

**Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
радиотехники и электроники  
\_\_\_\_\_ А.В. Короткевич  
«08» декабря 2011 г.  
Регистрационный № УД-4-33-261/р.

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ**

Рабочая учебная программа для специальности:

1-41 01 04 Нанотехнологии и наноматериалы в электронике

Факультет радиоэлектроники

Кафедра химии

Курс (курсы) 3

Семестр (семестры) 5, 6

Лекции 84 часа

Лабораторные

занятия 70 часов

Всего аудиторных

часов по дисциплине 154

Всего

часов по дисциплине 332

Экзамен

Форма получения

высшего образования дневная

Составил А. А. Позняк, доцент кафедры химии Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая учебная программа составлена на основе учебной программы ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ, утвержденной ректором БГУИР 31 октября 2011 г., регистрационный № УД-41-302/уч. и учебного плана специальности 1-41 01 04 «Нанотехнологии и наноматериалы в электронике».

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии

протокол № 3 от 20 октября 2011 г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Позняк

СОГЛАСОВАНО

Председатель Совета факультета  
компьютерного проектирования

\_\_\_\_\_ С.К. Дик

Начальник ОМОУП \_\_\_\_\_ Ц.С. Шикова  
06.12.2011

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая учебная программа «Органическая химия и химия полимеров» разработана для студентов, обучающихся по специальности 1-41 01 04 «Нанотехнологии и наноматериалы в электронике», высших учебных заведений в соответствии с Учебной программой по названной дисциплине и учебным планом вышеуказанной специальности.

«Органическая химия и химия полимеров» является важной дисциплиной, выполняющей существенную роль в подготовке высококвалифицированных специалистов в области нанотехнологий и наноматериалов. «Органическая химия и химия полимеров» осуществляет общехимическую подготовку специалистов, а основные задачи изучения дисциплины состоят в получении студентами знаний основных концепций органической химии, химии полимеров, методов синтеза органических соединений различных классов, определения состава, строения и реакционной способности органических веществ, основных путей практического использования органических соединений и полимеров в технологии производства изделий электроники, в частности, изделий микро- и наноэлектроники.

Цели дисциплины:

- формирование научного мировоззрения;
- приобретение фундаментальных знаний о химической составляющей естественнонаучной картины мира;
- понимание важнейших химических теорий и законов;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения разнообразных химических явлений и свойств веществ, оценки роли химии в развитии современных технологий и получении новых материалов.

– развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного обновления знаний и использования их в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- формирование целостных представлений о химии как науке, основных направлениях ее развития и новейших достижениях;
- создание предпосылок для использования накопленных знаний в сочетании с возможностями новых информационных технологий самостоятельно и мотивированно организовывать свою познавательную деятельность от постановки цели до получения и оценки результата;
- обучение использованию элементов причинно-следственного и структурно-функционального анализа при определении свойств изучаемого объекта, обоснованно высказывать суждения, давать определения и приводить доказательства.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

**знать:**

- основные классы органических соединений, их состав, строение, свойства;

– основные реакции с участием органических соединений, их механизмы;

– основные группы полимерных материалов, их свойства и области их применения;

**уметь:**

– оценивать влияние строения, структуры, методов синтеза, обработки веществ и материалов на их свойства;

– оценивать перспективность использования органических и высокомолекулярных соединений и материалов на их основе для создания новых наноразмерных систем.

– выбирать режимы, методы синтеза органических веществ и высокомолекулярных соединений для создания материалов на их основе;

– оценивать меру воздействия технологий и продуктов синтеза соединений и материалов на окружающую среду.

**Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины.**

№ пп	Название дисциплины	Раздел, тема
1.	Общая и неорганическая химия	<p>Основные положения современной теории строения атома.</p> <p>Химическая связь и ее разновидности. Теория валентных связей (ТВС) и теория молекулярных орбиталей (ТМО) в описании химической связи и свойств молекул и химических соединений.</p> <p>Реакции в растворах электролитов: реакции обмена и окислительно-восстановительные реакции.</p> <p>Водород и его соединения. Р-элементы VIII группы.</p> <p>Р-элементы III-IV групп. Характер химических соединений и использование в технике.</p> <p>Р-элементы V-VII групп. Общая характеристика соединений и их применение.</p>
2.	Физическая химия	Основы химической термодинамики.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Название тем лекционных занятий, их содержание, объем в часах.

