

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.14 Органическая химия»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от "10" января 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра химии

наименование кафедры



подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

Ст. преподаватель

должность



подпись

Е.А. Строганова

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

04.03.01 Химия

код наименование


личная подпись


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 _____

© Строганова Е.А., 2018

© ОГУ, 2018

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 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.12 Неорганическая химия, Б.1.Б.19 Вычислительные методы в химии*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.20 Первичная переработка нефти и газа, Б.1.В.ОД.4 Нефтехимический синтез, Б.1.В.ДВ.3.1 Переработка и использование нефтяных газов, Б.2.В.П.2 Научно-исследовательская работа*

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
Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ. Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам. Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения. Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин. Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин.	ОПК-3 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
Знать: методы сбора и анализа литературных данных по порученной руководителем тематике НИР; принципы обработки полученных в исследовании результатов, представление их в информационном виде. Уметь: пользоваться бумажными версиями баз данных РЖХим и ChemicalAbstract; собирать и систематизировать научную литературу по заданной теме; проводить статистическую обработку данных с использованием линейных методов анализа и стандартного программного обеспечения. Владеть: базовыми навыками целенаправленного сбора литературы, в том числе с использованием современных информационных технологий; методами обработки экспериментальных данных с использованием стандартных методик.	ОПК-5 способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации
Знать: знать и понимать роль химических систем в современных исследованиях как повышенных источников кратковременных аварийных и долговременных систематических воздействий на человека и окружающую среду; основные нормы техники безопасности при работе в лабораторных условиях; способы защиты персонала от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях. Уметь: оценивать последствия воздействия на человека вредных, опасных и поражающих факторов. Владеть: навыками работы с химическими реактивами и физическими установками с соблюдением норм техники безопасности (ТБ) и требований охраны труда (ОТ) в лабораторных условиях.	ОПК-6 знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях
Знать: основные закономерности и механизмы процессов лежащих в основе стандартных методик Уметь: выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам; корректно аргументировать применение стандартных методик для проведения различных анализов; применять стандартные операции по предлагаемым методикам к конкретным объектам Владеть: навыками работы по предлагаемым методикам.	ПК-1 способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам
Знать: основные области использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; принцип работы современной аппаратуры при проведении научных исследований Уметь: работать на современной аппаратуре по стандартным	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
методикам анализа; уметь адаптировать стандартные методики для проведения научных исследований; проводить наблюдения и измерения, составлять их описание, формулировать выводы и интерпретировать результаты; Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; навыками составления описаний научных исследований и формулировкой выводов.	исследований
Знать: основные фундаментальные законы и теории химии Уметь: использовать основные фундаментальные законы и теории химии для проведения научных исследований; интерпретировать полученные результаты и формулировать выводы по ним; Владеть: системой фундаментальных химических понятий	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий
Знать: современные методы теоретического и экспериментального исследования; стандартные законы и методы естественнонаучных дисциплин, часто используемые для обработки результатов эксперимента в области профессиональной деятельности; источники научной информации по теме исследования. Уметь: использовать и понимать знания прикладных и фундаментальных разделов специальных дисциплин химии для научно-исследовательской деятельности; ориентироваться на прикладной (практико-ориентированный) вид профессиональной деятельности; анализировать специальную научную литературу с целью составления плана исследования и выбора метода исследования. Владеть: теорией и практикой современных методов исследования базируясь на законах и закономерностях развития химической науки.	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
Знать: основные методы сбора, обработки, анализа и обобщения результатов научных экспериментов; о современных компьютерных технологиях по сбору и обработке результатов научных экспериментов. Уметь: собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать передовой отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований; получать, собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний. Владеть: навыками проведения работ по получению, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований с помощью статистических методов и современных компьютерных технологий.	ПК-5 способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий
Знать: стандартные методы обработки и представления результатов эксперимента; нормативно-техническую документацию по порядку составления протоколов и отчетов по результатам исследований. Уметь: составлять протоколы исследований и обрабатывать результаты эксперимента; составлять отчеты (разделы отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов; разрабатывать новые и вносить изменения в существующие стандарты или нормативные документы. Владеть: навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций; навыками по подготовке информационных обзоров, рецензий, отзывов и заключений на научно-техническую документацию и отчеты по теме или результатам исследований.	ПК-6 владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций
Знать: физико-химические свойства неорганических и органических реактивов; особенности хранения химических материалов различных	ПК-7 владением методами безопасного обращения с

