

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе БГПУ

С.И. Василец

16.06.

2020 г.

Регистрационный № УД-15-02-2020/17/уч.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1–02 04 01 Биология и химия

2020 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы для учреждений высшего образования по учебной дисциплине «Органическая химия», утвержденной 10.12.2014 г., регистрационный № ТД-А.523/тип. и учебного плана учреждения высшего образования по специальности 1 – 02 04 01 «Биология и химия»

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Г. Васильева, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент;

В.Н. Коваленко, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент;

В.П. Егорова, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии

(протокол № 9 от 26.03.2020 г.)

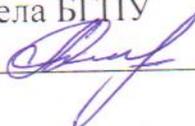
Заведующий кафедрой

 А.Л. Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 5 от 16.06.2020 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического
отдела БГПУ

 Е.А. Кравченко

Директор библиотеки

 Н.П. Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Органическая химия» предусмотрена образовательным стандартом и типовым учебным планом подготовки студентов по специальности 1 – 02 04 01 «Биология и Химия» и относится к блоку специальных учебных дисциплин. Она является одной из важнейших фундаментальных дисциплин в системе химического образования.

Учебная дисциплина «Органическая химия» является базовой при изучении ряда учебных дисциплин химического и биологического профиля студентами педагогических специальностей учреждений высшего образования и способствует развитию их творческого мышления.

Учебная дисциплина основывается на принятой в отечественной и зарубежной учебной литературе методологии преподавания органической химии на базе теории строения органических соединений, понятиях о пространственной структуре молекул и механизме органических реакций. Особое место уделяется рассмотрению химических свойств органических соединений различных классов, направлению и характеру их превращений. Рассматриваются методы получения основных классов химических соединений.

Целью изучения учебной дисциплины «Органическая химия» является формирование у студентов основы химических знаний о строении и превращениях органических соединений на основе структурной теории, принципов функциональности, переносе этих знаний на уровень синтетического мышления и прогноза реакционной способности.

К основным задачам учебной дисциплины относятся:

- изучение строения и номенклатуры органических веществ;
- систематическое изучение химических и физико-химических свойств органических соединений;
- формирование навыков работы в лаборатории органической химии.

Основными формами занятий являются лекции и лабораторные занятия. Лекции должны носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы. Во время лабораторных занятий формируются навыки экспериментальной работы; связь с лекционным курсом осуществляется через систему коллоквиумов согласно тематике лабораторного практикума. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в виде устного и письменного контроля.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, полученные при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Биологическая химия». Содержание учебной дисциплины «Органическая химия» является основой для дальнейшего изучения учебных дисциплин химического блока – «Современные методы получения и исследования веществ», «Биологическая химия», «Физическая и коллоидная химия, «Методика преподавания химии», а также дисциплин биологического блока путем установления межпредметных связей.

Изучение учебной дисциплины «Органическая химия» должно обеспечивать формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к академическим компетенциям

Студент должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям

Студент должен быть способен:

СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК- 6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям студента

Студент должен:

ПК-14. Развивать навыки самостоятельной работы обучающихся с учебной, справочной, научной литературой и др. источниками информации.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать:

– строение и свойства изучаемых в курсе классов органических соединений;

– особенности реакционной способности основных классов органических соединений, основные закономерности реализации органических реакций;

– основные понятия стереохимии;

– основные приемы работы в лаборатории органической химии;

– основные физико-химические методы исследования органических соединений;

В результате изучения учебной дисциплины студент должен уметь:

– называть органические соединения согласно номенклатуре ИЮПАК и другим номенклатурам;

– записывать уравнения химических реакций изученных соединений, содержащих характеристичные функциональные группы;

– пользоваться основными способами изображения структуры и пространственного строения молекул органических соединений;

– проводить эксперимент по синтезу простых органических соединений с использованием методических указаний и литературных источников, а также анализировать элементарные физические характеристики органических соединений;

– представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, рефератов и докладов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен владеть:

– основами номенклатуры и классификации органических соединений;

- алгоритмами определения свойств органических веществ в соответствии с их структурой;
- основными принципами планирования синтеза и определения структуры органических соединений;
- основами техники лабораторного эксперимента.

При преподавании учебной дисциплины целесообразно применять разнообразные сочетания элементов проблемного и развивающего обучения, индивидуально ориентированного подхода, модульной и проектной технологии, технологии ТСО, а также разные формы моделирования. При этом широко используются специфические для химии методы обучения, а именно – химический эксперимент и решение химических задач (целесообразно выполнение двух контрольных работ в семестре).

В программе отражены современное состояние и пути развития химических наук. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и отзывчивым к запросам времени.

Всего на изучение учебной дисциплины на дневной форме получения образования отводится 472 часа, из них аудиторных – 222 часа (в том числе 100 часов – лекций, 88 часов – лабораторные занятия, 14 часов – практические занятия, 20 часов – семинары). Количество зачетных единиц - 13,5. На самостоятельную (внеаудиторную) работу отводится 250 часов (из них 72 ч отводится на подготовку к экзаменам).

Формы текущего контроля – зачет (2, 4 семестры) и экзамен (3, 5 семестры). Курсовая работа – 7 семестр.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам дневная форма получения образования

Курс/семестр	Всего часов по учебной дисциплине	Аудиторные часы					Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма контроля	Всего зачетных единиц
		Всего	Лекций	Лабораторных занятий	Семинарские занятия	Практические занятия			
1 курс, 2 семестр	88	48	22	20	6	-	40	зачет	2,5 з.е.
2 курс, 3 семестр	182	82	34	40	4	4	64	экзамен (36 ч)	5,0 з.е.
2 курс, 4 семестр	84	46	24	12	-	10	38	зачет	2,5 з.е.
3 курс, 5 семестр	118	46	20	16	10	-	36	экзамен (36 ч)	3,5 з.е.
Итого по учебной дисциплине	472	222	100	88	20	14	178	72 ч экзамен	13,5 з.е.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1.1. Предмет органической химии. Строение органических соединений

Органическая химия, ее связь с другими науками, роль в жизни общества. Основные этапы развития. Органические соединения, их многообразие. Классификация органических соединений по скелету молекулы, виду функциональных групп, степень насыщенности. Источники органического сырья.

1.2. Номенклатура и изомерия

Названия органических соединений: номенклатура IUPAC (родоначальная структура, функциональные группы, старшая функциональная группа, суффиксы и префиксы, выбор и нумерация главной цепи, цифровые индексы). Тривиальная номенклатура. Принципы построения названий в радикало-функциональной и рациональной номенклатурах.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров, А. Кекуле, А. Купер). Основные типы структурных фрагментов органических молекул: углеродные цепи и циклы, простые и кратные связи, радикалы и функциональные группы. Способы отображения строения органических соединений. Гомология и гомологические ряды.

Структурная изомерия и ее разновидности.

Пространственная изомерия (стереоизомерия) органических соединений. конформационная и конфигурационная изомерия. Проекционные формулы Ньюмена и Фишера. Хиральность и оптическая активность. Соединения с одним и двумя асимметрическими атомами углерода: энантиомеры, *эритро*-, *трео*- и мезо-формы, диастереомеры, рацематы, R,S- и D,L-номенклатура. Геометрическая (цис-транс) изомерия, цис-транс- и Z, E-номенклатура.

1.3. Электронные представления в органической химии

Типы химических связей в молекулах органических соединений. Характеристики ковалентных связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость, направленность (валентные углы). Гибридизация атомных орбиталей, σ - и π -связи. Электронные эффекты индуктивный и мезомерный в молекулах органических соединений. Взаимное влияние атомов и групп атомов в молекулах.

1.4. Реакционная способность органических соединений

Механизмы реакций органических соединений. Гомо- и гетеролитический разрывы ковалентных связей, промежуточные частицы: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Субстрат и реагент. Нуклеофильные, электрофильные и радикальные реагенты. Классификация реакций по характеру превращения (замещение, присоединение, элиминирование) и типу реагента. Энергетический профиль реакции: переходные состояния, энергия

активации, тепловой эффект реакции. Гомогенный, гетерогенный и межфазный катализ.

Кислотно-основные свойства органических соединений. Кислотность и основность по Брёнстеду-Лоури, кислоты и основания Льюиса.

1.5. Выделение и идентификация органических соединений

Методы выделения и очистки органических соединений. Принципы количественного элементного анализа при идентификации веществ. Физико-химические методы исследования органических соединений (электронная спектроскопия поглощения, масс-спектрометрия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса и др.).

1.6. Важнейшие источники информации об органических соединениях и их реакциях

Реферативные журналы «Химия» (Россия), Chemical Abstracts (США). Справочник Бейльштейна. Информационные службы и компьютерные базы данных о методах получения и свойствах органических соединений. Словари органических соединений, справочники по их физическим и химическим свойствам. Указатели синтезов и сборники препаративных методик.

РАЗДЕЛ 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1. Алифатические углеводороды

2.1.1. Алканы

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природные источники.

Промышленные способы выделения и лабораторные способы получения.

Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы (sp^3 -гибридизация). Вращательная (конформационная) изомерия. Представление об энергиях конформеров этана, пропана и бутана.

Физические свойства алканов: агрегатное состояние, температуры кипения и плавления и др. Характер их изменения в гомологическом ряду.

Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Региоселективность реакций радикального замещения. Окисление, изомеризация и термические реакции алканов. Основные пути использования алканов.

2.1.2. Алкены

Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия.

Промышленные и лабораторные способы получения. Физические свойства алкенов и характер их изменения в гомологическом ряду.

Электронное (sp^2 -гибридизация) и пространственное строение алкенов.

Реакционная способность алкенов. Механизм присоединения электрофильных реагентов (галогенов, галогеноводородов, воды и др.) по связи $C=C$. Региоселективность реакций Ad_E : правило Марковникова. Карбокатионы, их строение и факторы, влияющие на устойчивость. Процессы, сопутствующие Ad_E -реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Стереохимия электрофильного присоединения.

Реакции окисления C=C связи: эпоксирирование (реакция Прилежаева), гидроксиррирование (реакция Вагнера). Окисление терминальных алкенов в карбонильные соединения, катализируемое солями палладия. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Оксосинтез.

Каталитическое гидрирование, гетерогенное и гомогенное.

Особенности радикального присоединения (по Харацу) бромоводорода к несимметрично замещенным алкенам. Реакции алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление (электронное строение и устойчивость аллильных радикала, катиона и аниона).

Полимеризация алкенов и их производных, практическое значение.

2.1.3. Алкадиены

Классификация, номенклатура и изомерия. Получение алкадиенов.

Особенности электронного и пространственного (S-цис- и S-транс-конформации) строения сопряженных диенов. Продукты 1,2- и 1,4-присоединения в реакциях электрофильного присоединения к диенам.

Перициклические реакции сопряженных диенов: электроциклические и реакции циклоприсоединения (Дильса-Альдера).

Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3-диенов. Природный и синтетический каучуки (вулканизация), гуттаперча. Понятие об изопреноидах.

Кумулены: электронное и пространственное строение. Энантиомерия соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.

2.1.4. Алкины

Номенклатура и изомерия алкинов. Получение ацетилена и его гомологов.

Электронное строение (sp-гибридизация). Физические свойства алкинов.

Электрофильное присоединение к алкинам: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова).

Нуклеофильное присоединение по тройной связи (реакции Фаворского и Реппе). Оксосинтез с использованием алкинов.

Кислотные свойства алкинов, использование алкинов и ацетиленидов металлов в органическом синтезе.

Циклоолигомеризация и полимеризация алкинов, алкины как диенофилы.

Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Способы стереоселективного восстановления алкинов в алкены.

2.1.5. Ациклические углеводороды

Классификация, номенклатура и структурная изомерия.

Получение ациклических углеводородов из ациклических предшественников и ароматических соединений. Перициклические реакции.

Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные положения заместителей. Конфигурационная изомерия производных циклопропана и циклогексана.

Устойчивость циклов на основе представлений о различных типах напряжений. Сравнение химических свойств циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Общие представления о средних циклах, макроциклах и полициклических системах (терпены и стероиды).