№ пп	Название темы	Содержание	Объем в часах
1	2	3	4
<b>Пятый семестр</b>			
<b>Раздел 1. Общие представления</b>			
1.	Предмет органической химии	Органическая химия и ее связь с другими науками. Основные этапы развития. Специфические особенности органических соединений. Основные источники органического сырья	1
2.	Строение органических соединений	Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Качественный и количественный анализ органических соединений. Типы химической связи: ковалентная, ионная, семиполярная, координационная, водородная. Гибридные состояния атомов углерода. Природа $\sigma$ - и $\pi$ -связей. Двойная и тройная связи. Классификация органических соединений. Способы представления органических молекул	1
<b>Раздел 2. Углеводороды</b>			
3.	Предельные углеводороды – алканы	Гомологический ряд предельных углеводородов, строение, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, синтез Вюрца, анодный синтез Кольбе. Химические свойства предельных углеводородов. Понятие о цепном механизме реакции. Способы инициирования цепных реакций: галогенирование, нитрование, окисление, сульфохлорирование. Термолиз алканов. Основные пути использования алканов	2
4.	Этиленовые углеводороды – алкены	Гомологический ряд этилена. Строение и изомерия непредельных углеводородов: структурная и пространственная (цис-транс-изомерия). Номенклатура. Синтез алкенов. Синтез и химические свойства этиленовых углеводородов. Реакции электрофильного присоединения к двойной связи. Правило В.В. Марковникова. Реакции окисления алкенов: гидроксילирование, озонирование и др. Реакции алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление	2
5.	Диеновые углеводороды – алкадиены	Классификация, номенклатура, строение и изомерия диеновых углеводородов. 1,3-диены и способы их получения реакциями дегидрирования, дегидратации, дегидрогалогенирования. Получение 1,3-бутадиена из этилового спирта. Полимеризация 1,3-диенов. Природный и синтетический каучук. Вулканизация каучука. Кумулены – электронное и пространственное строение	2
6.	Ацетиленовые углеводороды – алкины	Гомологический ряд ацетилена, строение, изомерия и номенклатура. Получение алкинов. Характеристика связей в молекуле ацетилена. Химические свойства ацетиленовых углеводородов. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты, аминов. Механизмы реакций электрофильного и нуклеофильного присоединения. Циклизация и димеризация ацетилена. Причины подвижности атома водорода у углерода при тройной	2

		связи. Промышленные синтезы на основе ацетилена. Винацетилен. Диацетилен	
7.	Алициклические углеводороды – циклоалканы	Классификация, номенклатура, строение и структурная изомерия циклоалканов. Синтез циклоалканов: внутримолекулярная реакция Вюрца, из малонового эфира и дикарбоновых кислот, димеризацией алленов и диолефинов, циклизацией солей дикарбоновых кислот, циклизацией диэфиров, циклодегидратацией кетонов. Химические свойства циклоалканов. Реакции раскрытия циклов. Взаимопревращения циклов. Свободнорадикальные реакции. Относительная устойчивость циклов и её связь со строением	4
8.	Ароматические углеводороды	Гомологический ряд бензола. Классификация, номенклатура и изомерия. Синтез бензола и его гомологов. Электронное строение бензольного кольца. Понятие об ароматичности и ее критериях, правило Хюккеля. Химические свойства ароматических углеводородов. Общие закономерности реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Типы промежуточных соединений: $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы. Ориентация при электрофильном замещении. Электронное влияние заместителей на ход реакции. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду	4
<b>Раздел 3. Гомофункциональные соединений</b>			
9.	Галогенопроизводные предельных и непредельных углеводородов	Галогенпроизводные предельных углеводородов (галогеналканы). Строение, изомерия и номенклатура. Первичные, вторичные, третичные галогенпроизводные предельных углеводородов. Получение из предельных углеводородов и спиртов. Физические свойства предельных галогенпроизводных и их зависимость от природы галогена и углеводородного радикала. Химические свойства. Реакции предельных галогенпроизводных с водой, аммиаком, алкоголями, солями синильной кислоты, солями карбоновых кислот. Галогенпроизводные предельных углеводородов как алкилирующие средства, взаимодействие с металлами. Реакции отщепления галогеноводородов. Правило Зайцева. Полигалогенпроизводные предельных углеводородов, основные методы их получения и свойства. Хлороформ. Понятие о карбенах. Дихлоркарбен. Четыреххлористый углерод. Полигалогениды как растворители. Фторалканы, фреоны. Галогенпроизводные непредельных углеводородов. Номенклатура, строение и изомерия. Зависимость реакционной способности атома галогена от его положения по отношению к двойной связи. Хлористый винил, хлористый аллил, хлоропрен, их получение, свойства и применение	4
10	Спирты. Простые эфиры	Одноатомные предельные спирты. Классификация, номенклатура, строение, изомерия. Основные способы получения спиртов: гидратация непредельных соединений, гидролиз галогенпроизводных углеводородов, восстановление карбонильных соединений и сложных эфиров, действием металлоорганических соединений на альдегиды, кетоны и сложные эфиры. Физические и химические свойства спиртов. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов. Кислотные и основные свойства спиртов. Реакции спиртов со щелочными металлами, с минеральными и органическими кислотами. Сложные эфиры, реакция этерификации. Многоатомные спирты. Классификация, номенклатура, изомерия. Гликоли, способы их получения, химические свойства: окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой, взаимодействие с борной кислотой, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка. Этиленгликоль, ди- и полиэтиленг-	4