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
классов опасности; основные правила техники безопасности и приемы оказания первой медицинской помощи в химической лаборатории при работе с кислотами и щелочами, едкими веществами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, токсичными и канцерогенными веществами. 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.	химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	216	216	432
Контактная работа:	87,25	104,5	191,75
Лекции (Л)	52	52	104
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	68
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); - самостоятельное изучение разделов (эпоксиды, амиды, нитрилы, кетены); - 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 и т.п.)	128,75	111,5 +	240,25
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	60	10	-	16	34
2	Спектральные методы идентификации органических соединений	40	6	-	4	30
3	Предельные углеводороды	18	6	-	2	10
4	Этиленовые углеводороды	18	6	-	2	10
5	Диеновые углеводороды	18	6	-	2	10
6	Ацетиленовые углеводороды	18	6	-	2	10
7	Нафты	18	6	-	2	10
8	Ароматические углеводороды	26	6	-	4	16
	Итого:	216	52	0	34	130

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Нуклеофильное замещение. Элиминирование.	1010	4	2	-	4
10	Галогенпроизводные углеводородов	6	-	-	2	4
11	Металлоорганические соединения	6	-	-	-	6
12	Алифатические спирты	10	2	2	2	4
13	Простые эфиры. Эпоксиды	6	-	-	2	4
14	Ароматические спирты. Хиноны	14	4	2	4	4
15	Альдегиды, кетоны	20	6	4	4	6
16	Карбоновые кислоты и их производные	16	6	2	4	4
17	Гетерофункциональные карбоновые кислоты	16	4	2	4	6
18	Липиды	12	4	-	2	6
19	Нитросоединения	8	2	-	2	4
20	Азо- и diaзосоединения	10	4	-	2	4
21	Амины	8	2	-	2	4

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
22	Аминокислоты. Белки	10	4	-	2	4
23	Углеводы	12	4	2	2	4
24	Гетероциклы. Нуклеиновые кислоты	16	6	-	-	10
25	Курсовая работа	33,5	-	-	-	36
	Итого:	216	52	16	34	114
	Итого 5, 6 семестры:	432	104	16	68	244

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, карбонанионов).

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). Стереизомеры с несколькими хиральными центрами (понятие о мезо-формах, трео-формах и эритро-формах).

№2 Спектральные методы идентификации органических соединений. Метод электронной спектроскопии: природа электронных спектров, интеркомбинационный запрет, понятие о хромофорах, ауксохромных группах, понятие о полосатых и линейчатых спектрах, характеристики полос поглощения, понятие об экстинкции. Метод инфракрасной (ИК) спектроскопии: природа ИК-спектров, гармоничные и ангармоничные колебания, правила отбора, нарушение правил отбора

колебательно-вращательных переходов в многоатомных молекулах, понятие об обертонах, виды колебаний, понятие о фундаментальной полосе поглощения. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР): понятие и природа магнитного резонанса ядер, понятие о вторичном поле, понятие о химическом сдвиге, спин-спиновое взаимодействие ядер. Разбор спектров и установление структуры вещества по набору данных электронной, ИК и ЯМР (H^1) спектроскопии.

№3 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 C-C и C-H связей в алканах. Природные источники алканов. Нефть (химический состав, классификация, 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.

№4 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.