2.2. Ароматические углеводороды (арены)

2.2.1. Бензол, его гомологи и производные

Классификация. Номенклатура и изомерия гомологов бензола.

Каталитический риформинг нефти – основной источник получения ароматических углеводородов в промышленности.

Электронное строение бензольного кольца. Критерии ароматичности Хюккеля, гетероциклические и небензоидные ароматические системы.

Механизм реакций электрофильного замещения S_E (сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование) в ароматических системах. Активирующие и дезактивирующие заместители, *орто*-, *пара*- и *мета*-ориентанты, их влияние на скорость реакции и состав продуктов. Согласованная и несогласованная ориентация в замещенных бензолах. Формилирование, ацилирование и другие реакции аренов используемые в синтезе.

Алкилбензолы. Способы получения.

Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Стирол, стильбены, фенилацетилен.

2.2.2. Полициклические ароматические соединения

Общие представления. Соединения с изолированными циклами: дифенил, дифенилметан, трифенилметан и их производные.

Конденсированные бензоидные углеводороды. Источники многоядерных углеводородов. Нафталин, электронное строение и ароматичность. Химические свойства нафталина: реакции электрофильного замещения, каталитическое гидрирование и окисление. Антрацен, фенантрен: электронное строение и ароматичность, особенности химических свойств.

РАЗДЕЛ 3. ГОМО- И ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. Галогенпроизводные углеводородов

3.1.1. Галогензамещенные алканы

Номенклатура и изомерия. Способы образования связи углерод-галоген.

Химические свойства галогеналканов. Полярность и поляризуемость связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения: кинетика, стереохимия, энергетический профиль, влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакций S_N1 и S_N2 -типов. Реакции нуклеофильного замещения при получении спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов, нитрилов, нитросоединений и др. из галогензамещенных алканов.

Реакции элиминирования: механизмы $E2$ и $E1$. Направление элиминирования, правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия $E2$ -реакций (*анти*-

элиминирование). Влияние природы реагирующих веществ и растворителя на скорость реакций. Конкуренция реакций замещения и элиминирования.

Соединения с пониженной подвижностью атома галогена: винилхлорид и хлоропрен. Способы получения, химические свойства и применение.

Полигалогенпроизводные простейших углеводородов. Способы получения: хлорирование алканов, галоформная реакция. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны. Полихлорированные и полифторированные производные этилена. Тефлон.

3.1.2. Ароматические галогенпроизводные

Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, синтез из солей диазония. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена: механизмы присоединения-отщепления S_NAr и отщепления-присоединения.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена: бензил- и аллилгалогениды, способы получения и особенности химических свойств. Аллильные перегруппировки. Ди- и трифенилхлорметаны, стабилизированные свободные радикалы и карбокатионы.

3.1.3. Металлоорганические соединения

Способы получения из галогенпроизводных и углеводородов, обладающих СН-кислотностью. Природа связи углерод-металл. Химические свойства магний- и литийорганических соединений: взаимодействие с протонодонорными соединениями, галогенпроизводными углеводородов, карбонильными соединениями, производными карбоновых кислот, оксиранами и диоксидом углерода. Использование в синтезе медь- и ртутьорганических соединений.

3.2. Гидроксисоединения

3.2.1. Одноатомные спирты

Классификация, номенклатура, изомерия.

Промышленные и лабораторные способы получения алифатических спиртов и циклогексанола.

Физические свойства и характер их изменения в гомологическом ряду.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства (образование алкоголятов). Замещение гидроксильной группы действием галогеноводородов и галогенангидридов кислот. Спирты и алкогольаты как нуклеофильные агенты, их взаимодействие с галогенпроизводными углеводородов (синтез простых эфиров по Вильямсону), карбоновыми кислотами и их производными. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, карбонильным соединениям. Дегидратация спиртов. Рассмотрение этих реакций на основании общих представлений о механизмах реакций нуклеофильного замещения и отщепления, нуклеофильного присоединения. Окисление и дегидрирование спиртов.

3.2.2. Многоатомные спирты

Этиленгликоль, физические и химические свойства, получение и применение. Ди- и полиэтиленгликоли, простые и сложные эфиры

этиленгликоля. Химические свойства 1,2-диолов: дегидратация, окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой.

Глицерин, методы синтеза и химические свойства. Пентаэритрит, ксилит, сорбит. Некоторые особенности многоатомных спиртов по сравнению с одноатомными (окисление, образование циклических эфиров, способность к комплексообразованию). Сложные эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.

3.2.3. Ненасыщенные и ароматические спирты

Аллиловый спирт. Методы синтеза, особенности химических свойств, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Енолы, понятие о кето-енольной таутомерии. Виниловый спирт и его производные. Природные ненасыщенные спирты, феромоны насекомых.

Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинолы, методы синтеза и химические свойства.

3.2.4. Фенолы

Классификация, изомерия и номенклатура. Фенол и его гомологи. Нафтолы. Многоатомные фенолы. Основные пути использования фенолов.

Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенпроизводных, синтез с использованием солей диазония, кумольный способ получения фенола.

Химические свойства. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей на кислотность фенолов. Получение фенолятов, простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Конденсация фенолов с формальдегидом. Специфические реакции электрофильного замещения, характерные для фенолятов: получение фенолкарбоновых кислот (реакция Кольбе-Шмитта) и альдегидов бензольного ряда (реакция Раймера-Тимана), азосочетание. Гидрирование и окисление фенолов. Понятие о многоатомных фенолах.

3.2.5. Простые эфиры

Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Диалкиловые эфиры, способы получения, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алкоголями (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов.

Взаимодействие с протонными кислотами (основность простых эфиров). Реакции расщепления. Окисление простых эфиров.

Виниловые эфиры, их получение и гидролиз. Жирноароматические и ароматические простые эфиры.

Циклические простые эфиры (тетрагидрофуран и 1,4-диоксан). Понятие о краун-эфирах и их использовании.

Оксираны. Получение окислением олефинов (реакция Прилежаева) и циклизацией галогенгидринов. Реакции с раскрытием цикла при взаимодействии с галогеноводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магниейорганическими соединениями.

3.3. Альдегиды и кетоны

Классификация, номенклатура и изомерия.

Промышленные методы синтеза важнейших представителей. Общие способы образования карбонильной группы: озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов (реакция Кучерова), гидролиз геминальных дигалогенидов, окисление и дегидрирование спиртов, ацилирование по Фриделю-Крафтсу, синтез из производных карбоновых кислот (хлорангидридов, нитрилов), пиролиз солей.

Электронное строение карбонильной группы $C=O$: распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов.

Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, роль кислотного и основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов.

Взаимодействие с O- и S-нуклеофилами: гидратация, образование полуацеталей, ацеталей и их тиоаналогов, гидросульфитных производных. Применение этих процессов для защиты карбонильной группы, выделения и очистки карбонильных соединений. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ).

Взаимодействие с N-нуклеофилами: реакции с первичными и вторичными аминами (имины, енамины), с гидроксиламином (оксимы), с гидразином (гидразоны, азины). Особенности и практическое значение реакций присоединения-отщепления. Восстановительное аминирование (в присутствии водорода). Особенности реакций формальдегида и других простейших альдегидов с аммиаком (уротропин).

Взаимодействие карбонильных соединений с C-нуклеофилами: цианидами, металлоорганическими соединениями, алкинами, илидами фосфора (реакция Виттига) и фенолами.

Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (реакция Кляйзена-Шмидта, реакция Манниха).

Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов с разрывом углерод-углеродных связей. Восстановление карбонильных соединений каталитическим гидрированием, комплексными гидридами металлов, по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу (избыток гидразина в присутствии щелочи). Реакция Канниццаро.

Электрофильное замещение в ароматических альдегидах и кетонах.

Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза α,β -непредельных карбонильных соединений: окисление ненасыщенных спиртов, дегидратация альдолей. Электронное строение и его связь с реакционной

способностью. Направление реакций по типу 1,2- и 1,4-присоединения, зависимость от различных факторов.

Хиноны. Получение окислением двухатомных фенолов, 1,2- и 1,4-бензохиноны. Химические свойства хинонов: восстановление, реакции 1,2- и 1,4-присоединения, циклоприсоединение, образование хингидрона. Представление о природных соединениях ряда хинонов.

3.4. Карбоновые кислоты и их производные

3.4.1. Насыщенные и ароматические одноосновные кислоты

Номенклатура, изомерия. Природные источники карбоновых кислот.

Методы получения: окисление углеводородов, спиртов и карбонильных соединений, синтеза с использованием магний- и литийорганических реагентов, гидролиз нитрилов и сложных эфиров.

Физические свойства карбоновых кислот.

Химические свойства. Связь кислотности с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре.

Производные карбоновых кислот – продукты замещения группы ОН: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Сравнение реакционной способности кислот и их производных, механизм их взаимопревращений, роль кислотного и основного катализа.

Декарбоксилирование (термическое декарбоксилирование, анодное окисление карбоксилат-анионов), восстановление и галогенирование кислот. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Соли карбоновых кислот. Использование карбоновых кислот и их солей. Мыла.

3.4.2. Функциональные производные карбоновых кислот

Хлорангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве агентов ацилирования, восстановление в альдегиды, реакции с магнийорганическими соединениями.

Бензоилхлорид, особенности строения и реакционной способности (бензоилирование по Шоттену-Бауману).

Ангидриды карбоновых кислот: получение из солей и галогенангидридов, нагреванием кислот (в присутствии P_2O_5). Ангидриды как ацилирующие агенты (реакция Перкина).

Сложные эфиры: получение реакцией этерификации, ацилированием спиртов и фенолов хлорангидридами карбоновых кислот. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, переэтерификация, восстановление комплексными гидридами металлов, Взаимодействие сложных эфиров с реактивами Гриньяра, особенности его протекания в присутствии алкоксидов титана (реакция Кулинковича), сложноэфирная конденсация. Представление об основных путях использования сложных эфиров.

Амиды. Получение из карбоновых кислот и их производных. Причины пониженной основности и повышенной кислотности амидов по сравнению с аммиаком и аминами. Основные пути превращения: восстановление до аминов

(реакция Гофмана), восстановление литийалюминийгидридом, гидролиз. Основные пути использования амидов.

Нитрилы. Синтез из галогенпроизводных углеводородов, амидов карбоновых кислот и оксимов. Частичный и полный гидролиз, восстановление, реакции с магниорганическими соединениями.

3.4.3. Дикарбоновые кислоты

Общие методы синтеза, способы получения важнейших представителей. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Щавелевая кислота, получение, свойства, биологическая роль. Малоновая кислота. Декарбоксилирование замещенных малоновых кислот. Химические свойства малонового эфира: алкилирование, конденсация с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по активированной электроноакцепторными заместителями кратной связи (реакция Михаэля). Синтетическое использование продуктов этих реакций для получения карбоновых кислот и циклических соединений. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования.

Различное поведение дикарбоновых кислот при нагревании. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид, фталимид. Репелленты, пластификаторы. Терефталевая кислота, диметилтерефталат, лавсан.

3.4.4. Непредельные карбоновые кислоты

Методы получения α,β -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи $C=C$. Особенности присоединения воды, аммиака и аминов, галогеноводородов к двойной углерод-углеродной связи. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Полиметилметакрилат. Источники и практическое значение олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры, масла.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Зависимость их химических свойств от пространственного строения. Малеиновый ангидрид и ацетилендикарбоновая кислота в диеновом синтезе.

3.4.5. Производные угольной кислоты

Фосген, мочевины, эфиры угольной и хлоругольной кислот, нитрил, цианаты, изоцианаты, карбаминовая кислота (уретаны), карбодиимиды. Гуанидин, причины высокой основности.

3.5. Азотсодержащие соединения

3.5.1. Нитросоединения

Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов, обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония.

Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Таутомерия нитросоединений нитро- и аци-формы.

Восстановление алифатических и ароматических нитросоединений. Продукты неполного восстановления нитробензола: азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Свойства, связанные с СН-кислотностью нитроалканов, образование солей. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой и галогенами как следствие повышенной реакционной способности α -С–Н связей. Специфические свойства ароматических нитросоединений: электрофильное замещение и влияние нитрогруппы как заместителя на скорость и ориентацию в этих реакциях.