		<p>ликоли. Глицерин: методы синтеза, свойства и применение. Простые эфиры. Строение, номенклатура, изомерия. Получение эфиров действием водоотнимающих средств на спирты и действием галогенопроизводных на алкохоляты. Физические свойства. Химические свойства: образование оксониевых соединений, расщепление кислотами, металлическим натрием, окисление кислородом воздуха. Этиловый эфир, его получение и применение. Циклические простые эфиры. Окись этилена (этиленоксид). Получение. Физические свойства. Химические свойства: реакции с водой, спиртами, галогеноводородами, аммиаком. Промышленный органический синтез на основе окиси этилена</p>	
11.	<b>Альдегиды и кетоны</b>	<p>Строение, номенклатура, изомерия альдегидов и кетонов. Получение альдегидов и кетонов: из олефинов (оксосинтез), ацетиленов (реакция Кучерова), дигалогенопроизводных, спиртов – окислением и дегидрированием спиртов, пиролизом солей карбоновых кислот. Промышленные методы синтеза формальдегида, ацетальдегида, ацетона. Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов, роль кислотного и основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Непредельные альдегиды и кетоны. Акролеин, метилвинилкетон. Особенности реакции присоединения. Понятие о кетенах. Строение, получение и свойства</p>	4
12.	<b>Карбоновые кислоты</b>	<p>Изомерия и номенклатура карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Методы получения карбоновых кислот: окислением первичных спиртов и альдегидов, из галогенопроизводных через стадию образования нитрилов и металлоорганических соединений. Промышленные методы получения карбоновых кислот окислением парафиновых углеводородов, оксосинтезом. Физические свойства одноосновных кислот. Химические свойства. Константы кислотности. Образование солей, ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов, сложных эфиров. Реакции производных карбоновых кислот с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины). Механизм этих реакций. Особенность строения и химических свойств муравьиной кислоты. Уксусная кислота и высшие жирные кислоты, промышленные способы получения и применение. Мыла. Непредельные одноосновные кислоты. Акриловая и метакриловая кислоты, их эфиры и нитрилы. Промышленные методы получения и применение. Химические свойства. Кротоновая и олеиновая кислоты. Двухосновные насыщенные кислоты, номенклатура. Особенности физических и химических свойств. Щавелевая, малоновая, янтарная и адипиновая кислоты, способы их получения, свойства и применение. Двухосновные ненасыщенные кислоты: малеиновая и фумаровая кислоты, их физические и химические свойства, взаимные переходы. Малеиновый ангидрид. Ароматические карбоновые одно- и многоосновные кислоты: терефталевая, фталевая и др., их строение, физические и химические свойства</p>	4
13.	<b>Нитросоединения</b>	<p>Строение нитрогруппы. Номенклатура, изомерия и классификация нитросоединений. Методы получения: нитрованием углеводородов по Коновалову, из галогенопроизводных, нитрованием ароматических соединений, нитрование через стадию нитрозосоединений. Физические</p>	4

		свойства нитросоединений. Химические свойства. Общая схема восстановления ароматических соединений в кислой, нейтральной и щелочной средах. Действие щелочей на первичные и вторичные нитросоединения. Гидролиз нитросоединений. Конденсация с альдегидами	
14.	Амины	Строение, номенклатура, классификация и изомерия аминов. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Алкилирование, образование четвертичных аммониевых солей. Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование аминов как способ защиты аминогруппы. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра. Реакция диазотирования и реакции диазосоединений. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты	4
<b>Раздел 4. Гетерофункциональные соединения</b>			
15.	Гидроксикислоты	Классификация, номенклатура, строение и изомерия гидроксикислот. Получение гидроксикислот гидролизом галогенозамещенных кислот, из гидроксинитрилов ( $\alpha$ -гидроксикислоты) и по реакции С. Реформатского ( $\beta$ -гидроксикислоты). Физические и химические свойства $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -гидроксикислот. Стереои́зомерия молочной, яблочной и винной кислот	2
16.	Аминокислоты. Пептиды	Строение, номенклатура и классификация аминокислот. Важнейшие природные $\alpha$ -аминокислоты, стереохимия и конфигурационные ряды. Получение аминокислот: из альдегидов и кетонов (синтез Штреккера), из галогенозамещенных кислот, из циангидринов. Методы синтеза $\beta$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Пептиды. Полипептиды. Понятие о методах синтеза и гидролиза	2
17.	Альдегидо- и кетокислоты	Строение, классификация и номенклатура. $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -альдегидо- и кетокислот. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование). Ацетоуксусная кислота, ее свойства. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия, бромирование, нитрозирование, азосочетание, взаимодействие с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина. Реакции алкилирования, ацилирования, окислительное сочетание, конденсация Кневенагеля, присоединение по Михаэлю в синтезе кетонов и карбоновых кислот на основе ацетоуксусного эфира	2
18.	Углеводы	Строение, классификация и номенклатура углеводов. Моносахариды как основная структурная единица углеводов: альдозы и кетозы. D- и L-ряды. Пиранозные и фуранозные формы. Мутаротация, $\alpha$ - и $\beta$ -стереоизомерия. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Углеводы как доступные источники хиральных органических соединений	2
<i>Итого: 5 семестр</i>			<b>50</b>
<b>Шестой семестр</b>			
<b>Раздел 5. Высокомолекулярные соединения (полимеры)</b>			
19.	Основные понятия химии высокомолекуляр-	Основные понятия и определения: высокомолекулярное соединение (полимер), макромолекула, мономер, олигомер, мономерное звено, полимеризация, деполимеризация, деструкция. Понятие о молекулярной массе и степени полимеризации макромолекул. Основные отличия	2

