, ретропинаколиновая перегруппировка. Особенности химических свойств многоатомных спиртов (комплексообразование с ортоборной кислотой, солями, оксидами и гидроксидами металлов, внутри- и межмолекулярная дегидратация; окисление с разрушением и без разрушения углеродного скелета).

№12 Простые эфиры. Эпоксиды. Строение функциональной группы. Физические свойства простых эфиров. Основные способы получения. Химические свойства. Эфиры как основания Льюиса. Реакции с расщеплением С—О – связей, гомолиз α-С—Н-связей. Получение виниловых эфиров и их полимеризация. Понятие о краун-эфирах и межфазном катализе. Строение, основные методы синтеза. Химические свойства эпоксидов: реакции с электрофильными реагентами, реакции с нуклеофильными реагентами.

№13 Ароматические спирты. Хиноны. Особенности строения, методы получения (промышленные, лабораторные). Химические свойства: реакции с участием гидроксильной группы (образование солей, реакция Вильямсона, перегруппировка Клайзена, другие реакции проявления нуклеофильных свойств фенолов), реакции восстановления, реакции окисления (механизм радикального процесса окисления, влияние радикалов), реакции ароматического ядра с сильными электрофилами (механизмы реакций электрофильного замещения, галогенирование, сульфирование, нитрование, ацилирование по Фриделю-Крафтсу-Густавсону, перегруппировка Фриса), реакции ароматического ядра со слабыми электрофилами (реакция Кольбе, конденсация с альдегидами, карбонилирование по Адамсу, Гаттерману, Реймеру-Тиману, Вильсмейеру-Хааку). [3,3]-сигматропная перегруппировка Кляйзена аллиловых эфиров фенолов.

Хиноны. Особенности строения. Основные методы получения (окисление пространственно незатрудненных фенолов одно и двуэлектронными окислителями. Окисление пространственно затрудненных фенолов (ПЗФ) с получением ароксильных радиалов. Димеризация ароксильных радикалов. Химические свойства хинонов: восстановление до двухатомных фенолов, реакции Дильса-Альдера.

№14 Альдегиды. Кетоны. Основные методы получения альдегидов (окисление алканов и алкенов, окисление и дегидрирование первичных спиртов, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных, расщепление гликолей, оксосинтез, пиролиз солей карбоновых кислот, синтез по Розенмунду). Основные методы получения кетонов (окисление и дегидрирование вторичных спиртов, окисление вторичных спиртов по Оппенауэру, пиролиз солей карбоновых кислот, взаимодействие галогенангидридов карбоновых кислот с реактивами Гриньяра, синтез с литийорганическими соединениями).

Строение карбонильной группы. Механизм реакции нуклеофильного присоединения. Особенности взаимодействия с сильными нуклеофилами (бисульфитом натрия, аммиаком, гидразином, гидроксиламином, семикарбазидом). Получение и свойства уротропина. Реакции альдегидов и кетонов со слабыми нуклеофилами: спиртами, меркаптанами, водой, взаимодействие с пентахлоридом фосфора, самоконденсация альдегидов. Реакции, протекающие через образование енольных форм альдегидов и кетонов: альдольно-кротоновая конденсация, реакция Манниха, галогенирование, галоформная реакция, α-бромирование кетонов, реакция Кляйзена.

Методы окисления альдегидов (реактивом Толленса, фелинговой жидкостью, диоксидом селена, реакция Байера-Виллигера, автоокисление альдегидов) и кетонов. Методы восстановления альдегидов и кетонов (по Кижнеру-Вольфу, по Клемменсу, водородом в момент выделения, взаимодействие кетонов с амальгамой магния, восстановление по Меервейну-Понндорфу-Верлею,

реакция Тищенко, самоокисление-самовосстановление по Канниццаро, восстановление литийалюмогидридом и боргидридом натрия).

Непредельные альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств α,β-непредельных альдегидов и кетонов. Основные методы получения. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения сильных и слабых нуклеофилов, восстановление и окисление α,β- непредельных альдегидов и кетонов.

Ароматические альдегиды и кетоны. Особенности строения и химических свойств. Основные методы получения. Реакции электрофильного замещения в бензольное кольцо (влияние карбонильной группы), реакции присоединения сильных и слабых нуклеофилов по карбонильной группе (влияние бензольного кольца), реакции окисления и восстановления ароматических альдегидов и кетонов (восстановление по Клемменсену, по Канниццаро), реакции конденсации ароматических альдегидов и кетонов (бензоиновая конденсация, реакция Перкина, реакция Кневенагеля, конденсация с фенолами).