3.5.2. Амины

Классификация, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения с участием галогеналканов и спиртов, восстановлении нитросоединений (работы Зинина), нитрилов и оксимов, восстановительном аминировании карбонильных соединений, превращениях амидов кислот.

Физические свойства: их связь со способностью аминов к образованию водородных связей, характер изменения в гомологическом ряду.

Электронное строение аминогруппы, пространственное строение аминов.

Химические свойства. Проявление кислых свойств в реакциях с сильными основаниями. Зависимость основности от строения аминов и природы углеводородных радикалов. Нуклеофильные свойства алкил- и ариламинов: алкилирование, ацилирование, реакции с альдегидами и кетонами. Четвертичные аммониевые основания и соли. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману.

Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование ароматических аминов как способ защиты аминогруппы. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты.

3.5.3. Диазо- и азосоединения

Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса), способы его осуществления, побочные реакции. Взаимопревращения различных форм diazosоединений. Реакции солей diaзония, протекающие с выделением азота, их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (замещение аминогруппы на Н, ОН, F, Cl, Br, I, NO₂ и др.) Арилирование ароматических соединений. Реакции diazosоединений, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diazosоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

Диазометан – diazosоединение алифатического ряда, присоединение diaзометана по двойной связи с образованием циклопропанового цикла.

3.6. Органические соединения серы и фосфора

Важнейшие представители сера- и фосфорорганических соединений и их использование в промышленности и тонком органическом синтезе. Тиоспирты (меркаптаны), тиоэфиры (сульфиды), сульфоксиды, сульфокислоты и их производные. Типы органических соединений фосфора, фосфины, эфиры фосфористой и фосфорной кислот.

РАЗДЕЛ 4. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.1. Гидрокси- и галогенкарбоновые кислоты

Номенклатура и классификация. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Стереохимия природных α -гидроксикислот.

Получение α -гидроксикислот гидролизом α -галогензамещенных кислот, с использованием HCN и β -гидроксикислот по реакции Реформатского.

Химические свойства. Отношение к нагреванию, зависимость характера превращения от взаимного расположения карбоксильной и гидроксигруппы, лактиды, лактоны. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов по Кольбе-Шмитту. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.

Получение α -галогенкарбоновых кислот галогенированием карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения α -галогенкарбоновых кислот: получение α -амино, α -гидрокси, α -циано и других α -замещенных кислот.

4.2. Альдегидо- и кетокислоты

Номенклатура и классификация. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование).

Ацетоуксусная кислота, ее свойства. Получение сложных эфиров β -кетокислот по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия. Двойственная реакционная способность: реакции как кетона с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина; реакции енольной формы с бромом, металлоорганическими соединениями с выделением метана, пентахлоридом фосфора, галогенангидридами и др. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира.

4.3. Аминокислоты

Классификация аминокислот и α -аминокислот (по природе радикала). Номенклатура. Природные α -аминокислоты, стереоизомерия и оптическая активность. Синтезы из α -галогенкарбоновых кислот, альдегидов и кетонов (метод Штреккера-Зелинского). Синтез β -аминокислот из непредельных кислот. Кислотно-основные свойства α -аминокислот, зависимость форм существования от pH среды, изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Превращения аминокислот, протекающие при нагревании, и зависимость их результата от взаимного расположения функциональных групп. Дезаминирование при взаимодействии с азотистой кислотой. Представление о пептидном синтезе и полипептидах.

Биологическая роль γ -аминомасляной кислоты; *p*-аминобензойная кислота, использование в медицине.

4.4. Углеводы

Классификация. Моносахариды: номенклатура, важнейшие пентозы и гексозы. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная

таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы, α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. Реакции, моносахаридов: окисление (в различных условиях) и восстановление, образование фенилгидразонов и озаонов, ацилирование, образование гликозидов, Удлинение и укорачивание углеродной цепи (синтез Килиани-Фишера, дегградация по Руффу).

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение и химические свойства. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.

Полисахариды. Классификация. Строение целлюлозы и крахмала. Сравнение химических свойств.

РАЗДЕЛ 5. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

5.1. Гетероциклы с одним гетероатомом

Классификация гетероциклических систем по различным признакам (размер цикла, характер гетероатома, число гетероатомов, наличие ароматичности).

Пятичленные гетероциклические соединения: пиррол, фуран, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (метод Пааля-Кнорра), взаимопревращение циклов (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения, их ориентация. Ацидофобность фурана и пиррола. Фурфурол. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.

Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Регионаправленность реакций электрофильного замещения в индole. Представление о природных соединениях индольного ряда. Индиго.

Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Синтез Ганча. Основность пиридинового цикла (образование солей). Проявление нуклеофильных свойств в реакциях с электрофилами по атому азота (алкилирование, ацилирование). Особенности реакций электрофильного замещения в ядре пиридина. Амнирование как реакция нуклеофильного замещения (реакция Чичибабина).

Хинолин и его простейшие производные. Основность и реакции электрофильного замещения в сравнении со свойствами пиридина. Изохинолин.

Пиран и его производные: соли пирилия, пироны. Производные бензопирана.

5.2. Гетероциклы с двумя гетероатомами

Имидазол, оксазол и тиазол, как азоаналоги пиррола, фурана и тиофена. Имидазол: замещение по атому азота (алкилирование и ацилирование) и по атомам углерода (нитрование, сульфирование). Таутомерия. Пиразол.

Диазины: пиридазин, пиримидин, пиазин. Сравнение химических свойств пиримидина и пиридина. Пиримидиновые нуклеиновые основания.

Бициклические конденсированные системы: пурин и его производные, птеридин. Характеристика химических свойств пуриновых оснований аденина и гуанина. Биологическая роль гетероциклических соединений.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

В системе профессиональной подготовки специалистов важное место занимает научно-исследовательская работа студентов, и в частности, такая форма её организации, как написание и защита курсовой работы.

Курсовая работа представляет собой логически завершенное и оформленное в виде текста произведение научно-исследовательского содержания, направленное на решение определенных проблем и задач в области аналитической химии.

Выполнение курсовой работы направлено на достижение следующих целей:

- ✓ систематизация, углубление и закрепление теоретических и практических знаний по учебной дисциплине «Органическая химия»;
- ✓ применение полученных знаний по дисциплине при решении конкретных научно-практических задач, а также навыков самостоятельной работы с научной литературой и обработки результатов теоретических или экспериментальных исследований;
- ✓ овладение методикой современных научных исследований в определенной области знаний;
- ✓ приобретение навыков оформления научной работы.

Учебным планом специальности отводится 40 часов на выполнение курсовой работы. Тема курсовой работы утверждается на кафедре химии, а задание на ее выполнение оформляется руководителем.

Структура курсовой работы должна способствовать раскрытию избранной темы и ее составных элементов. Все части курсовой работы должны быть взаимосвязаны и изложены в строгой логической последовательности. Структурными элементами курсовой работы являются: задание, титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, библиографический список, приложения.

Во введении обосновывается выбор темы, актуальность и степень ее разработанности, формулируется цель и задачи исследования, определяется его объект и предмет, указываются методы, с помощью которых будут решаться поставленные задачи. Также во введении дается общая характеристика работы и указывается ее объем: количество глав, точное количество таблиц, схем, рисунков, приложений и использованных источников.

В основной части курсовой работы (главах и разделах) необходимо логично и аргументировано излагать методику и результаты исследования. При написании глав и разделов исследователь обязан делать ссылки на источники, из которых он заимствует материал и затем анализирует его.

Содержание структурных частей работы должно соответствовать цели и задачам исследования. В конце каждой главы следует сформулировать краткие выводы.

Заключение – это логически стройное изложение основных результатов исследования и сделанных на их основе выводов. В нем должны быть подведе-

ны итоги исследования по проблеме, оно может содержать 3–5 крупных обобщений, подводящих итоги выполненной работы.

Библиографический список – это перечень литературных источников и других материалов, на которые в курсовой работе приводятся ссылки. Библиографический список оформляется в соответствии с требованием «Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации».

Приложения включают графические, статистические и иные материалы по результатам исследования, а также дополнительные и вспомогательные материалы. В тексте курсовой работы делаются ссылки на соответствующие приложения. Каждое приложение оформляется на отдельных листах, в правом верхнем углу указывается его порядковый номер: Приложение 1, Приложение 2 и т. п.

Объем курсовой работы должен находиться в пределах 25–40 страниц текста, включая иллюстрации, таблицы и список использованных источников.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»
дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество внеаудиторных часов	Методические пособия, средства обучения (оборудование и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	лабораторные занятия				
3	4	5	6	8	9	10			
1	2								
1 курс, 2 семестр									
1	РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПРЕСТАВЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	12	-	2	4	20			
1.1	Предмет органической химии. Строение органических соединений Органическая химия, ее связь с другими науками, роль в жизни общества. Основные этапы развития. Органические соединения, их многообразие. Классификация органических со-	2					Компьютерная презентация	1–2	Индивидуальные задания.

	<p>единений по скелету молекулы, виду функциональных групп, степень насыщенности. Источники органического сырья.</p> <p>Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Основные типы структурных фрагментов органических молекул: углеродные цепи и циклы, простые и кратные связи, радикалы и функциональные группы. Способы отображения строения органических соединений. Гомология и гомологические ряды.</p>								
1.2	<p>Номенклатура и изомерия</p> <p>Названия органических соединений: номенклатура IUPAC. Тривиальная номенклатура. Принципы построения названий в радикало-функциональной и рациональной номенклатурах. Структурная изомерия и ее разновидности.</p> <p>Пространственная изомерия (стереоизомерия) органических соединений. конформационная и конфигурационная изомерия. Проекционные формулы Ньюмена и Фишера. Хиральность и оптическая активность. Соединения с одним и двумя асимметрическими атомами углерода: энантиомеры, <i>эритро</i>-, <i>трео</i>- и мезо-формы, диастереомеры, рацематы, R,S- и D,L-номенклатура. Геометрическая (цис-транс) изомерия, цис-транс и Z, E- номенклатура.</p>	2		2			Компьютерная презентация	1–2	Рейтинговая контрольная работа 1
1.3	<p>Электронные представления в органической химии</p> <p>Типы химических связей в молекулах органических соединений. Характеристики ковалентных связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость, направленность (валентные углы). Гибридизация атомных орбиталей, σ- и π-связи. Электронные эффекты индуктивный и мезомерный в молекулах органических соединений. Взаимное влияние атомов и групп атомов в молекулах.</p>	4					Компьютерная презентация	1–2	
1.4	<p>Реакционная способность органических соединений</p>	2					Компьютерная презентация	1–2	Кон-

	<p>Механизмы реакций органических соединений. Гомо- и гетеролитический разрывы ковалентных связей, промежуточные частицы: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Субстрат и реагент. Нуклеофильные, электрофильные и радикальные реагенты. Классификация реакций по характеру превращения (замещение, присоединение, элиминирование) и типу реагента. Энергетический профиль реакции: переходные состояния, энергия активации, тепловой эффект реакции. Гомогенный, гетерогенный и межфазный катализ.</p> <p>Кислотно-основные свойства органических соединений. Кислотность и основность по Брэнстеду-Лоури, кислоты и основания Льюиса.</p>							1–2	спект
1.5	<p>Выделение и идентификация органических соединений</p> <p>Методы выделения и очистки органических соединений. Принципы количественного элементного анализа при идентификации веществ. Физико-химические методы исследования органических соединений (электронная спектроскопия поглощения, масс-спектрометрия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса и др.).</p>	1			4		Оборудование, химреактивы для выполнения лабораторной работы	2	Защита лабораторной работы. Конспект
1.6	<p>Важнейшие источники информации об органических соединениях и их реакциях</p> <p>Реферативные журналы «Химия» (Россия), Chemical Abstracts (США). Справочник Бейльштейна. Информационные службы и компьютерные базы данных о методах получения и свойствах органических соединений. Словари органических соединений, справочники по их физическим и химическим свойствам. Указатели синтезов и сборники препаративных методик.</p>	1					Компьютерная презентация	1-3	
2	РАЗДЕЛ 2. УГЛЕВОДОРОДЫ	22	-	4	16	20			
2.1 2.1.1.	<p>Алифатические углеводороды</p> <p>Алканы</p> <p>Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природные</p>	2					Оборудование, химреактивы, необходимые		Защита лабораторной