	ных соединений	свойств полимеров от свойств низкомолекулярных соединений (суммирование или нивелирование свойств с ростом молекулярной массы, анизотропность, отсутствие газообразного состояния, адгезивность, структурирование), обусловленность этих отличий высокими значениями молекулярной массы и цепочечным строением полимерных молекул. Среднемассовая и среднечисленная молекулярные массы полимеров. Понятия о молекулярно-массовом распределении (ММР), интегральной и дифференциальной функциях распределения полимеров по молекулярным массам, коэффициенте полидисперсности. Полидисперсность синтетических и природных полимеров	
20.	Синтез, классификация и основные классы высокомолекулярных соединений. Изомерия полимеров	Синтеза полимеров: цепная полимеризация и поликонденсация. Химическая классификация полимерных соединений: природные и синтетические, карбоцепные и гетероцепные, гомополимеры и сополимеры. Номенклатура. Важнейшие представители синтетических полимеров (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, полиизопрен, тефлон, полиамиды, полиэфир и полисилоксаны). Роль полимеров как материалов (пластмассы, эластомеры, волокна, адгезивные материалы). Белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды как важнейшие представители биополимеров. Изомерия макромолекул. Понятие о конфигурации. Линейные, разветвленные, лестничные, звездообразные и сшитые полимеры. Особенности конфигурационной изомерии синтетических полимеров. Стереорегулярные синтетические полимеры (изо- и синдиотактические), примеры, описание с использованием проекций Фишера	16
21.	Структура и механические свойства полимеров в твердом состоянии	Кристаллические и аморфные полимеры. Термодинамические и кинетические условия кристаллизации полимеров, структура кристаллов полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров. Деформационные и прочностные свойства полимеров, связь с агрегатным состоянием и молекулярной структурой. Вязкость и особенности течения полимерных расплавов. Особенности полимеров как материалов, связь с цепным строением макромолекул. Долговечность полимерных материалов. Основные классы полимерных материалов: пластмассы (стекла), волокна, каучуки, адгезивы: особенности структуры и механических свойств	10
22.	Методы исследования растворов полимеров и наночастиц	Особенности исследования макромолекул в растворах, классификация методов исследования. Осмотическое давление растворов полимеров. Использование метода осмометрии для определения молекулярной массы полимеров и второго вириального коэффициента. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Физические основы метода вискозиметрии. Модель Эйнштейна для плотных сферических частиц (глобулярные белки). Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров: определение молекулярной массы, размеров и формы макромолекул в растворе (уравнения Хаггинса, Марка – Куна – Хаувинка и Флори – Фокса). Скоростная седиментация. Коэффициент седиментации и его физический смысл. Изотермическая диффузия. Использование гидродинамических методов для определения размеров и молекулярной массы полимеров, термодинамического качества растворителя	6
<i>Итого: 6 семестр</i>			<b>34</b>
<i>Всего за учебный год</i>			<b>84</b>

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ пп	Название темы	Содержание	Объем в часах
1	2	3	4
<b>Пятый семестр</b>			
1.	Вводное занятие	Изучение техники безопасности при работе с органическими реагентами. Изучение химической посуды, приборов и оборудования для органического синтеза, очистки, разделения и идентификации органических веществ	4
2.	Алканы и их свойства	Получение и изучение свойств метана, этана и пропана	4
3.	Арены и их свойства	Получение ароматических углеводородов и изучение их свойств	8
4.	Итоговое занятие	Защита лабораторных работ, итоговая контрольная работа	2
<i>Итого: 5 семестр</i>			<b>18</b>
<b>Шестой семестр</b>			
5.	Галогеналкилы и галогенарилы	Галогенирование органических соединений. Получение галоген алкилов и галогенариллов. Свойства галогенпроизводных	8
6.	Спирты, кислоты и эфиры	Получение спиртов и кислот. Синтез сложных и простых эфиров. Исследование свойств спиртов и карбоновых кислот. Многоатомные спирты и их свойства. Гидролиз эфиров	8
7.	Амины. Аминокислоты	Получение и изучение свойств аминов, получение аминокислот и изучение их свойств	8
8.	Свойства полимеров	Исследование явления набухания полимеров, получение растворов полимеров, сравнение свойств термореактивных и термопластичных полимеров. Линейные, разветвлённые и пространственные полимеры, различие их свойств	8
9.	Получение полимеров методами полимеризации и поликонденсации	Получение полиэфиров, полиуретанов, полистирола и сополимеров стирола, полиакрилатов, полиформальдегида, фенопластов, эпоксидных и кремнийорганических композиций, получение полимеров методом химической модификации	8
10.	Деструкция и денатурация полимеров	Денатурация белков, термодеструкция целлюлозы и синтетических и искусственных полимеров	8
11.	Итоговое занятие	Защита лабораторных работ, итоговая контрольная работа	4
<i>Итого: 6 семестр</i>			<b>52</b>
<i>Всего за учебный год</i>			<b>70</b>