№15 Карбоновые кислоты и их производные. Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Основные методы синтеза. Строение карбоксильной группы и кислотные свойства. Реакции карбоновых кислот с нуклеофилами: реакция этерификации, образование надкислот, образование хлорангидридов и ангидридов кислот. Реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского. Пиролиз уксусной кислоты.

Соли карбоновых кислот, их реакции с нуклеофильными реагентами. Перегонка солей карбоновых кислот, реакция Кольбе, синтез Дюма, реакция Хунсдиккера-Бородина, взаимодействие с реактивами Гриньяра, методы превращения солей в сильные ацилирующие агенты. Мыла.

Галогенангидриды как ацилирующие агенты. Методы получения. Химические свойства: гидролиз, алкоголиз, аминолиз, восстановление по Розенмунду, взаимодействие с реактивами Гриньяра, реакция Арндта-Эйстерта, ьпиролиз уксусного ангидрида.

Ангидриды карбоновых кислот как ацилирующие агенты.

Амиды, нитрилы. Основные способы получения. Химические свойства амидов и нитрилов: гидролиз, восстановление с алюмогиридом лития, взаимодействие с реактивами Гриньяра. Особенности химических свойств амидов: образование циклических амидов – лактамов, гидролиз амидов, дегидратация амидов, восстановление до аминов и до альдегидов (амиды Вайнреба), реакция нитрозирования, реакция дегидратации, перегруппировка амидов по Гофману. Перегруппировка гидразидов карбоновых кислот по Курциусу. Особенности нитрилов: гидролиз, алкоголиз, аммонолиз нитрилов, реакции с металлоорганическими соединениями, восстановление до аминов и альдегидов. Нитрилы как нуклеофилы (реакция Риттера).

Сложные эфиры. Основные способы получения: реакция этерификации по Фишеру, реакция Тищенко, карбоксилирование ацетилена, ацилирование енольных форм кетонов кетеном, алкоголиз нитрилов, металлокомплексный катализ. Свойства сложных эфиров как ацилирующих агентов: кислый гидролиз (механизмы Aac2, Aac1, Aal1), основный гидролиз (механизмы Bac2, Bal2, Bal1), реакция переэтерификации. Еноляты сложных эфиров в реакциях с различными электрофилами. Реакции конденсации: сложноэфирная конденсация (реакция Кляйзена), конденсация кетонов со сложными эфирами как метод синтеза 1,3-дикетонов. Восстановление литийалюмогидридом, по Буво-Блану, ацилоиновая конденсация, реакция Реформатского.

Кетены, их строение и ацилирующая активность. Сравнение химических свойств кетенов с α,β - непредельными альдегидами, с ангидридами и галогенангидридами, с кумуленами. Кетены как жесткие кислоты.

№16 Гетерофункциональные карбоновые кислоты. Непредельные односновные кислоты. Специфические свойства α,β- непредельных кислот. Особенности фумаровой и малеиновой кислот.

Гидроксикислоты, их нахождение в природе. Осовные способы получения (гидролиз галогензамещенных кислот и оксинитрилов, реакция Реформатского, присоединение воды к α,β-непредельным кислотам, окисление альдегидов, альдолей и гликолей, гидроксилирование непредельных карбоновых кислот). Строение и химические свойства гидроксикислот (кислотные свойства, реакции по карбоксильной и спиртовой группам). Специфические химические свойства гидроксикислот (получение лактидов, лактонов, термическое расщепление, селективное восстановление гидроксо-группы). Лимонная кислота.

Оксокислоты, их нахождение в природе, основные методы получения глиоксиловой, пировиноградной кислот и β-оксокислот. Строение и химические свойства α-оксокислот (кислотные, гидра-

тация, реакция Канниццаро, окисление, взаимодействие с разбавленной и концентрированной серной кислотой) и β-оксокислот (декарбоксилирование).

Ацетоуксусный эфир. Представление о таутомерии. Кетонная и енольная формы АУЭ. Методы получения. Химические свойства АУЭ: восстановление; реакции, протекающие через образование кетонной и енольной форм; кетонное и кислотное расщепление АУЭ; алкилирование и ацилирование АУЭ. Применение в органическом синтезе.

Предельные дикарбоновые кислоты. Общие методы синтеза. Особенности химических свойств дикарбоновых кислот. Щавелевая кислота и ее производные: реакции декарбоксилирования (термического, кислотного). Малоновая кислота: использование малонового эфира в органическом синтезе, реакция Кневенагеля, реакция Михаэля, декарбоксилирование. Янтарная кислота, ее специфические свойства: реакция Штоббе, получение и использование сукцинимида. Адипиновая кислота: сухая пергонка солей, внутримолекулярная сложноэфирная конденсация Дикмана.