	<p>источники. Промышленные способы выделения и лабораторные способы получения.</p> <p>Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы (sp^3-гибридизация). Вращательная (конформационная) изомерия. Представление об энергиях конформеров этана, пропана и бутана. Физические свойства алканов: агрегатное состояние, температуры кипения и плавления и др. Характер их изменения в гомологическом ряду.</p> <p>Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Региоселективность реакций радикального замещения. Окисление, изомеризация и термические реакции алканов. Основные пути использования алканов.</p>				4		<p>мые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация</p>	1–2	работы. Конспект
2.1.2	<p>Алкены</p> <p>Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия.</p> <p>Промышленные и лабораторные способы получения. Физические свойства алкенов и характер их изменения в гомологическом ряду. Электронное (sp^2-гибридизация) и пространственное строение алкенов. Реакционная способность алкенов. Механизм присоединения электрофильных реагентов (галогенов, галогеноводородов, воды и др.) по связи $C=C$. Региоселективность реакций Ad_E: правило Марковникова. Карбокатионы, их строение и факторы, влияющие на устойчивость. Процессы, сопутствующие Ad_E-реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Стереохимия электрофильного присоединения.</p> <p>Реакции окисления $C=C$ связи: эпоксидирование (реакция Прилежаева), гидроксילирование (реакция Вагнера). Окисление терминальных алкенов в карбонильные соединения, катализируемое солями палладия. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Оксосинтез.</p> <p>Каталитическое гидрирование, гетерогенное и гомогенное.</p>	2		2	4		<p>Оборудование, химреактивы для выполнения лабор. работы</p>	1-4	<p>Защита лабораторной работы. Конспект</p> <p>Рейтинговая контрольная ра-</p>

	<p>Особенности радикального присоединения (по Харашу) бромоводорода к несимметрично замещенным алкенам. Реакции алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление (электронное строение и устойчивость аллильных радикала, катиона и аниона). Полимеризация алкенов и их производных, практическое значение.</p>								бота 2
2.1.3	<p>Алкадиены Классификация, номенклатура и изомерия. Получение алкадиенов. Особенности электронного и пространственного (S-цис- и S-транс-конформации) строения сопряженных диенов. Продукты 1,2- и 1,4-присоединения в реакциях электрофильного присоединения к диенам. Перициклические реакции сопряженных диенов: электроциклические и реакции циклоприсоединения (Дильса-Альдера). Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3-диенов. Природный и синтетический каучуки (вулканизация), гуттаперча. Понятие об изопреноидах. Кумулены: электронное и пространственное строение. Энантиомерия соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.</p>	2							
2.1.4	<p>Алкины Номенклатура и изомерия алкинов. Получение ацетилена и его гомологов. Электронное строение (sp-гибридизация). Физические свойства алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова). Нуклеофильное присоединение по тройной связи (реакции Фаворского и Реппе). Оксосинтез с использованием алкинов. Кислотные свойства алкинов, использование алкинов и ацетиленидов металлов в органическом синтезе. Циклоолигомеризация и полимеризация алкинов, алкины как диенофилы. Срав-</p>	2			4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2	Защита лабораторной работы. Конспект

	нение реакционной способности алкинов и алкенов. Способы стереоселективного восстановления алкинов в алкены.								
2.1.5	<p>Алициклические углеводороды Классификация, номенклатура и структурная изомерия. Получение алициклических углеводородов из ациклических предшественников и ароматических соединений. Перициклические реакции. Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные положения заместителей. Конфигурационная изомерия производных циклопропана и циклогексана. Устойчивость циклов на основе представлений о различных типах напряжений. Сравнение химических свойств циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Общие представления о средних циклах, макроциклах и полициклических системах (терпены и стероиды).</p>	2		2	4		Компьютерная презентация	1–2, 5–7	Конспект. Рейтинговая контрольная работа 3
Всего за 2 семестр		22	-	6	20	40			Зачет
2 курс, 3 семестр									
2.6 2.2.1	<p>Ароматические углеводороды (арены) Бензол, его гомологи и производные Классификация. Номенклатура и изомерия гомологов бензола. Каталитический риформинг нефти – основной источник получения ароматических углеводородов в промышленности. Электронное строение бензольного кольца. Критерии ароматичности Хюккеля, гетероциклические и небензоидные ароматические системы. Механизм реакций электрофильного замещения S_E (сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование) в ароматических системах. Активирующие и дезактивирующие заместители, <i>орто</i>-, <i>пара</i>- и <i>мета</i>-ориентанты, их влияние на скорость реакции и состав продуктов. Согласованная и несогласованная ориентация в замещенных бензолах. Формилирование, ацилирование и другие реак-</p>	8					Компьютерная презентация	1–2	Конспект

	<p>ции аренов используемые в синтезе.</p> <p>Алкилбензолы. Способы получения.</p> <p>Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Стирол, стильбены, фенилацетилен.</p>								
2.2.2	<p>Полициклические ароматические соединения</p> <p>Общие представления. Соединения с изолированными циклами: дифенил, дифенилметан, трифенилметан и их производные.</p> <p>Конденсированные бензоидные углеводороды. Источники многоядерных углеводородов. Нафталин, электронное строение и ароматичность. Химические свойства нафталина: реакции электрофильного замещения, каталитическое гидрирование и окисление. Антрацен, фенантрен: электронное строение и ароматичность, особенности химических свойств.</p>	4					Компьютерная презентация	1–2	Конспект
3	РАЗДЕЛ 3. ГОМО- И ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	46	4	4	52	102(64+38)			
3.1 3.1.1	<p>Галогенпроизводные углеводородов.</p> <p>Галогензамещенные алканы</p> <p>Номенклатура и изомерия. Способы образования связи углерод-галоген. Химические свойства галогеналканов. Полярность и поляризуемость связи углерод–галоген. Реакции нуклеофильного замещения: кинетика, стереохимия, энергетический профиль, влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакций S_N1 и S_N2-типов. Реакции нуклеофильного замещения при получении спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов, нитрилов, нитросоединений и др. из галогензамещенных алканов.</p> <p>Реакции элиминирования: механизмы E2 и E1. Направление элиминирования, правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия E2-</p>	4			4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	2–6	Защита лабораторной работы. Конспект Рейтин-

	<p>реакций (<i>анти</i>-элиминирование). Влияние природы реагирующих веществ и растворителя на скорость реакций. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Соединения с пониженной подвижностью атома галогена: винилхлорид и хлоропрен. Способы получения, химические свойства и применение.</p> <p>Полигалогенпроизводные простейших углеводородов. Способы получения: хлорирование алканов, галоформная реакция. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны. Полихлорированные и полифторированные производные этилена. Тефлон.</p>				4				говая контрольная работа 1
3.1.2	<p>Ароматические галогенпроизводные</p> <p>Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, синтез из солей диазония.</p> <p>Реакции нуклеофильного замещения атома галогена: механизмы присоединения-отщепления S_NAr и отщепления-присоединения. Соединения с повышенной подвижностью атома галогена: бензил- и аллилгалогениды, способы получения и особенности химических свойств. Аллильные перегруппировки. Ди- и трифенилхлорметаны, стабилизированные свободные радикалы и карбокатионы.</p>	2	2		4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация		Защита лабораторной работы. Рейтинговая контрольная работа 2
3.1.3	<p>Металлоорганические соединения</p> <p>Способы получения из галогенпроизводных и углеводородов, обладающих СН-кислотностью. Природа связи углерод-металл. Химические свойства магний- и литийорганических соединений: взаимодействие с протонодонорными соединениями, галогенпроизводными углеводородов, карбонильными соединениями, производными карбоновых кислот, оксиранами и диоксидом углерода. Использование в синтезе медь- и ртутьорганических соединений.</p>	2		4			Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация		Защита лабораторной работы. Конспект
3.2	<p>Гидроксисоединения.</p>								
3.2.1	<p>Одноатомные спирты</p> <p>Классификация, номенклатура, изомерия.</p> <p>Промышленные и лабораторные способы получения алифа-</p>	4					Оборудование, хим-	1–5	

	<p>тических спиртов и циклогексанола.</p> <p>Физические свойства и характер их изменения в гомологическом ряду.</p> <p>Химические свойства. Кислотно-основные свойства (образование алкоголятов). Замещение гидроксильной группы действием галогеноводородов и галогенангидридов кислот. Спирты и алкоголяты как нуклеофильные агенты, их взаимодействие с галогенпроизводными углеводов (синтез простых эфиров по Вильямсону), карбоновыми кислотами и их производными. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, карбонильным соединениям. Дегидратация спиртов. Рассмотрение этих реакций на основании общих представлений о механизмах реакций нуклеофильного замещения и отщепления, нуклеофильного присоединения. Окисление и дегидрирование спиртов.</p>		2		4		реактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация		Защита лабораторной работы. Конспект. Рейтинговая контрольная работа 3
3.2.2	<p>Многоатомные спирты</p> <p>Этиленгликоль, физические и химические свойства, получение и применение. Ди- и полиэтиленгликоли, простые и сложные эфиры этиленгликоля. Химические свойства 1,2-диолов: дегидратация, окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой.</p> <p>Глицерин, методы синтеза и химические свойства. Пентаэритрит, ксилит, сорбит. Некоторые особенности многоатомных спиртов по сравнению с одноатомными (окисление, образование циклических эфиров, способность к комплексообразованию). Сложные эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.</p>	1		1	4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1-4	Защита лабораторной работы.
3.2.3	<p>Ненасыщенные и ароматические спирты</p> <p>Аллиловый спирт. Методы синтеза, особенности химических свойств, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Енолы, понятие о кето-енольной таутомерии. Виниловый спирт и его производные. Природные ненасыщенные спирты, феромоны насекомых.</p> <p>Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинолы, методы син-</p>	1			4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компью-	1-3	Защита лабораторной работы. Конспект

	теза и химические свойства.						терная презентация		
3.2.4	<p>Фенолы</p> <p>Классификация, изомерия и номенклатура. Фенол и его гомологи. Нафтолы. Многоатомные фенолы. Основные пути использования фенолов.</p> <p>Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенпроизводных, синтез с использованием солей диазония, куольный способ получения фенола.</p> <p>Химические свойства. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей на кислотность фенолов. Получение фенолятов, простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Конденсация фенолов с формальдегидом. Специфические реакции электрофильного замещения, характерные для фенолятов: получение фенолкарбоновых кислот (реакция Кольбе-Шмитта) и альдегидов бензольного ряда (реакция Раймера-Тимана), азосочетание. Гидрирование и окисление фенолов. Понятие о многоатомных фенолах.</p>	3		1	4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2, 4	Защита лабораторной работы. Конспект
3.2.5	<p>Простые эфиры</p> <p>Классификация. Номенклатура. Физические свойства.</p> <p>Диалкиловые эфиры, способы получения, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алкоголями (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов.</p> <p>Взаимодействие с протонными кислотами (основность простых эфиров). Реакции расщепления. Окисление простых эфиров.</p> <p>Виниловые эфиры, их получение и гидролиз. Жирноароматические и ароматические простые эфиры.</p> <p>Циклические простые эфиры (тетрагидрофуран и 1,4-</p>	1			4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2, 4	Защита лабораторной работы.