### 3. ЛИТЕРАТУРА

#### 3.1 Основная

- 3.1.1. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 2003. – 768 с.
- 3.1.2. Нейланд, О. Я. Органическая химия / О. Я. Нейланд. – М. : Высш. шк., 1990. – 751 с.
- 3.1.3. Шабаров, Ю. С. Органическая химия / Ю. С. Шабаров. – М. : Химия, 2002. – 848 с.
- 3.1.4. Петров, А. А. Органическая химия / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко. – 5-е изд. – СПб. : Иван Федоров, 2002. – 624 с.
- 3.1.5. Реутов, О. А. Органическая химия. Т. 1–4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М. : МГУ, 2004–2007. – 567 с. ; 623 с. ; 544 с. ; 444 с.
- 3.1.6. Травень, В. Ф. Органическая химия. Т. 1–2 / В. Ф. Травень. – М. : Академкнига, 2004. – 728 с. ; 583 с.
- 3.1.7. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. В. Киреев. – М. : Высш. шк., 1992. – 531 с.
- 3.1.8. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения / Ю. Д. Семчиков. – М. : Академия, 2003. – 368 с.

#### 3.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

- 3.2.1. Потапов, В. М. Стереохимия / В. М. Потапов. М. : Химия, 1988. – 63 с.
- 3.2.2. Сайкс, П. Механизмы реакций в органической химии / П. Сайкс. М. : Химия, 1991. – 448 с.
- 3.2.3. Агрономов, А. Е. Избранные главы органической химии / А. Е. Агрономов. М. МГУ, 1990. – 560 с.
- 3.2.4. Вайзман, Ф. Л. Основы органической химии / Ф. Л. Вайзман. – М. : Химия, 1995. 464 с.
- 3.2.5. Курц, А. Л. Задачи по органической химии с решениями / А. Л. Курц [и др.] – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 264 с.
- 3.2.6. Агрономов, А. Е. Сборник задач по органической химии / А. Е. Агрономов. – М. : МГУ, 2000. – 80 с.
- 3.2.7. Шур, А. М. Высокомолекулярные соединения / А. М. Шур. – М. : Высш. шк., 1981. – 656 с.
- 3.2.8. Стрепихеев, А. А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А. А. Стрепихеев, В. А. Деревицкая, В. А. Слонимский. – М. : Химия, 1976. – 514 с.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ, НАГЛЯДНЫХ И ДРУГИХ ПОСОБИЙ, МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ И МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ**

4.1. Макеты установок, необходимые контролирующие и измерительные приборы.

4.2. Таблицы, плакаты, информационный материал для использования мультимедийного проектора и мультимедийного комплекса.

4.3. Электронные версии учебно-методических пособий для самостоятельной подготовки к лабораторным и практическим занятиям.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер недели	Номер темы (по п. 1)	Название вопросов, которые изучаются на лекциях	Лабораторные занятия (по п. 3)	Литература (номера) (по п. 3)	Наглядные и методические пособия (номера) (по п. 4)	Самостоятельная работа студентов (часы)	Форма контроля знаний студентов
1	2	3	5	6	7	8	9
<b>5 семестр</b>							
1	1.	<b>Предмет органической химии.</b> Органическая химия и ее связь с другими науками. Основные этапы развития. Специфические особенности органических соединений. Основные источники органического сырья	1	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	2	Краткий отчет по лабораторной работе
1	2.	<b>Строение органических соединений.</b> Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Качественный и количественный анализ органических соединений. Типы химической связи: ковалентная, ионная, неполярная, координационная, водородная. Гибридные состояния атомов углерода. Природа σ- и π-связей. Двойная и тройная связи. Классификация органических соединений. Способы представления органических молекул	1	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	2	Краткий отчет по лабораторной работе
2	3.	<b>Предельные углеводороды – алканы.</b> Гомологический ряд предельных углеводородов, строение, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, синтез Вюрца, анодный синтез Кольбе. Химические свойства предельных углеводородов. Понятие о цепном механизме реакции. Способы инициирования цепных реакций: галогенирование, нитрование, окисление, сульфохлорирование. Термолиз алканов. Основные пути использования алканов	2	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	5	Отчет по лабораторной работе
2	4.	<b>Этиленовые углеводороды – алкены.</b> Гомо-		3.1.1 –	4.2, 4.3	5	