№17 Липиды. Классификация липидов. Получение и свойства простых омыляемых липидов. Мыла.

Классификация, строение и физиологические свойства сложных омыляемых липидов.

Классификация, строение и физиологические свойства неомыляемых липидов.

№18 Нитросоединения. Нитросоединения, их классификация и номенклатура. Строение нитро-группы. Методы синтеза нитросоединений. Химические свойства нитросоединений: реакции, связанные с участием нитро-группы (полное и неполное восстановление нитро-группы), С-Н – кислотность нитросоединений, поведение нитросоединений в щелочных растворах, аци-форма нитросоединений. Амбидентантность солей аци-формы нитросоединений. Реакции солей аци-формы нитросоединений: галогенирование, нитрозирование, О- и С-алкилирование и ацилирование нитросоединений, реакции с альдегидами и кетонами (Анри), взаимодействие с концентрированными минеральными кислотами.

№19 Азо-, диазосоединения. Представление о диазосоединениях и азосоединениях. Диазосоединения ароматического ряда. Методы получения: диазотирование, азосочетание. Химические свойства: реакции с разрывом связи N-Ar (механизмы гетеролитического и гомолитического разрыва связи с ароматическим кольцом, замещение на гидроксо-группу, на тио-группу, реакция Шимана, реакции Зандмейера, реакция Гомберга-Бахманна, дезаминирование). Реакции с участием диазогруппы: восстановление солей арилдиазониев до арилгидразинов, азосочетание.

Диазосоединения алифатического ряда. Диазометан и диазоуксусный эфир, их устойчивость и способы получения. Химические свойства диазосоединений (взаимодействие с карбоновыми кислотами, спиртами, альдегидами, кетонами, галогенангидридами, алкенами и алкинами, фотолиз).

№20 Амины. Классификация и номенклатура аминов. Основные способы получения аминов (аммонолиз спиртов и алкилгалогенидов, синтез Габриэля, реакция Гофмана, перегруппировка Курциуса, восстановительное аминирование кетонов и альдегидов, присоединение аммиака к α,β-непредельным альдегидам, реакция Манниха, восстановление амидов, нитрилов, оксимов и нитросоединений, метод Эшвайлера-Кларка, Лейкарта). Строение аминогруппы. Зависимость нуклеофильных и основных свойств аминов от строения аминов. Кислотные свойства аминов. Качественные реакции на первичные, вторичные и третичные амины (взаимодействие с азотистой кислотой, тест Хундсдикера). Нуклеофильность и основность аминов. Алкилирование и ацилирование аминов. Взаимодействие с карбонильными соединениями (получение иминов и енаминов). Окисление аминов.

Амины ароматического ряда. Сравнительная характеристика основных свойств с аминами алифатического ряда. Химические свойства: получение изонитрилов, оснований Шиффа, окисление до нитросоединений, до хинонов.

№21 Аминокислоты. Белки. Классификация, ряд незаменимых аминокислот, методы синтеза (аммонолиз галогенпроизводных карбоновых кислот, синтез Габриэля, синтез с помощью малонового эфира, синтез Штреккера). Особенности строения аминокислот (способность существования как биполярных ионов, понятие об изоэлектрической точке, оптическая активность аминокислот, природные изомеры). Химические свойства аминокислот: реакции, протекающие по амино-группе (образование N-ацильных производных (метод карбобензоксизащиты), образование оснований Шиффа, взаимодействие с реактивом Сенгера (2,4-динитрофторбензолом), реакция Эдмана, метод количественного определения амино-группы по Ван-Слайку, по Серенсену, ацилирование по Шоттену-Бауману, дезаминирование). Реакции, протекающие по карбоксильной группе (образование солей и внутрикомплексных соединений, этерификация по Фишеру, образование галогенангидридов, пептидных связей, межмолекулярное ацилирование, реакции декарбоксилирования). Особенности β, γ и

δ аминокислот в реакции дегидратации. Качественные реакции α-аминоксилот: нингидринная, биуретовая, ксантопротеиновая.

Классификация, структуры белков, понятие об изоэлектрической точке, электрофорез. Качественные реакции. Пептиды. Геометрия пептидной связи, методы синтеза. Методы определения структуры пептидов, определение концевых групп. Сложные белки: простетические группы (примеры биологически активных соединений, содержащих простетические группы).