	диоксан). Понятие о краун-эфирах и их использовании. Оксираны. Получение окислением олефинов (реакция Прилежаева) и циклизацией галогенгидринов. Реакции с раскрытием цикла при взаимодействии с галогеноводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магнийорганическими соединениями.								
3.3	Альдегиды и кетоны Классификация, номенклатура и изомерия. Промышленные методы синтеза важнейших представителей. Общие способы образования карбонильной группы: озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов (реакция Кучерова). Гидролиз геминальных дигалогенидов, окисление и дегидрирование спиртов. Ацилирование по Фриделю-Крафтсу, синтез из производных карбоновых кислот (хлорангидридов, нитрилов), пиролиз солей.				4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2, 4-7	Защита лабораторной работы. Конспект
Всего за 3 семестр		34	4	4	40	64			Экзамен (36 ч)
2 курс, 4 семестр									
	Электронное строение карбонильной группы C=O: распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов. Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, роль кислотного и основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Взаимодействие с O- и S-нуклеофилами: гидратация, образование полуацеталей, ацеталей и их тиоаналогов, гидросульфитных производных. Применение этих процессов для защиты карбонильной группы, выделения и очистки карбонильных соединений. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (три-								

	<p>оксан, паральдегид, параформ).</p> <p>Взаимодействие с N-нуклеофилами: реакции с первичными и вторичными аминами (имины, енамины), с гидросиламином (оксими), с гидразином (гидразоны, азины). Особенности и практическое значение реакций присоединения-отщепления. Восстановительное аминирование (в присутствии водорода). Особенности реакций формальдегида и других простейших альдегидов с аммиаком (уротропин).</p> <p>Взаимодействие карбонильных соединений с C-нуклеофилами: цианидами, металлоорганическими соединениями, алкинами, илидами фосфора (реакция Виттига) и фенолами. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (реакция Кляйзена-Шмидта, реакция Манниха). Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов с разрывом углерод-углеродных связей. Восстановление карбонильных соединений каталитическим гидрированием, комплексными гидридами металлов, по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу (избыток гидразина в присутствии щелочи). Реакция Канниццаро. Электрофильное замещение в ароматических альдегидах и кетонах. Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза α,β-непредельных карбонильных соединений: окисление ненасыщенных спиртов, дегидратация альдолей. Электронное строение и его связь с реакционной способностью. Направление реакций по типу 1,2- и 1,4-присоединения, зависимость от различных факторов. Хиноны. Получение окислением двухатомных фенолов, 1,2- и 1,4-бензохиноны. Химические свойства хинонов: восстановление, реакции 1,2- и 1,4-присоединения, циклоприсоединение, образование хингидрона.</p>	2						
		2						

	Представление о природных соединениях ряда хинонов.								
3.4 3.4.1	<p>Карбоновые кислоты и их применение.</p> <p>Насыщенные и ароматические одноосновные кислоты</p> <p>Номенклатура, изомерия. Природные источники карбоновых кислот. Методы получения: окисление углеводов, спиртов и карбонильных соединений, синтеза с использованием магний- и литийорганических реагентов, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Физические свойства карбоновых кислот. Химические свойства. Связь кислотности с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре.</p> <p>Производные карбоновых кислот – продукты замещения группы ОН: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Сравнение реакционной способности кислот и их производных, механизм их взаимопревращений, роль кислотного и основного катализа.</p> <p>Декарбоксилирование (термическое декарбоксилирование, анодное окисление карбоксилат-анионов), восстановление и галогенирование кислот. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Соли карбоновых кислот. Использование карбоновых кислот и их солей. Мыла.</p>	3	2		4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2, 9	Защита лабораторной работы. Конспект.
3.4.2	<p>Функциональные производные карбоновых кислот</p> <p>Хлорангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве агентов ацилирования, восстановление в альдегиды, реакции с магнийорганическими соединениями. Бензоилхлорид, особенности строения и реакционной способности (бензоилирование по Шоттену-Бауману). Ангидриды карбоновых кислот: получение из солей и галогенангидридов, нагреванием кислот (в присутствии P₂O₅). Ангидриды как аци-</p>	2	2				Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2	Защита лабораторной работы. Конспект. Рейтинговая работа 1

	<p>лирующие агенты (реакция Перкина).</p> <p>Сложные эфиры: получение реакцией этерификации, ацилированием спиртов и фенолов хлорангидридами карбоновых кислот. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, переэтерификация, восстановление комплексными гидридами металлов, Взаимодействие сложных эфиров с реактивами Гриньяра, особенности его протекания в присутствии алкоксидов титана (реакция Кулинковича), сложноэфирная конденсация. Представление об основных путях использования сложных эфиров.</p> <p>Амиды. Получение из карбоновых кислот и их производных. Причины пониженной основности и повышенной кислотности амидов по сравнению с аммиаком и аминами. Основные пути превращения: восстановление до аминов (реакция Гофмана), восстановление литийалюминийгидридом, гидролиз. Основные пути использования амидов.</p> <p>Нитрилы. Синтез из галогенпроизводных углеводородов, амидов карбоновых кислот и оксимов. Частичный и полный гидролиз, восстановление, реакции с магнийорганическими соединениями.</p>	2			4				
		1							
		2							
3.4.3	<p>Дикарбоновые кислоты</p> <p>Общие методы синтеза, способы получения важнейших представителей. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Щавелевая кислота, получение, свойства, биологическая роль. Малоновая кислота. Декарбоксилирование замещенных малоновых кислот. Химические свойства малонового эфира: алкилирование, конденсация с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по активированной электроноакцепторными заместителями кратной связи (реакция Михаэля). Синтетическое использование продуктов этих реакций для получения карбоновых кислот и циклических соединений. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования. Адипиновая кислота и ее</p>	2					Компьютерная презентация	1–2	Конспект

	<p>производные, их свойства и пути практического использования.</p> <p>Различное поведение дикарбоновых кислот при нагревании. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид, фталимид. Репелленты, пластификаторы. Терепталевая кислота, диметилтерефталат, лавсан.</p>								
3.4.4	<p>Непредельные карбоновые кислоты</p> <p>Методы получения α,β-непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи C=C. Особенности присоединения воды, аммиака и аминов, галогеноводородов к двойной углерод-углеродной связи. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Полиметилметакрилат. Источники и практическое значение олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры, масла.</p> <p>Непредельные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Зависимость их химических свойств от пространственного строения. Малеиновый ангидрид и ацетилендикарбоновая кислота в диеновом синтезе.</p>	2					Компьютерная презентация	1–2	Конспект
3.4.5	<p>Производные угольной кислоты</p> <p>Фосген, мочевины, эфиры угольной и хлоругольной кислот, нитрил, цианаты, изоцианаты, карбаминовая кислота (уретаны), карбодиимиды. Гуанидин, причины высокой основности.</p>	1					Компьютерная презентация	1–2	Конспект
3.5 3.5.1	<p>Азотсодержащие соединения</p> <p>Нитросоединения</p> <p>Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводов, обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония.</p> <p>Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Таутомерия нитросоединений нитро- и ациформы.</p>	1					Компьютерная презентация		Конспект

	<p>Восстановление алифатических и ароматических нитросоединений. Продукты неполного восстановления нитробензола: азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Свойства, связанные с СН-кислотностью нитроалканов, образование солей. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой и галогенами как следствие повышенной реакционной способности α-С–Н связей. Специфические свойства ароматических нитросоединений: электрофильное замещение и влияние нитрогруппы как заместителя на скорость и ориентацию в этих реакциях.</p>								
3.5.2	<p>Амины Классификация, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения с участием галогеналканов и спиртов, восстановлении нитросоединений (работы Зинина), нитрилов и оксимов, восстановительном аминировании карбонильных соединений, превращениях амидов кислот. Физические свойства: их связь со способностью аминов к образованию водородных связей, характер изменения в гомологическом ряду. Электронное строение аминогруппы, пространственное строение аминов.</p> <p>Химические свойства. Проявление кислых свойств в реакциях с сильными основаниями. Зависимость основности от строения аминов и природы углеводородных радикалов. Нуклеофильные свойства алкил- и ариламинов: алкилирование, ацилирование, реакции с альдегидами и кетонами. Четвертичные аммониевые основания и соли. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование ароматических аминов как способ защиты аминогруппы. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты.</p>	2					Компьютерная презентация	1–2	Конспект. Рейтинговая контрольная работа 2
3.5.3	<p>Диазо- и азосоединения Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса), способы его осуществления, побочные реакции. Взаимопревраще-</p>						Оборудование, химреактивы,	1–2, 8	Защита лабораторной

	<p>щения различных форм diazosоединений. Реакции солей diaзoния, протекающие с выделением азота, их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (замещение аминогруппы на Н, ОН, F, Cl, Br, I, NO₂ и др.) Арилирование ароматических соединений. Реакции diaзoсоединений, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diaзосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.</p> <p>Диазометан – diaзoсоединение алифатического ряда, присоединение diaзoметана по двойной связи с образованием циклопропанового цикла.</p>	1	2		4		необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация		работы. Конспект. Рейтинговая контрольная работа 3
3.6	<p>Органические соединения серы и фосфора</p> <p>Важнейшие представители сера- и фосфорорганических соединений и их использование в промышленности и тонком органическом синтезе. Тиоспирты (меркаптаны), тиоэфиры (сульфиды), сульфоксиды, сульфокислоты и их производные. Типы органических соединений фосфора, фосфины, эфиры фосфористой и фосфорной кислот.</p>	1					Компьютерная презентация	1–2	Конспект
Всего за 4 семестр		24	10	-	12	38			Зачет
3 курс, 5 семестр									
4	РАЗДЕЛ 4. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	14		8	14	18	50		
4.1	<p>Гидрокси- и галогенкарбоновые кислоты</p> <p>Номенклатура и классификация. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Стереохимия природных α-гидроксикислот.</p> <p>Получение α-гидроксикислот гидролизом α-галогензамещенных кислот, с использованием HCN и β-гидроксикислот по реакции Реформатского.</p> <p>Химические свойства. Отношение к нагреванию, зависи-</p>	1		1			Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–3; 9	Защита лабораторной работы. Рейтинговая контрольная работа 1

	<p>мость характера превращения от взаимного расположения карбоксильной и гидроксигруппы, лактиды, лактоны. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов по Кольбе-Шмитту. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.</p> <p>Получение α-галогенкарбоновых кислот галогенированием карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения α-галогенкарбоновых кислот: получение α-амино, α-гидрокси, α-циано и других α-замещенных кислот.</p>	1		1					
	<p>Получение α-галогенкарбоновых кислот галогенированием карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения α-галогенкарбоновых кислот: получение α-амино, α-гидрокси, α-циано и других α-замещенных кислот.</p>	1			2				
4.2	<p>Альдегидо- и кетокислоты</p> <p>Номенклатура и классификация. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование).</p> <p>Ацетоуксусная кислота, ее свойства. Получение сложных эфиров β-кетокислот по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия. Двойственная реакционная способность: реакции как кетона с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина; реакции енольной формы с бромом, металлоорганическими соединениями с выделением метана, пентахлоридом фосфора, галогенангидридами и др.</p> <p>Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира.</p>	1		1	2		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2; 5	Защита лабораторной работы
4.3	<p>Аминокислоты</p> <p>Классификация аминокислот и α-аминокислот (по природе радикала). Номенклатура. Природные α-аминокислоты, стереоизомерия и оптическая активность. Синтезы из α-галогенкарбоновых кислот, альдегидов и кетонов (метод Штреккера-Зелинского). Синтез β-аминокислот из непредельных кислот. Кислотно-основные свойства α-аминокислот, зависимость форм существования от рН среды, изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины.</p>	2		1	4		Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–2; 5-7	Защита лабораторной работы. Рейтинговая контрольная работа 2

	<p>Превращения аминокислот, протекающие при нагревании, и зависимость их результата от взаимного расположения функциональных групп. Дезаминирование при взаимодействии с азотистой кислотой. Представление о пептидном синтезе и полипептидах.</p> <p>Биологическая роль γ-аминомасляной кислоты; п-аминобензойная кислота, использование в медицине.</p>	1							
4.4	<p>Углеводы</p> <p>Классификация. Моносахариды: номенклатура, важнейшие пентозы и гексозы. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы, α- и β-аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. Реакции, моносахаридов: окисление (в различных условиях) и восстановление, образование фенилгидразонов и озазонов, ацилирование, образование гликозидов, Удлинение и укорачивание углеродной цепи (синтез Килиани-Фишера, деградация по Руффу).</p> <p>Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахараза. Строение и химические свойства. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.</p> <p>Полисахариды. Классификация. Строение целлюлозы и крахмала. Сравнение химических свойств.</p>	2		1			Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы; компьютерная презентация	1–3; 4	Защита лабораторной работы. Рейтинговая контрольная работа 3
		2		1	4				
		2		1					
5	РАЗДЕЛ 5. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	6		2	4	18	50		
5.1	<p>Гетероциклы с одним гетероатомом</p> <p>Классификация гетероциклических систем по различным признакам (размер цикла, характер гетероатома, число гетероатомов, наличие ароматичности). Пятичленные гетероциклические соединения пиррол, фуран, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (метод Пааля-Кнорра), взаимопревращение циклов (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения, их ориентация. Ацидофобность фурана и пиррола.</p>	2		1			Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабор. работы. Компьютерная презентация	1–2; 8-11	Защита лабораторной работы. Тестовые задания