		логический ряд этилена. Строение и изомерия непредельных углеводородов: структурная и пространственная (цис-транс-изомерия). Номенклатура. Синтез алкенов. Синтез и химические свойства этиленовых углеводородов. Реакции электрофильного присоединения к двойной связи. Правило В.В. Марковникова. Реакции окисления алкенов: гидроксирование, озонирование и др. Реакции алкенов по алильному положению: галогенирование, окисление		3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6			
3	5.	<b>Диеновые углеводороды – алкадиены.</b> Классификация, номенклатура, строение и изомерия диеновых углеводородов. 1,3-диены и способы их получения реакциями дегидрирования, дегидратации, дегидрогалогенирования. Получение 1,3-бутадиена из этилового спирта. Полимеризация 1,3-диенов. Природный и синтетический каучук. Вулканизация каучука. Кумулены – электронное и пространственное строение		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	5	
4	6.	<b>Ацетиленовые углеводороды – алкины.</b> Гомологический ряд ацетилена, строение, изомерия и номенклатура. Получение алкинов. Характеристика связей в молекуле ацетилена. Химические свойства ацетиленовых углеводородов. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты, аминов. Механизмы реакций электрофильного и нуклеофильного присоединения. Циклизация и димеризация ацетилена. Причины подвижности атома водорода у углерода при тройной связи. Промышленные синтезы на основе ацетилена. Винацетилен. Диацетилен		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	5	
4, 5	7.	<b>Алициклические углеводороды – циклоалканы.</b> Классификация, номенклатура, строение и структурная изомерия циклоалканов. Синтез циклоалканов: внутримолекулярная реакция Вюрца, из малонового эфира и дикарбоновых кислот, димеризацией алленов и		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	6	

		диолефинов, циклизацией солей дикарбоновых кислот, циклизацией диэфиров, циклодегидратацией кетонов. Химические свойства циклоалканов. Реакции раскрытия циклов. Взаимопревращения циклов. Свободнорадикальные реакции. Относительная устойчивость циклов и её связь со строением					
6	8.	<b>Ароматические углеводороды.</b> Гомологический ряд бензола. Классификация, номенклатура и изомерия. Синтез бензола и его гомологов. Электронное строение бензольного кольца. Понятие об ароматичности и ее критериях, правило Хюккеля. Химические свойства ароматических углеводородов. Общие закономерности реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Типы промежуточных соединений: $\sigma$ - и $\pi$ -комплексы. Ориентация при электрофильном замещении. Электронное влияние заместителей на ход реакции. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду	3	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	6	Отчёт по лабораторной работе
7, 8	9.	<b>Галогенопроизводные предельных и непредельных углеводородов.</b> Галогенпроизводные предельных углеводородов (галогеналканы). Строение, изомерия и номенклатура. Первичные, вторичные, третичные галогенпроизводные предельных углеводородов. Получение из предельных углеводородов и спиртов. Физические свойства предельных галогенпроизводных и их зависимость от природы галогена и углеводородного радикала. Химические свойства. Реакции предельных галогенпроизводных с водой, аммиаком, алкоголями, солями синильной кислоты, солями карбоновых кислот. Галогенпроизводные предельных углеводородов как алкилирующие средства, взаимодействие с металлами. Реакции отщепления галогеноводородов. Правило Зайцева. Полигалогенпроизводные предельных углеводородов, основные методы их получения и свойства. Хлороформ. Понятие о карбенах. Дихлоркарбен. Четыреххлори-	5	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	6	Отчёт по лабораторной работе

		<p>стый углерод. Полигалогениды как растворители. Фторалканы, фреоны. Галогенпроизводные непредельных углеводородов. Номенклатура, строение и изомерия. Зависимость реакционной способности атома галогена от его положения по отношению к двойной связи. Хлористый винил, хлористый аллил, хлоропрен, их получение, свойства и применение</p>					
8, 9	10.	<p><b>Спирты. Простые эфиры.</b> Одноатомные предельные спирты. Классификация, номенклатура, строение, изомерия. Основные способы получения спиртов: гидратация непредельных соединений, гидролиз галогенпроизводных углеводородов, восстановление карбонильных соединений и сложных эфиров, действием металлоорганических соединений на альдегиды, кетоны и сложные эфиры. Физические и химические свойства спиртов. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов. Кислотные и основные свойства спиртов. Реакции спиртов со щелочными металлами, с минеральными и органическими кислотами. Сложные эфиры, реакция этерификации. Многоатомные спирты. Классификация, номенклатура, изомерия. Гликоли, способы их получения, химические свойства: окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой, взаимодействие с борной кислотой, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка. Этиленгликоль, ди- и полиэтиленгликоли. Глицерин: методы синтеза, свойства и применение. Простые эфиры. Строение, номенклатура, изомерия. Получение эфиров действием водоотнимающих средств на спирты и действием галогенопроизводных на алкоголяты. Физические свойства. Химические свойства: образование оксониевых соединений, расщепление кислотами, металлическим натрием, окисление кислородом воздуха. Этиловый эфир, его получение и применение. Циклические простые эфиры. Окись этилена (этиленоксид). Получе-</p>	6	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	6	Отчёт по лабораторной работе