№22 Углеводы. Моносахариды: классификация, стереохимия (проекции Фишера), относительная и абсолютная конфигурация (система Фишера, система Кана-Ингольда-Прелога), стереоизомеры с несколькими хиральными центрами (понятие о мезо-формах, трео-формах и эритро-формах). Реакции превращения альдоз в 2-кетозы (реакции мутаротации). Кольчато-цепная таутомерия сахаров: открытые и циклические формы (фуранозы, пиранозы) и их взаимопревращения. Формулы Хеуорса, понятие об α и β аномерах. Гликозиды: методы получения, реакционная способность. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот.

Дисахариды: восстанавливающие и невосстанавливающие – особенности строения и химических свойств. Качественные реакции.

Полисахара: особенности строения и химических свойств амилозы, амилопектина, целлюлозы.

№23 Введение в ретросинтез. Основные понятия: ретросинтетический анализ, трансформ, ретрон, синтон. Типы трансформов. Стратегия «малого укуса» Стьюарта Воррена. Стратегические связи молекулы. Мощные реакции органического синтеза. Подбор логичных синтонов методом альтернирования. Принцип решения и записи ретросинтетической задачи.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Основные правила и приемы работы в лаборатории органической химии. Химическая посуда и лабораторное оборудование.	2
2	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Фильтрование и центрифугирование. Кристаллизация и возгонка. Определение температуры плавления органических соединений.	8
3	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Простая перегонка органических растворителей. Определение показателя преломления органических соединений.	6
4	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Фракционная перегонка бинарных смесей. Определение температуры кипения и показателя преломления органических соединений.	8
5	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Вакуумная перегонка. Определение температуры кипения и показателя преломления органических соединений.	8
6	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Перегонка с водяным паром. Определение температуры кипения и показателя преломления органических соединений.	8
7	1	Качественный элементный анализ органических соединений	2
8	3, 6	Алканы, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации. Нафтены.	6
9	4	Алкены, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	4
10	5	Алкины, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	6
11	7	Ароматические соединения, способы получения, физико-	8

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		химические свойства, методы идентификации.	
12	8	Нуклеофильное замещение, элиминирование.	6
13	9	Галогенопроизводные углеводородов, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	6
14	10	Металлоорганические соединения.	6
15	11, 12, 13	Одноатомные и многоатомные алифатические и ароматические спирты, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	24
16	14	Альдегиды и кетоны, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	8
17	15	Предельные и непредельные моно- и дикарбоновые кислоты, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	8
18	15	Производные карбоновых кислот, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации. Сложные эфиры.	8
19	16	Гетерофункциональные соединения. Гидрокси- и оксокислоты, способы получения, химические свойства. Ацетоуксусный эфир.	8
20	17	Липиды	4
21	18, 19, 20	Азотсодержащие органические соединения, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации. Амины, нитросоединения.	16
22	21	Аминокислоты, химические свойства, качественный анализ. Белки, химические свойства качественный анализ.	8
23	22	Углеводы. Моносахариды и полисахариды, химические свойства.	8
		Итого:	186

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-5	1	Введение в органическую химию	10
6, 7	2	Предельные углеводороды	4
9, 10	3	Этиленовые углеводороды	4
11, 12	4	Диеновые углеводороды	4
13, 14	5	Ацетиленовые углеводороды	4
15, 16	6	Нафтены	4
17-19	7	Ароматические углеводороды	6
20-22	8	Нуклеофильное замещение. Элиминирование.	6
23	9	Галогенпроизводные углеводородов	2
24-26	10	Металлоорганические соединения	2
27	11	Алифатические спирты	2
28	12, 13	Простые эфиры. Эпоксиды	2
29	14	Ароматические спирты. Хиноны	2
30, 31	15	Альдегиды, кетоны	4
32	16	Карбоновые кислоты и их производные	2
33, 34	17	Гетерофункциональные карбоновые кислоты	4
35	18	Нитросоединения	2
36	19	Азо- и диазосоединения	2
37	20	Амины	2
38, 39	21	Аминокислоты. Белки	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
40, 41	22	Углеводы	4
42-45	23	Гетероциклы	8
		Итого:	84

4.5 Курсовая работа (6 семестр)

Примерные темы курсовых работ:

1. Синтез, очистка и идентификация бромистого этила (реакция нуклеофильного замещения).
2. Синтез, очистка и идентификация ацетона (реакция окисления).
3. Синтез, очистка и идентификация иодоформа (реакция с участием енольных форм альдегидов и кетонов).
4. Синтез, очистка и идентификация 2,3-дибромянтрной кислоты (реакция присоединения).
5. Синтез, очистка и идентификация малеиновой кислоты (реакция элиминирования).
6. Синтез, очистка и идентификация этилацетата (реакция этерификации).
7. Синтез, очистка и идентификация нитробензола (реакция электрофильного замещения).
8. Синтез, очистка и идентификация фенол-формальдегидных смол (реакция конденсации).
9. Синтез, очистка и идентификация (реакция восстановдения).
10. Синтез, очистка и идентификация β-нафтолоранжа (реакция диазотирования)

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности «Химия»: в 2 ч. / О.А. Реутов, А.Л.Курц, К.П. Бутин. - М. : МГУ, 1999. – (Классический университетский учебник). – ISBN 5–211-03058-3.