№5 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. Перециклические реакции сопряженных диенов (электроциклические реакции циклизации, конденсация по Дильсу-Альдеру): понятие об орбитальном контроле реакций, особенности фотохимической и термической инициации. Реакции окисления диеновых углеводородов.

№6 Ацетиленовые углеводороды. Особенности строения функциональной группы. Гомологический ряд алкинов, номенклатура, изомерия. Основные методы получения. Понятие о реактивах Июича. Кислотные свойства алкинов. Методы идентификации концевой тройной связи. Получение диеновых 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.

№7 Нафтенy. Гомологический ряд. Энергия напряжения в циклах и типы напряжений. Конформационный анализ циклоалканов (конформационные переходы циклобутана, циклопентана, циклогексана, конформации монозамещенных и дизамещенных циклогексанов). 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 размером цикла.

№8 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 получения 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.

№9 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 $E1_{св}$ реакций элиминирования. Общая схема. Кинетическое уравнение. Условия реализации. Направление элиминирования.

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

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

№11 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.

№12 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 (комплексобразование с ортоборной кислотой, солями, оксидами и гидроксидами металлов, внутри- и межмолекулярная дегидратация; окисление с разрушением и без разрушения углеродного скелета).

№13 Простые эфиры. Эпоксиды. Строение функциональной группы. Физические свойства простых эфиров. Основные способы получения. Химические свойства. Эфиры как основания Льюиса. Реакции с расщеплением C—O – связей, гомолиз α -C—H-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.

№14 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 Клайзена аллиловых эфиров фенолов.

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

№15 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 Oppenauer, пиролиз солей карбоновых кислот, взаимодействие галогенангидридов карбоновых кислот с реагентами Гриньяра, синтез с литийорганическими соединениями).

Строение карбонильной группы. Механизм реакции нуклеофильного присоединения. Особенности взаимодействия с сильными нуклеофилами (бисульфитом натрия, аммиаком, гидразином, гидроксилмином, 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-кетоновая конденсация, реакция Манниха, галогенирование, галоформная реакция, α -бромирование кетонов, реакция Клайзена.

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).

№16 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 Хундиккера-Бородина, взаимодействие с реактивами Гриньяра, методы превращения солей в сильные ацилирующие агенты. Мыла.

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

Ангидриды карбоновых кислот как ацилирующие агенты.

Амиды, нитрилы. Основные способы получения. Химические свойства амидов и нитрилов: гидролиз, восстановление с алюмогидридом 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 ацетиленов, ацилирование енольных форм кетонов кетеном, алкоголиз нитрилов, металлокомплексный катализ. Свойства сложных эфиров как ацилирующих агентов: кислотный гидролиз (механизмы $A_{AC}2$, $A_{AC}1$, $A_{AL}1$), основной гидролиз (механизмы $B_{AC}2$, $B_{AL}2$, $B_{AL}1$), 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.

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

Гидроксикислоты, их нахождение в природе. Основные способы получения (гидролиз галогензамещенных кислот и оксинитрилов, реакция Реформатского, присоединение воды к α,β -непредельным кислотам, окисление альдегидов, альдолей и гликолей, гидроксילирование 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, гидратация, 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 сукцинимидов. Адипиновая кислота: сухая перегонка солей, внутримолекулярная сложноэфирная конденсация Дикмана.

№18 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.

№19 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), C-H – кислотность нитросоединений, поведение нитросоединений в щелочных растворах, аци-форма нитросоединений. Амбидентантность солей аци-формы нитросоединений. Реакции солей аци-формы нитросоединений: галогенирование, нитрозирование, O- и C-алкилирование и ацилирование нитросоединений, реакции с альдегидами и кетонами (Анри), взаимодействие с концентрированными минеральными кислотами.

№20 Азо-, diaзосоединения. Представление о diaзосоединениях и азосоединениях. Diazосоединения ароматического ряда. Методы получения: diaзотирование, азосочетание. Химические свойства: реакции с разрывом связи N-Ag (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 diaзо-группы: восстановление солей арилдiazониев до арилгидразинов, азосочетание.