		ние. Физические свойства. Химические свойства: реакции с водой, спиртами, галогеноводородами, аммиаком. Промышленный органический синтез на основе окиси этилена					
10	11.	<b>Альдегиды и кетоны.</b> Строение, номенклатура, изомерия альдегидов и кетонов. Получение альдегидов и кетонов: из олефинов (оксосинтез), ацетиленов (реакция Кучерова), дигалогенпроизводных, спиртов – окислением и дегидрированием спиртов, пиролизом солей карбоновых кислот. Промышленные методы синтеза формальдегида, ацетальдегида, ацетона. Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов, роль кислотного и основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов. Непредельные альдегиды и кетоны. Акролеин, метилвинилкетон. Особенности реакции присоединения. Понятие о кетенах. Строение, получение и свойства.		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	6	
11, 12	12.	<b>Карбоновые кислоты.</b> Изомерия и номенклатура карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Методы получения карбоновых кислот: окислением первичных спиртов и альдегидов, из галогенопроизводных через стадию образования нитрилов и металлоорганических соединений. Промышленные методы получения карбоновых кислот окислением парафиновых углеводородов, оксосинтезом. Физические свойства одноосновных кислот. Химические свойства. Константы кислотности. Образование солей, ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов, сложных эфиров. Реакции производных карбоновых кислот с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины). Механизм этих реакций. Особенность строения и химических свойств муравьиной кислоты. Уксусная кислота и высшие жирные кислоты, промышленные способы получения и применение. Мыла.	6	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	6	Отчёт по лабораторной работе

		Непредельные одноосновные кислоты. Акриловая и метакриловая кислоты, их эфиры и нитрилы. Промышленные методы получения и применение. Химические свойства. Кротоновая и олеиновая кислоты. Двухосновные насыщенные кислоты, номенклатура. Особенности физических и химических свойств. Щавелевая, малоновая, янтарная и адипиновая кислоты, способы их получения, свойства и применение. Двухосновные ненасыщенные кислоты: малеиновая и фумаровая кислоты, их физические и химические свойства, взаимные переходы. Малеиновый ангидрид. Ароматические карбоновые одно- и многоосновные кислоты: терефталевая, фталевая и др., их строение, физические и химические свойства					
12, 13	13.	<b>Нитросоединения.</b> Строение нитрогруппы. Номенклатура, изомерия и классификация нитросоединений. Методы получения: нитрованием углеводов по Коновалову, из галогенопроизводных, нитрованием ароматических соединений, нитрование через стадию нитрозосоединений. Физические свойства нитросоединений. Химические свойства. Общая схема восстановления ароматических соединений в кислой, нейтральной и щелочной средах. Действие щелочей на первичные и вторичные нитросоединения. Гидролиз нитросоединений. Конденсация с альдегидами		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	4	
14	14.	<b>Амины.</b> Строение, номенклатура, классификация и изомерия аминов. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Алкилирование, образование четвертичных аммониевых солей. Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование аминов как способ за-	7	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	4	Отчёт по лабораторной работе

		щиты аминогруппы. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра. Реакция диазотирования и реакции диазосоединений. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты					
15	15.	<b>Гидроксикислоты.</b> Классификация, номенклатура, строение и изомерия гидроксикислот. Получение гидроксикислот гидролизом галогензамещенных кислот, из гидроксинитрилов ( $\alpha$ -гидроксикислоты) и по реакции С. Реформатского ( $\beta$ -гидроксикислоты). Физические и химические свойства $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -гидроксикислот. Стереои́зомерия молочной, яблочной и винной кислот		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	4	
16	16.	<b>Аминокислоты. Пептиды.</b> Строение, номенклатура и классификация аминокислот. Важнейшие природные $\alpha$ -аминокислоты, стереохимия и конфигурационные ряды. Получение аминокислот: из альдегидов и кетонов (синтез Штреккера), из галогензамещенных кислот, из циангидринов. Методы синтеза $\beta$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Пептиды. Полипептиды. Понятие о методах синтеза и гидролиза	7	3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.1, 4.2, 4.3	4	Отчёт по лабораторной работе
16	17.	<b>Альдеги́до- и кетокислоты.</b> Строение, классификация и номенклатура. $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -альдеги́до- и кетокислот. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование). Ацетоуксуная кислота, ее свойства. Ацетоуксуный эфир, его СН-кислотность и таутомерия, бромирование, нитрозирование, азосочетание, взаимодействие с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина. Реакции алкилирования, ацилирования, окислительное сочетание, конденсация Кневенагеля, присоединение по Михаэлю в синтезе кетонов и карбоновых кислот на основе ацетоуксунного эфира		3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.6	4.2, 4.3	4	
17	18.	<b>Углеводы.</b> Строение, классификация и номенклатура углеводов. Моносахариды как ос-		3.1.1 – 3.1.6,	4.2, 4.3	4	