Ч.1. – 560 с. : ил. - ISBN 5 – 211 - 03054 - 0.

Ч.2. – 624 с. : ил. - ISBN 5 – 211 – 03491 - 3.

2. Реутов, О. А. Органическая химия [Текст] : учеб. для студентов вузов: в 4 ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносва. - М. : Бином, 2010. - (Классический университетский учебник) - ISBN 978-5-94774-109-4.

Ч. 4. - 2010. - 728 с.: ил. - ISBN 978-5-94774-113-1. - Библиогр.: с. 721-723

3. 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.

5.2 Дополнительная литература

1. Строганова, Е. А. Органическая химия. Углеводороды [Электронный ресурс]: практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 06.03.01 Биология, 06.03.02 Почвоведение, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 20.03.01 Техносферная безопасность, 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика / Е. А. Строганова, Е. А. Кунавина, Т. В. Левенец; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.18 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 111 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 7.0 - ISBN 978-5-7410-2308-2. – Режим доступа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/14219

2. Строганова, Е. А. Органическая химия. Производные углеводородов [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования, входящим в состав укрупненных групп направлений подготовки 06.00.00 Биологические науки, 19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии / Е. А. Строганова, Е. А. Кунавина, Т. В. Левенец; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.66 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2021. -

103 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 5.0 – Режим доступа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/14675

3. Амино-перегруппировка Кляйзена и превращения орто-алкениларилами нов [Текст] : монография / И. Б. Абдрахманов [и др.]; Уфим. ин-т химии Уфим. федер. исслед. центра Рос. акад. наук ; Башк. гос. ун-т ; Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т. - Москва: Наука, 2020. - 256 с. : ил., табл. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-02-040787-9.

4. Органическая химия: практикум[Текст]. – Ч. 2. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений / Е.А. Строганова, И.Н. Паршина, М.А. Киекпаев, П.А. Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 126 с.

5. Органическая химия: практикум [Текст]. – Ч. 3. Применение методов УФ, ИК и ПМР спектроскопии в структурном анализе органических соединений / Е.А. Строганова, П.А. Пономарева, М.А. Киекпаев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 115 с.

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

7. Ким А.М. Органическая химия [Текст]: Учеб. пособие / А.М. Ким. 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сибирск. унив. изд-во, 2002. – 971 с.

8. Кунавина, Е. А. Рекомендации по выполнению, оформлению и защите курсовой работы по дисциплине «Органическая химия» [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Кунавина, М. С. Козурова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. -. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.80 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 33 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 5.0 – Режим досткпа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/14103

9. Кунавина, Е. А. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебник для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки, входящим в состав укрупненной группы направлений подготовки 19.00.00 Промышленная экология и биотехнология, по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика / Е. А. Кунавина, Т. В. Левенец, Е. А. Строганова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство - ISBN 978-5-7410-2508-6.. - № гос. регистрации 0322100628. – Режим доступа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/14202

10. Минкин, В. И. Дипольные моменты в органической химии [Текст] / В. И. Минкин, О. А. Осипов, Ю. А. Жданов. - Л. : Химия, 1968. - 248 с. : табл., ил. - (Физические методы исследования органических соединений).

11. Миначев, Х. М. Избранные труды [Текст] : гетерогенный катализ, нефтехимия, каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; ред.-сост. Н. Я. Усачев; предисл. А. Л. Лапидуса, Н. Я. Усачева; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского. - М. : Либроком, 2011. - 844 с. : портр., ил., табл., фот. - Библиогр.: с. 737-832 и в конце ст. - Хронол. указ. тр.: с. 742-832. - Имен. указ. соавт.: с. 838-842. - ISBN 978-5-397-01489-2.

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2008.
2. Успехи химии : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2010.
3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2015.
4. Нефтехимия : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2011.

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 \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
9. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - AdobeReader;
10. Архиватор – WinRAR;
11. Свободный файловый архиватор - 7-Zip.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория органической химии, оснащенная специальным оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы), приборами (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, муфельные и трубчатые печи, баллоны для хранения сжиженных и сжатых газов, газометры, расходные газосчетчики), химической посудой

(пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и химическими реактивами, необходимыми для проведения лабораторных опытов. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.