	<p>Фурфурол. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.</p> <p>Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Регионаправленность реакций электрофильного замещения в индоле. Представление о природных соединениях индольного ряда. Индиго.</p> <p>Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Синтез Ганча. Основность пиридинового цикла (образование солей). Проявление нуклеофильных свойств в реакциях с электрофилами по атому азота (алкилирование, ацилирование). Особенности реакций электрофильного замещения в ядре пиридина. Аминирование как реакция нуклеофильного замещения (реакция Чичибабина).</p> <p>Хинолин и его простейшие производные. Основность и реакции электрофильного замещения в сравнении со свойствами пиридина. Изохинолин. Пиран и его производные: соли пиридия, пироны. Производные бензопирана.</p>	1								
		1			4					
5.2	<p>Гетероциклы с двумя гетероатомами</p> <p>Имидазол, оксазол и тиазол, как азоаналоги пиррола, фурана и тиофена. Имидазол: замещение по атому азота (алкилирование и ацилирование) и по атомам углерода (нитрование, сульфирование). Таутомерия. Пиразол. Диазины: пиридазин, пиримидин, пиазин. Сравнение химических свойств пиримидина и пиридина. Пиримидиновые нуклеиновые основания. Бicyклические конденсированные системы: пурин и его производные, птеридин. Характеристика химических свойств пуриновых оснований аденина и гуанина. Биологическая роль гетероциклических соединений.</p>	1		1			Компьютерная презентация	2–4, 12	Тестовый контроль. Конспект	
Всего за 5 семестр		20	-	10	16	36			Экзамен (36 ч)	
Итого по учебной дисциплине 222 аудиторных часа		100	14	20	88	178		Зачет, экзамен		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» / сост.: Н. Г. Васильева, А. Л. Козлова-Козыревская // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/42922>. – Дата доступа: 04.01.2020.

Дополнительная литература

1. Вайзман, Ф. Л. Основы органической химии / Ф. Л. Вайзман. – СПб. : Химия, 1995. – 464 с.
2. Реутов, О. А. Органическая химия : в 4 ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М. : БИНОМ, 2007. – Ч. 1. – 567 с. ; Ч. 2. – 623 с. ; Ч. 3. – 544 с. ; Ч. 4. – 726 с.
3. Нейланд, О. Я. Органическая химия / О. Я. Нейланд. – М. : Высш. шк., 1990. – 751 с.
4. Агрономов, А. Е. Избранные главы органической химии : учеб. пособие для вузов / А. Е. Агрономов. – М. : Моск. гос. ун-т, 1990. – 560 с.
5. Органическая химия. Реакционная способность основных классов органических соединений / А. Э. Щербина [и др.]. – Минск. : Белорус. гос. техн. ун-т, 2000. – 613 с.
6. Сайкс, П. Механизмы реакций в органической химии / П. Сайкс. – М. : Химия, 1991. – 447 с.
7. Курц, А. Л. Задачи по органической химии с решениями / А. Л. Курц, М. В. Ливанцов, А. В. Чепраков. – М. : БИНОМ, 2006. – 264 с.
8. Янковский, С. А. Задачи по органической химии / С. А. Янковский, Н. С. Данилова. – М. : Колос, 2000. – 328 с.
9. Потапов, В. М. Химическая информация. Где и как искать химику нужные сведения? / В. М. Потапов, Э. К. Кочетова. – М. : Химия, 1988. – 224 с.
10. Травень, В. Ф. Органическая химия : учеб. для вузов : в 3 т. / В. Ф. Травень. – М. : БИНОМ, 2019. – Т. 1. – 368 с.
11. Травень, В. Ф. Органическая химия : учеб. для вузов : в 3 т. / В. Ф. Травень. – М. : БИНОМ, 2019. – Т. 3. – 388 с.
12. Врублевский, А. И. Органическая химия : кн. тестов / А. И. Врублевский. – Минск : Поппури, 2018. – 416 с.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Перегонка и перекристаллизация как методы очистки органических веществ.
2. Выделение эфирных масел из природного сырья перегонкой с водяным паром
3. Бромирование ненасыщенных органических соединений (циклогексена, халкона)
4. Получение галогенпроизводных углеводородов из спиртов реакциями нуклеофильного замещения гидроксильной группы (получение этилбромиды, циклогексилхлорида)
5. Реакции дегидратации. Получение циклогексена из циклогексанола
6. Реакции нитрования, сульфирования аренов (на примере толуола)
7. Бромирование ароматических углеводородов (фенол, анилин и их производные)
8. Альдольно-кетоновые конденсации (получение халкона, бензаль- и дибензальацетона)
9. Реакции ацилирования аренов (на примере получения флуоресцина из резорцина и фталевого ангидрида)
10. Получение diaзосоединений и их реакции. Получение азокрасителей и индикаторов реакциями азосочетания.
11. Реакция Дильса-Альдера между циклопентадиеном и fumarовой, maleиновой кислотами и их производными.
12. Реакции окисления: окисление гидрохинона, антрацена.
13. Реакции этерификации карбоновых кислот (получение этилацетата, эфиров бензойной, салициловой кислот).
14. Насыщенные углеводороды (алканы).
15. Ненасыщенные углеводороды (алкены).
16. Ацетиленовые углеводороды (алкины).
17. Галогенсодержащие углеводороды.
18. Моно-, ди- и полисахариды.
19. Гетеропроизводные карбоновых кислот.
20. Aминокислоты и белки.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Для контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Органическая химия» можно использовать следующие средства:

- устный опрос, при получении студентом разрешения к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- опрос по выяснению знаний по теме (коллоквиум);
- критериально-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) дисциплины;
- защита реферата.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного или программированного опроса на лабораторных занятиях с выставлением текущих оценок по десятибалльной шкале.

В качестве формы текущего контроля по учебной дисциплине «Органическая химия» предусмотрены: зачет, экзамен.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и применения знаний на практике, а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;

- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговой контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях;
- зачета;
- экзамена.

Требования к выполнению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1 курс, 2 семестр				
1.	Алканы	10	Изучить строение, реакцию и получение [1-3]	Компьютерная презентация «Алканы»
2.	Алкены	10	Изучить строение, реакцию и получение [1-3]	Реферат, презентация «Алкены»
3.	Алкины	10	Изучить строение, реакцию и получение [1-3]	Реферат по теме «Алкины»
4.	Арены	10	Изучить строение, реакцию и получение [5-11]	Подготовить тестовые задания по теме «Арены»
Всего за семестр 40 ч.				
2 курс, 3 семестр				
5.	Галогенсодержащие углеводороды	10	Изучить строение, реакцию и получение [6]	Подготовить цепочки превращений
6.	Конденсированные циклы.	10	Изучить строение, реакцию и получение [8]	Разработать разноуровневые задачи
7.	Функциональные производные карбоновых кислот	20	Изучить строение, реакцию и получение [3-4]	Компьютерная презентация «Функциональные производные карбоновых кислот»
8.	Индолы	15	Изучить строение, реакцию и получение [1-3]	Реферат, презентация «Индолы»
9.	Халконы	19	Изучить строение, реакцию и получение [5- 11]	Реферат по теме «Халконы»
Всего за семестр 64 ч.				
2 курс, 4 семестр				
10.	Стероиды	19	Изучить строение, реакцию и получение [10, 11]	Подготовить тестовые задания по материалу темы «Стероиды»
11.	Антибиотики	19	Изучить строение, реакцию и получение [1- 4]	Конспект по теме «Антибиотики»
Всего за семестр 38 ч.				
3 курс, 5 семестр				
12.	Амины жирного ряда	18	Изучить строение, реакцию и получение [9, 11]	Конспект по основным вопросам темы «Амины жирного ряда»
13.	Гетероциклические соединения	18	Изучить строение, реакцию и получение [8, 10]	Компьютерная презентация по

				основным вопросам темы «Гетероциклические соединения»
Всего за семестр 36 ч.				
Всего по учебной дисциплине - 250 часов (178 ч. + 72 ч. экзамены)				

**Вопросы к зачету по учебной дисциплине «Органическая химия»
для студентов 1 курса во II семестре
факультета естествознания БГПУ
(специальность «Биология и химия»)**

1. Предмет органической химии. Строение органических соединений

Органическая химия, ее связь с другими науками, роль в жизни общества. Основные этапы развития. Органические соединения, их многообразие. Классификация органических соединений по скелету молекулы, виду функциональных групп, степень насыщенности. Источники органического сырья.

2. Номенклатура и изомерия

Названия органических соединений: номенклатура IUPAC (родона начальная структура, функциональные группы, старшая функциональная группа, суффиксы и префиксы, выбор и нумерация главной цепи, цифровые индексы). Тривиальная номенклатура. Принципы построения названий в радикало-функциональной и рациональной номенклатурах.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров, А. Кекуле, А. Купер). Основные типы структурных фрагментов органических молекул: углеродные цепи и циклы, простые и кратные связи, радикалы и функциональные группы. Способы отображения строения органических соединений. Гомология и гомологические ряды.

Структурная изомерия и ее разновидности.

Пространственная изомерия (стереоизомерия) органических соединений. конформационная и конфигурационная изомерия. Проекционные формулы Ньюмена и Фишера. Хиральность и оптическая активность. Соединения с одним и двумя асимметрическими атомами углерода: энантиомеры, *эритро*-, *трео*- и мезо-формы, диастереомеры, рацематы, R,S- и D,L-номенклатура. Геометрическая (цис-транс) изомерия, цис-транс- и Z, E- номенклатура.

3. Электронные представления в органической химии

Типы химических связей в молекулах органических соединений. Характеристики ковалентных связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость, направленность (валентные углы). Гибридизация атомных орбиталей, σ - и π -связи. Электронные эффекты индуктивный и мезомерный в молекулах органических соединений. Взаимное влияние атомов и групп атомов в молекулах.

4. Реакционная способность органических соединений

Механизмы реакций органических соединений. Гомо- и гетеролитический разрывы ковалентных связей, промежуточные частицы: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Субстрат и реагент. Нуклеофильные, электрофильные и радикальные реагенты. Классификация реакций по

характеру превращения (замещение, присоединение, элиминирование) и типу реагента. Энергетический профиль реакции: переходные состояния, энергия активации, тепловой эффект реакции. Гомогенный, гетерогенный и межфазный катализ.

Кислотно-основные свойства органических соединений. Кислотность и основность по Брэнстеду-Лоури, кислоты и основания Льюиса.

5. Выделение и идентификация органических соединений

Методы выделения и очистки органических соединений. Принципы количественного элементного анализа при идентификации веществ. Физико-химические методы исследования органических соединений (электронная спектроскопия поглощения, масс-спектрометрия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса и др.).

6. Важнейшие источники информации об органических соединениях и их реакциях

Реферативные журналы «Химия» (Россия), Chemical Abstracts (США). Справочник Бейльштейна. Информационные службы и компьютерные базы данных о методах получения и свойствах органических соединений. Словари органических соединений, справочники по их физическим и химическим свойствам. Указатели синтезов и сборники препаративных методик.

7. Алканы

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природные источники. Промышленные способы выделения и лабораторные способы получения.

Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы (sp^3 -гибридизация). Вращательная (конформационная) изомерия. Представление об энергиях конформеров этана, пропана и бутана.

Физические свойства алканов: агрегатное состояние, температуры кипения и плавления и др. Характер их изменения в гомологическом ряду.

Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Региоселективность реакций радикального замещения. Окисление, изомеризация и термические реакции алканов. Основные пути использования алканов.

8. Алкены

Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия.