		новная структурная единица углеводов: альдозы и кетозы. D- и L-ряды. Пиранозные и фуранозные формы. Мутаротация, $\alpha$ - и $\beta$ -стереоизомерия. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Углеводы как доступные источники хиральных органических соединений		3.2.1 – 3.2.6			
							Экзамен
<b>6 семестр</b>							
1	19.	<b>Основные понятия химии высокомолекулярных соединений.</b> Основные понятия и определения: высокомолекулярное соединение (полимер), макромолекула, мономер, олигомер, мономерное звено, полимеризация, деполимеризация, деструкция. Понятие о молекулярной массе и степени полимеризации макромолекул. Основные отличия свойств полимеров от свойств низкомолекулярных соединений (суммирование или нивелирование свойств с ростом молекулярной массы, анизотропность, отсутствие газообразного состояния, адгезивность, структурирование), обусловленность этих отличий высокими значениями молекулярной массы и цепочечным строением полимерных молекул. Среднемассовая и среднечисленная молекулярные массы полимеров. Понятия о молекулярно-массовом распределении (ММР), интегральной и дифференциальной функциях распределения полимеров по молекулярным массам, коэффициенте полидисперсности. Полидисперсность синтетических и природных полимеров	8, 10	3.1.7, 3.1.8, 3.2.7, 3.2.8	4.1, 4.2, 4.3	25	Отчёт по лабораторной работе
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20.	<b>Синтез, классификация и основные классы высокомолекулярных соединений. Изомерия полимеров.</b> Синтеза полимеров: цепная полимеризация и поликонденсация. Химическая классификация полимерных соединений: природные и синтетические, карбоцепные и гетероцепные, гомополимеры и сополимеры. Номенклатура. Важнейшие представи-	8, 9, 10	3.1.7, 3.1.8, 3.2.7, 3.2.8	4.1, 4.2, 4.3	30	Отчёт по лабораторной работе

		тели синтетических полимеров (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, полиизопрен, тефлон, полиамиды, полиэфиры и полисилоксаны). Роль полимеров как материалов (пластмассы, эластомеры, волокна, адгезивные материалы). Белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды как важнейшие представители биополимеров. Изомерия макромолекул. Понятие о конфигурации. Линейные, разветвленные, лестничные, звездообразные и сшитые полимеры. Особенности конфигурационной изомерии синтетических полимеров. Стереорегулярные синтетические полимеры (изо- и синдиотактические), примеры, описание с использованием проекций Фишера					
10, 11, 12, 13, 14	21.	<b>Структура и механические свойства полимеров в твердом состоянии.</b> Кристаллические и аморфные полимеры. Термодинамические и кинетические условия кристаллизации полимеров, структура кристаллов полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров. Деформационные и прочностные свойства полимеров, связь с агрегатным состоянием и молекулярной структурой. Вязкость и особенности течения полимерных расплавов. Особенности полимеров как материалов, связь с цепным строением макромолекул. Долговечность полимерных материалов. Основные классы полимерных материалов: пластмассы (стекла), волокна, каучуки, адгезивы: особенности структуры и механических свойств	8, 10	3.1.7, 3.1.8, 3.2.7, 3.2.8	4.1, 4.2, 4.3	25	Отчёт по лабораторной работе
15, 16, 17	22.	<b>Методы исследования растворов полимеров и наночастиц.</b> Особенности исследования макромолекул в растворах, классификация методов исследования. Осмотическое давление растворов полимеров. Использование метода осмометрии для определения молекулярной массы полимеров и второго вириального коэффициента. Гидродинамические свойства		3.1.7, 3.1.8, 3.2.7, 3.2.8	4.2, 4.3	14	

	ва макромолекул в растворе. Физические основы метода вискозиметрии. Модель Эйнштейна для плотных сферических частиц (глобулярные белки). Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров: определение молекулярной массы, размеров и формы макромолекул в растворе (уравнения Хаггинса, Марка – Куна – Хаувинка и Флори – Фокса). Скоростная седиментация. Коэффициент седиментации и его физический смысл. Изотермическая диффузия. Использование гидродинамических методов для определения размеров и молекулярной массы полимеров, термодинамического качества растворителя					
Экзамен						

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Кафедра, обеспечиваю- щая изучение этой дисциплины	Предложения об изменениях в содержании рабочей учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей рабочую учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
«Материалы электронной техники и технология их получения»	МиНЭ	нет	Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии, протокол № 3 от 20 октября 2011 г.
«Молекулярная электро- ника»	МиНЭ	нет	
«Нанотехнологии в про- изводстве изделий элек- тронной техники»	МиНЭ	нет	
«Электрохимия»	МиНЭ	нет	
«Методы получения на- ночастиц»	химии	нет	
«Проектирование нано- технологий»	МиНЭ	нет	
«Актуальные проблемы нанотехнологий и новые материалы в электрони- ке / Основы методологии научных исследований»	МиНЭ	нет	

И.о. зав. кафедрой химии

А.А. Позняк

Зав. кафедрой МиНЭ

В.Е. Борисенко