Diazосоединения алифатического ряда. Diazометан и diaзоуксусный эфир, их устойчивость и способы получения. Химические свойства diaзосоединений (взаимодействие с карбоновыми кислотами, спиртами, альдегидами, кетонами, галогенангидридами, алкенами и алкинами, фотолиз).

№21 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.

№22 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 -аминокислот: 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).

№23 Углеводы. Моносахариды: классификация, стереохимия (проекция 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 Хеу-

орса, 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.

№24 Гетероциклы. Особенности строения насыщенных и ароматических пяти- и шестичленных циклов (признаки ароматичности), номенклатура. Получение и химические свойства пиррола, фурана, тиофена, пирролидина, пиридина.

Нуклеиновые кислоты. Понятие о нуклеотидах и нуклеозидах. Особенности строения РНК и ДНК. Принцип комплементарности.

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. Фильтрация и центрифугирование. Кристаллизация и возгонка. Определение температуры плавления органических соединений.	3
3	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Простая и фракционная перегонка органических соединений.	3
4	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Вакуумная перегонка, определение температуры кипения и показателя преломления органических соединений.	3
5	1	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Перегонка с водяным паром, определение плотности органических соединений.	3
6	1	Качественный элементный анализ органических соединений	2
7	2	Расшифровать структуру вещества по данным УФ, ИК и ЯМР спектров	4
8	3	Алканы, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	4
9	4	Алкены, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	4
10	6	Алкины, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	2
11	8	Ароматические соединения, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	4
12	10	Галогенопроизводные углеводородов, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации	2
13	12, 13, 14	Одноатомные и многоатомные алифатические и ароматические спирты, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	8
14	15	Альдегиды и кетоны, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	4
15	16	Предельные и непредельные моно- и дикарбоновые кислоты, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации.	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		кации.	
16	16	Производные карбоновых кислот, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации. Сложные эфиры.	2
17	17	Гетерофункциональные соединения. Гидрокси- и оксокислоты, способы получения, химические свойства. Ацетоуксусный эфир.	4
18	18	Липиды.	2
19	19, 20, 21	Азотсодержащие органические соединения, способы получения, физико-химические свойства, методы идентификации. Амины, нитросоединения.	6
20	22	Аминокислоты, химические свойства, качественный анализ. Белки, химические свойства качественный анализ.	2
21	23	Углеводы. Моносахариды и полисахариды, химические свойства.	2
		Итого:	68

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	9	Нуклеофильное замещение. Элиминирование.	2
2	12	Алифатические спирты	2
3	14	Ароматические спирты. Хиноны	2
4	15	Альдегиды, кетоны	4
5	16	Карбоновые кислоты и их производные	2
6	17	Гетерофункциональные карбоновые кислоты	2
7	23	Углеводы	2
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (6 семестр)

Примерные темы курсовых работ:

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

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Устынчук, Ю.А. Лекции по органической химии [Электронный ресурс] / Ю.А. Устынчук. - Москва : Техносфера, 2015. - Ч. 1. Вводный концентр. - 504 с. - ISBN 978-5-94836-430-8. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444861>

2. Устынчук, Ю.А. Лекции по органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Устынчук. - Москва : Техносфера, 2016. - Ч. 2. Химия углеводов. Алканы, алкены, алкины и диены. - 496 с. - ISBN 978-5-94836-467-4. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496610>

5.2 Дополнительная литература

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Иванов, В.Г. Органическая химия [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.Г. Иванов, В.А. Горденко, О.Н. Гева. 5-е изд. — М. : Академия, 2009. – 624 с. – ISBN 978-5-7695-5834-4.

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.

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2008.
2. Успехи химии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2010.
3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агентство "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 [\\fileserv1!CONSULT\cons.exe](http://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

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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа 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.