Промышленные и лабораторные способы получения. Физические свойства алкенов и характер их изменения в гомологическом ряду.

Электронное (sp^2 -гибридизация) и пространственное строение алкенов.

Реакционная способность алкенов. Механизм присоединения электрофильных реагентов (галогенов, галогеноводородов, воды и др.) по связи $C=C$. Региоселективность реакций Ad_E : правило Марковникова. Карбокатионы, их строение и факторы, влияющие на устойчивость. Процессы, сопутствующие Ad_E -реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Стереохимия электрофильного присоединения.

Реакции окисления $C=C$ связи: эпоксицирование (реакция Прилежаева), гидроксигирование (реакция Вагнера). Окисление терминальных алкенов в карбонильные соединения, катализируемое солями палладия. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Оксосинтез.

Каталитическое гидрирование, гетерогенное и гомогенное.

Особенности радикального присоединения (по Харацу) бромоводорода к несимметрично замещенным алкенам. Реакции алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление (электронное строение и устойчивость аллильных радикала, катиона и аниона).

Полимеризация алкенов и их производных, практическое значение.

9. Алкадиены

Классификация, номенклатура и изомерия. Получение алкадиенов.

Особенности электронного и пространственного (S-цис- и S-транс-конформации) строения сопряженных диенов. Продукты 1,2- и 1,4-присоединения в реакциях электрофильного присоединения к диенам.

Перициклические реакции сопряженных диенов: электроциклические и реакции циклоприсоединения (Дильса-Альдера).

Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3-диенов. Природный и синтетический каучуки (вулканизация), гуттаперча. Понятие об изопреноидах.

Кумулены: электронное и пространственное строение. Энантиомерия соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.

10. Алкины

Номенклатура и изомерия алкинов. Получение ацетилена и его гомологов.

Электронное строение (sp-гибридизация). Физические свойства алкинов.

Электрофильное присоединение к алкинам: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова).

Нуклеофильное присоединение по тройной связи (реакции Фаворского и Реппе). Оксосинтез с использованием алкинов.

Кислотные свойства алкинов, использование алкинов и ацетиленидов металлов в органическом синтезе.

Циклоолигомеризация и полимеризация алкинов, алкины как диенофилы.

Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Способы стереоселективного восстановления алкинов в алкены.

11. Алициклические углеводороды

Классификация, номенклатура и структурная изомерия.

Получение алициклических углеводородов из ациклических предшественников и ароматических соединений. Перициклические реакции.

Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные положения

заместителей. Конфигурационная изомерия производных циклопропана и циклогексана.

Устойчивость циклов на основе представлений о различных типах напряжений. Сравнение химических свойств циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Общие представления о средних циклах, макроциклах и полициклических системах (терпены и стероиды).

**Вопросы к экзамену по учебной дисциплине “Органическая химия”
для студентов 2 курса в III семестре
факультета естествознания БГПУ
(специальность «Биология и химия»)**

1. Представление об электронном и пространственном строении молекул органических веществ. Понятия карбокатион, карбоанион, радикал, факторы, влияющие на их стабильность.

2. Номенклатура органических соединений: систематическая (IUPAC), радикально-функциональная, тривиальные названия. Основные принципы номенклатуры IUPAC.

3. Изомерия органических веществ. Виды изомерии. Stereoизомерия (геометрическая и оптическая). Способы представления энантиомеров на плоскости. Проекционные формулы Фишера.

4. Понятие стереоцентра в органических молекулах. Энантиомерия и диастереомерия. R/S-номенклатура для органических веществ, содержащих стереоцентры. Особенность номенклатуры для веществ с несколькими стереоцентрами.

5. Алканы. Нахождение в природе. Основные направления переработки и использования алканов.

6. Алканы. Химические свойства: галогенирование (механизм), нитрование, окисление, сульфохлорирование, сульфоокисление.

7. Алкены. Строение, изомерия. Способы получения алкенов.

8. Химические свойства алкенов: реакции электрофильного присоединения (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация), их механизм. Правило Марковникова и его объяснение.

9. Stereoхимия реакций присоединения к двойной связи алкенов (на примере бромирования циклогексена, *цис*- и *транс*-алкенов).

10. Реакции радикального присоединения к двойным связям алкенов (присоединение по Карашу). Механизм, объяснение региоселективности.

11. Реакции аллильного замещения в алкенах. Аллильный радикал, его строение и причина повышенной стабильности.

12. Реакции окисления алкенов. Озонолиз, эпоксицирование, реакция Прилежаева, гидроксильрование. Окисление алкенов, катализируемое солями палладия(II).

13. Полимеризация алкенов, её разновидности, применяемые катализаторы и инициаторы.

14. Алкины. Способы получения алкинов. Алкины как C–N-кислоты. Синтез замещенных алкинов на основе ацетилена.

15. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения (галогенирование, гидрогалогенирование. Гидратация алкинов (реакция Кучерова).

16. Реакции нуклеофильного присоединения к ацетиленам. Димеризация ацетилена. Тримеризация ацетилена, синтез аренов. Изомеризация положения тройной связи в алкинах.

17. Реакции восстановления алкинов. Получение *цис*- и *транс*-алкенов из дизамещенных алкинов. Гидрирование алкинов (условия для частичного и исчерпывающего гидрирования).

18. Алкины как C–N-кислоты. Генерирование и реакции ацетилениданиона. Реакция Фаворского.

19. Диены. Классификация. Способы получения 1,3-диенов.

20. Химические свойства 1,3-диенов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения (на примере бутадиена и изопрена). Полимеризация 1,3-диенов.

21. Реакция Дильса-Альдера.

22. Природные соединения на основе изопрена. Изопреноиды: строение, классификация, простейшие представители.

23. Циклоалканы. Классификация. Представление о номенклатуре бициклических соединений и спиросоединений.

24. Циклопропаны. Получения циклопропанов. Особенность строения и химических свойств циклопропанов.

25. Карбены. Представление о строении. Методы генерирования. Реакции с участием карбенов и дигалогенкарбенов.

26. Циклобутаны, циклопентаны и циклогексаны. Особенность пространственного строения молекул. Конформации, характерные для циклогексана.

27. Ароматические углеводороды. Основные представители. Понятие ароматичности. Правило Хюккеля.

28. Реакции электрофильного замещения в аренах. Механизм. Региоселективность замещения. Правила ориентации в реакциях замещения. Заместители 1-го и 2-го рода.

29. Реакции нуклеофильного замещения в аренах. Механизмы. Субстраты, вовлекаемые в реакции. Механизмы замещения в зависимости от природы субстрата («отщепления-присоединения» и «присоединения-отщепления»).

30. Реакции электрофильного замещения в аренах: галогенирование, сульфирование, нитрование. Применяемые реагенты и условия проведения реакций.

31. Алкилирование и ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Условия реакций, применяемые реагенты и катализаторы. Синтез алкилзамещенных аренов.

32. Реакции формилирования аренов и фенолов: (Гаттермана-Коха, Гаттермана, Губена-Гёша, Вильсмайера-Хаака, Раймера-Тимана).

33. Алкилзамещенные арены. Реакции по боковой цепи (галогенирование, окисление). Бензильное положение, причина его высокой реакционной способности.

34. Галогенпроизводные углеводородов. Методы получения.

35. Реакции нуклеофильного замещения в галогенпроизводных углеводородов. Представление о механизмах моно- и бимолекулярного нуклеофильного замещения (S_N1 и S_N2). Стереохимий результат реакций S_N1 и S_N2 .

36. Моно- и бимолекулярное нуклеофильное замещение (S_N1 и S_N2) как конкурирующие процессы. Влияние различных факторов на протекание реакций по S_N1 либо S_N2 механизму.

37. Реакции галогенпроизводных углеводородов с углерод-, кислород-, серо-, азотсодержащими нуклеофилами. Амбидентные нуклеофилы.

38. Галогениды аллильного и бензильного типов. Особенность протекания реакций нуклеофильного замещения.

39. Галогенуглеводороды. Нуклеофильное замещение галогенов в синтезе спиртов, простых эфиров (реакция Вильямсона), иодидов (реакция Финкельштейна), аминов.

40. Реакции элиминирования (отщепления). Представление о моно- и бимолекулярном механизмах отщепления. Элиминирование по Зайцеву и Гофману.

41. Замещение и элиминирование как конкурирующие процессы. Влияние различных факторов на протекание реакций по пути замещения либо элиминирования.

42. Металлорганические соединения. Примеры литий-, магний-, ртуть-, олово-, медь-, цинк-, титанорганических соединений. Их сравнительная реакционная способность.

43. Реактивы Гриньяра. Получение, строение, использование в органическом синтезе.

44. Химические свойства литий- и магнийорганических соединений. Реакции сочетания с галогенуглеводородами, окисление, взаимодействие с кислотами различной природы, карбонильными соединениями.

45. Спирты. Номенклатура. Важнейшие представители. Методы получения.

46. Замещение гидроксильной группы в спиртах. Сравнительная активность первичных вторичных и третичных спиртов. Проба Лукаса. Методы активации спиртовой группы в реакциях нуклеофильного замещения.

47. Спирты как слабые кислоты. Примеры реакций. Зависимость кислотных свойств спиртов от их строения. Дегидратация спиртов (внутри- и межмолекулярная реакции)

48. Спирты и алкоксид-анионы как нуклеофилы. Синтез простых эфиров по реакции Вильямсона.

49. Взаимодействие спиртов с карбонильными соединениями. Синтез ацеталей. Реакции спиртов с карбоновыми кислотами и минеральными кислотами – образование сложных эфиров.

50. Реакции окисления спиртов. Применяемые реагенты для полного и парциального окисления.

51. Оксираны (эпоксиды). Методы получения и химические свойства.

52. Диолы, важнейшие представители. Методы получения диолов. Глицерин – представитель многоатомных спиртов, его нахождение в природе и биологическое значение.

53. Диолы. Особенность химических свойств (кислотно-основные, дегидратация, комплексообразование, окисление). Пинаконы, пинаколиновая перегруппировка.

54. Простые эфиры. Важнейшие представители, их значение в органической химии. Методы получения простых эфиров.

55. Простые эфиры. Химические свойства: комплексообразование, окисление (образование гидропероксидов), расщепление.

56. Циклические простые эфиры, важнейшие представители. Краун-эфиры, строение, подходы к синтезу, особенность свойств, применение.

57. Фенолы как класс соединений, методы получения фенола. Другие важнейшие представители, многоатомные фенолы.

58. Фенолы. Кислотно-основные свойства (влияние заместителей в бензольном кольце). Реакции алкилирования и ацилирования по гидроксильной группе.

59. Фенолы. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце. Реакционная способность фенолов в сравнении с аренами.

60. Феноло-формальдегидные смолы, их получение и практическое применение. Бисфенол А: получение и использование в синтезе полимерных материалов.

61. Фенолы: конкуренция реакций по гидроксигруппе и ароматическому кольцу. Фенолят-анион как амбидентный нуклеофил. Перегруппировки Кляйзена и Фриса.

62. Реакции окисления фенолов. Фенолы как антиоксиданты.

**Вопросы к зачету по учебной дисциплине «Органическая химия»
для студентов 2 курса в IV семестре
факультета естествознания БГПУ
(специальность «Биология и химия»)**

1. Простые эфиры

Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Диалкиловые эфиры, способы получения, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алкоголями (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов.

Взаимодействие с протонными кислотами (основность простых эфиров). Реакции расщепления. Окисление простых эфиров.

Виниловые эфиры, их получение и гидролиз. Жирноароматические и ароматические простые эфиры.

Циклические простые эфиры (тетрагидрофуран и 1,4-диоксан). Понятие о краун-эфирах и их использовании.

Оксираны. Получение окислением олефинов (реакция Прилежаева) и циклизацией галогенгидринов. Реакции с раскрытием цикла при взаимодействии с галогеноводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магниорганическими соединениями.

2. Альдегиды и кетоны

Классификация, номенклатура и изомерия.

Промышленные методы синтеза важнейших представителей. Общие способы образования карбонильной группы: озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов (реакция Кучерова), гидролиз геминальных дигалогенидов, окисление и дегидрирование спиртов, ацилирование по Фриделю-Крафтсу, синтез из производных карбоновых кислот (хлорангидридов, нитрилов), пиролиз солей.

Электронное строение карбонильной группы C=O: распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов.

Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, роль кислотного и

основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов.

Взаимодействие с O- и S-нуклеофилами: гидратация, образование полуацеталей, ацеталей и их тиоаналогов, гидросульфитных производных. Применение этих процессов для защиты карбонильной группы, выделения и очистки карбонильных соединений. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ).

Взаимодействие с N-нуклеофилами: реакции с первичными и вторичными аминами (имины, енамины), с гидроксиламином (оксимы), с гидразином (гидразоны, азины). Особенности и практическое значение реакций присоединения-отщепления. Восстановительное аминирование (в присутствии водорода). Особенности реакций формальдегида и других простейших альдегидов с аммиаком (уротропин).

Взаимодействие карбонильных соединений с C-нуклеофилами: цианидами, металлоорганическими соединениями, алкинами, илидами фосфора (реакция Виттига) и фенолами.

Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (реакция Кляйзена-Шмидта, реакция Манниха).

Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов с разрывом углерод-углеродных связей. Восстановление карбонильных соединений каталитическим гидрированием, комплексными гидридами металлов, по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу (избыток гидразина в присутствии щелочи). Реакция Канницаро.

Электрофильное замещение в ароматических альдегидах и кетонах.

Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза α,β -непредельных карбонильных соединений: окисление ненасыщенных спиртов, дегидратация альдолей. Электронное строение и его связь с реакционной способностью. Направление реакций по типу 1,2- и 1,4-присоединения, зависимость от различных факторов.

Хиноны. Получение окислением двухатомных фенолов, 1,2- и 1,4-бензохиноны. Химические свойства хинонов: восстановление, реакции 1,2- и 1,4-присоединения, циклоприсоединение, образование хингидрона. Представление о природных соединениях ряда хинонов.

3. Карбоновые кислоты и их производные

Номенклатура, изомерия. Природные источники карбоновых кислот.

Методы получения: окисление углеводов, спиртов и карбонильных соединений, синтеза с использованием магний- и литийорганических реагентов, гидролиз нитрилов и сложных эфиров.

Физические свойства карбоновых кислот.

Химические свойства. Связь кислотности с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре.

Производные карбоновых кислот – продукты замещения группы OH: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Сравнение реакционной способности кислот и их производных, механизм их взаимопревращений, роль кислотного и основного катализа.

Декарбоксилирование (термическое декарбоксилирование, анодное окисление карбоксилат-анионов), восстановление и галогенирование кислот. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Соли карбоновых кислот. Использование карбоновых кислот и их солей. Мыла.

4. Функциональные производные карбоновых кислот

Хлорангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве агентов ацилирования, восстановление в альдегиды, реакции с магнийорганическими соединениями.

Бензоилхлорид, особенности строения и реакционной способности (бензоилирование по Шоттену-Бауману).

Ангидриды карбоновых кислот: получение из солей и галогенангидридов, нагреванием кислот (в присутствии P_2O_5). Ангидриды как ацилирующие агенты (реакция Перкина).

Сложные эфиры: получение реакцией этерификации, ацилированием спиртов и фенолов хлорангидридами карбоновых кислот. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, переэтерификация, восстановление комплексными гидридами металлов, Взаимодействие сложных эфиров с реактивами Гриньяра, особенности его протекания в присутствии алкоксидов титана (реакция Кулинковича), сложноэфирная конденсация. Представление об основных путях использования сложных эфиров.

Амиды. Получение из карбоновых кислот и их производных. Причины пониженной основности и повышенной кислотности амидов по сравнению с аммиаком и аминами. Основные пути превращения: восстановление до аминов (реакция Гофмана), восстановление литийалюминийгидридом, гидролиз. Основные пути использования амидов.

Нитрилы. Синтез из галогенпроизводных углеводов, амидов карбоновых кислот и оксимов. Частичный и полный гидролиз, восстановление, реакции с магнийорганическими соединениями.

5. Дикарбоновые кислоты

Общие методы синтеза, способы получения важнейших представителей. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Щавелевая кислота, получение, свойства, биологическая роль. Малоновая кислота. Декарбоксилирование замещенных малоновых кислот. Химические свойства малонового эфира: алкилирование, конденсация с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по активированной электроноакцепторными заместителями кратной связи (реакция Михаэля). Синтетическое использование продуктов этих реакций для получения карбоновых кислот и

циклических соединений. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования.

Различное поведение дикарбоновых кислот при нагревании. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид, фталимид. Репелленты, пластификаторы. Терефталевая кислота, диметилтерефталат, лавсан.

6. Непредельные карбоновые кислоты

Методы получения α,β -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи $C=C$. Особенности присоединения воды, аммиака и аминов, галогеноводородов к двойной углерод-углеродной связи. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Полиметилметакрилат. Источники и практическое значение олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры, масла.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Зависимость их химических свойств от пространственного строения. Малеиновый ангидрид и ацетилендикарбоновая кислота в диеновом синтезе.

7. Производные угольной кислоты

Фосген, мочевины, эфиры угольной и хлоругольной кислот, нитрил, цианаты, изоцианаты, карбаминовая кислота (уретаны), карбодимиды. Гуанидин, причины высокой основности.

8. Нитросоединения

Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов, обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония.

Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Таутомерия нитросоединений нитро- и аци-формы.

Восстановление алифатических и ароматических нитросоединений. Продукты неполного восстановления нитробензола: азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Свойства, связанные с $C-N$ -кислотностью нитроалканов, образование солей. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой и галогенами как следствие повышенной реакционной способности $\alpha-C-N$ связей. Специфические свойства ароматических нитросоединений: электрофильное замещение и влияние нитрогруппы как заместителя на скорость и ориентацию в этих реакциях.

9. Амины

Классификация, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения с участием галогеналканов и спиртов, восстановлении нитросоединений (работы Зинина), нитрилов и оксимов, восстановительном аминировании карбонильных соединений, превращениях амидов кислот.

Физические свойства: их связь со способностью аминов к образованию водородных связей, характер изменения в гомологическом ряду.

Электронное строение аминогруппы, пространственное строение аминов.

Химические свойства. Проявление кислых свойств в реакциях с сильными основаниями. Зависимость основности от строения аминов и природы углеводородных радикалов. Нуклеофильные свойства алкил- и ариламинов: алкилирование, ацилирование, реакции с альдегидами и кетонами. Четвертичные аммониевые основания и соли. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману.

Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование ароматических аминов как способ защиты аминогруппы. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты.

10. Диазо- и азосоединения

Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса), способы его осуществления, побочные реакции. Взаимопревращения различных форм diazosоединений. Реакции солей diaзония, протекающие с выделением азота, их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (замещение аминогруппы на H, OH, F, Cl, Br, I, NO₂ и др.) Арилирование ароматических соединений. Реакции diazosоединений, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diazosоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

Диазометан – diazosоединение алифатического ряда, присоединение diaзометана по двойной связи с образованием циклопропанового цикла.

11. Органические соединения серы и фосфора

Важнейшие представители сера- и фосфорорганических соединений и их использование в промышленности и тонком органическом синтезе. Тиоспирты (меркаптаны), тиоэфиры (сульфиды), сульфоксиды, сульфокислоты и их производные. Типы органических соединений фосфора, фосфины, эфиры фосфористой и фосфорной кислот.

Вопросы к экзамену по учебной дисциплине “Органическая химия” для студентов 3 курса в V семестре факультета естествознания БГПУ (специальность «Биология и химия»)

1. Гидрокси- и галогенкарбоновые кислоты

Номенклатура и классификация. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Стереохимия природных α-гидроксикислот.

Получение α-гидроксикислот гидролизом α-галогензамещенных кислот, с использованием HCN и β-гидроксикислот по реакции Реформатского.

Химические свойства. Отношение к нагреванию, зависимость характера превращения от взаимного расположения карбоксильной и гидроксигруппы, лактиды, лактоны. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов по Кольбе-Шмитту. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.

Получение α -галогенкарбоновых кислот галогенированием карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения α -галогенкарбоновых кислот: получение α -амино, α -гидрокси, α -циано и других α -замещенных кислот.

2. Альдегидо- и кетокислоты

Номенклатура и классификация. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование).

Ацетоуксусная кислота, ее свойства. Получение сложных эфиров β -кетокислот по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия. Двойственная реакционная способность: реакции как кетона с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина; реакции енольной формы с бромом, металлорганическими соединениями с выделением метана, пентахлоридом фосфора, галогенангидридами и др. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира.

3. Аминокислоты

Классификация аминокислот и α -аминокислот (по природе радикала). Номенклатура. Природные α -аминокислоты, стереоизомерия и оптическая активность. Синтезы из α -галогенкарбоновых кислот, альдегидов и кетонов (метод Штреккера-Зелинского). Синтез β -аминокислот из непредельных кислот. Кислотно-основные свойства α -аминокислот, зависимость форм существования от рН среды, изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Превращения аминокислот, протекающие при нагревании, и зависимость их результата от взаимного расположения функциональных групп. Дезаминирование при взаимодействии с азотистой кислотой. Представление о пептидном синтезе и полипептидах.

Биологическая роль γ -аминомасляной кислоты; *p*-аминобензойная кислота, использование в медицине.

4. Углеводы

Классификация. Моносахариды: номенклатура, важнейшие пентозы и гексозы. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы, α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. Реакции, моносахаридов: окисление (в различных условиях) и восстановление, образование фенилгидразонов и озаонов, ацилирование, образование гликозидов, Удлинение и укорачивание углеродной цепи (синтез Килиани-Фишера, деградация по Руфффу).

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение и химические свойства. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.

Полисахариды. Классификация. Строение целлюлозы и крахмала. Сравнение химических свойств.

5. Гетероциклы с одним гетероатомом

Классификация гетероциклических систем по различным признакам (размер цикла, характер гетероатома, число гетероатомов, наличие ароматичности).

Пятичленные гетероциклические соединения: пиррол, фуран, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (метод Паалы-Кнорра), взаимопревращение циклов (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения, их ориентация. Ацидофобность фурана и пиррола. Фурфурол. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.

Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Регионаправленность реакций электрофильного замещения в индоле. Представление о природных соединениях индольного ряда. Индиго.

Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Синтез Ганча. Основность пиридинового цикла (образование солей). Проявление нуклеофильных свойств в реакциях с электрофилами по атому азота (алкилирование, ацилирование). Особенности реакций электрофильного замещения в ядре пиридина. Амнирование как реакция нуклеофильного замещения (реакция Чичибабина).

Хинолин и его простейшие производные. Основность и реакции электрофильного замещения в сравнении со свойствами пиридина. Изохинолин.

Пиран и его производные: соли пирилия, пироны. Производные бензопирана.

6. Гетероциклы с двумя гетероатомами

Имидазол, оксазол и тиазол, как азоаналоги пиррола, фурана и тиофена. Имидазол: замещение по атому азота (алкилирование и ацилирование) и по атомам углерода (нитрование, сульфирование). Таутомерия. Пиразол.

Диазины: пиридазин, пиримидин, пиразин. Сравнение химических свойств пиримидина и пиридина. Пиримидиновые нуклеиновые основания.

Бициклические конденсированные системы: пурин и его производные, птеридин. Характеристика химических свойств пуриновых оснований аденина и гуанина. Биологическая роль гетероциклических соединений.

Протокол согласования учебной программы «Органическая химия»

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая и неорганическая химия	Химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (знакомство со строением атома)	Пр. № 9 от 26.03.2020 г.
Биохимия	Химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (рассмотрены особенности строения и биологическая активность белков, жиров и углеводов)	Пр. № 9 от 26.03.2020

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетентности в рамках образовательного стандарта.
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, умение их использовать в решении стандартных задач; умение ориентироваться в основных теориях, направлениях по изучаемой дисциплине; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях.
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабора-

	торных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
6 (шесть)	Полные и систематические знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные вывод и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, вы-

	сокий уровень культуры исполнения заданий.
9 (девять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; умение делать обоснованные выводы и обобщения; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.