

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Дагестанский государственный технический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио ректора ДГТУ  
Суракатов Н.С.  
09 2019г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по направлению 18.06.01**  
**«Химическая технология»**

одобрено на заседании кафедры химии  
(протокол №1 от 10 сентября 2019 г.)

Зав.кафедрой химии, д.х.н., профессор  Г.М. Абакаров

**ПРОГРАММА**  
*вступительного экзамена в аспирантуру по направлению*  
*18.06.01 «Химическая технология»*

**Часть I. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ**  
**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**  
**ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Проявление характеристичности и аддитивности свойств атомов и связей. Взаимное влияние атомов в молекуле. Сопряжение как взаимодействие связей и атомов. Основные понятия электронного и пространственного строения молекул. Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Направленность связи. Приближенные математические методы описания электронного строения молекул: метод молекулярных орбиталей / МО ЛКАО /, метод валентных связей / ВС/, теория резонанса и др. Молекулярные орбитали, способы их описания:  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи, банановые связи; локализованные и делокализованные МО. Две группы характеристик электронного строения: энергетические и связанные с распределением электронной плотности. Энергетические характеристики: полная энергия образования молекулы, потенциальная поверхность молекулы, энергия связи, потенциал ионизации, сродство к электрону, энергия граничных МО. Характеристики, связанные с распределением электронной плотности: эффективный заряд на атоме, дипольный момент отдельных связей и молекулы в целом, спиновая плотность. Теория резонанса как важный этап в формировании теоретических представлений в органической химии.

**Строение и реакционная способность органических соединений.** Промежуточные частицы, переходное состояние и механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль. Орбитальный и зарядовый контроль. Электрофильные, нуклеофильные и радикальные реагенты. Гомогенный, гетерогенный и межфазный катализ. Статический и динамический подходы в изучении электронного строения и реакционной способности молекул. Статический подход: индексы реакционной способности - эффективный заряд, свободная валентность, энергия граничных МО. Молекулярная диаграмма. Динамический подход: учет реагента, субстрата, среды и их взаимного влияния; энергетический профиль реакции: энергетический барьер реакции, энергия активации, энергия переходного состояния, тепловой эффект реакции.

**Физические и физико-химические методы исследования в органической химии.** Колебательная спектроскопия. Электронная спектроскопия. Спектры протонного магнитного резонанса. Масс-спектроскопия. Понятие о методе дипольных моментов. Хроматография как метод анализа и очистки органических соединений.

## Часть 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

**Алканы.** Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, алкильные радикалы. Природные источники. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе). Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы. Вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Физические свойства алканов и их зависимость от длины углеводородной цепи и степени ее разветвленности. Спектральные характеристики.

Химические свойства алканов. Гомолитический тип разрыва связи. Свободные радикалы, качественная трактовка их электронного строения, факторы, определяющие их относительную стабильность. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций алканов: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление.

Гетеролитический тип разрыва связей в алканах, карбокатионы, их электронное строение и факторы, определяющие относительную стабильность, основные пути превращения. Реакции алканов в сверхкислых системах. Соединения включения. Основные пути использования алканов.

**Циклоалканы.** Классификация и номенклатура, структурная изомерия. Методы синтеза насыщенных циклов: из дигалогеналканов по реакции Вюрца, взаимодействие diazometана с алкенами, синтез на основе малонового эфира и дикарбоновых кислот, диеновый синтез. Гидрирование ароматических углеводородов. Расширение и сужение циклов. (Демьянов). Пространственное строение циклоалканов. Конформация циклогексана и его производных, экваториальные и осевые связи, геометрическая изомерия производных циклогексанов. Особенности пространственного и электронного строения цикла пропанового кольца. / Понятие о пространственном строении других циклоалканов/.

Относительная устойчивость циклов по данным теплот сгорания и взаимопревращений циклов разных размеров, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений. Химические свойства циклобутана, циклопентана и циклогексана. Основные свойства циклопропана. Общие представления о средних циклах и макроциклах. Трансаннулярные реакции.

**Алкены.** Номенклатура, изомерия. Способы образования двойной связи: дегидрирование алканов, частичное гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование и правило Зайцева, дегалогенирование, дегидратация, термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гоффмана), превращение карбонильной группы в группу C=C (реакция Виттига). Электронное строение и геометрическая изомерия алканов. Физические свойства и спектральные характеристики алканов.

Понятие о механизмах химических превращений алкенов. Гидрирование в присутствии катализаторов (Сабатьев – Сандеран), гомогенное гидрирование. Присоединение электрофильных реагентов по связи C=C: кислот, галогеноводородов, воды, галогенов. Правило Марковникова и его интерпритация. Стереохимия электрофильного присоединения. Обращение ориентации присоединения бромистого водорода (по Карашу) как результат изменения

механизма реакции ( перекисный эффект). Радикальные реакции алкенов ( координация алкенов с переходными металлами ). Окислительные превращения алкенов. Реакции алкенов по аллильному положению.

**Алколиены.** Номенклатура, классификация и изомерия. Важнейшие 1,3-диены и способы их получения по реакциям дегидрирования, дегидрохлорирования, дегидратации. Электронное строение: сопряжение кратных связей / - сопряжение/ представление о делокализованных - МО сопряженных диенов. Химические свойства 1,3-диенов

**Алкины.** Номенклатура и изомерия алкинов. Способы образования тройной связи. Карбидный и пиролизный методы получения ацетилена. Описание тройной связи на основе представления об  $sp$ -гибридизации. Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов. Химические свойства алкинов. Нуклеофильные присоединения по тройной связи. Превращение ацетилена в винилацетилен, промышленное значение этой реакции. Циклолигомеризации алкинов, алкины как диенофилы.

/Окислительные превращения алкинов/.

**Ароматические углеводороды / арены /.** Бензол и его гомологи, номенклатура, изомерия. Источники ароматических углеводородов. Электронное строение бензольного кольца и химические свойства бензола. (Понятие об ароматичности, правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы: циклопропенилий – и тропилий-катионы, циклопентадийенилий – анион, азулен, анулены).

Физические свойства и основные спектральные характеристики бензола и его гомологов. Гидрирование бензола, восстановление натрием в жидком аммиаке до дегидробензола (Берч). Реакция ароматического электрофильного замещения: сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование. Значение этих реакций для переработки ароматических углеводородов, представление об их механизме и его экспериментальном обосновании.

- и - комплексы, пентадиенильная - электронная система, ее несвязывающая МО и характер распределения электронной плотности. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции ( реакции радикального замещения и присоединения. - комплексообразование аренов с переходными металлами).

**Алкилбензолы.** Способы получения с использованием реакций алкилирования и ацилирования бензола, реакция Вюрца-Фиттига. Химические свойства. Реакция электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Протонирование полиалкилбензолов, образование стабильных арениониевых ионов. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакция радикального замещения в боковой цепи, бензольная  $\pi$ -электронная система. Стирол, фенилацетилен.

/Дифенил- и трифенилметан, их получение и свойства.

Дифенил, способы его получения, строение

Фенантрен/.

### Часть 3. ГОМОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Элементы стереохимии и оптическая изомерия органических соединений.** Хиральность молекул. Ассиметрический атом углерода. D-,L-номенклатура. Проекционные формулы. Энантиомеры и рацематы. Конфигурационные ряды. D-,L-номенклатура. Соединения с двумя ассиметрическими атомами углерода, диастериомеры, эритро-и treo-формы. Число стереоизомеров. Способы разделения (расщепление) рацематов работы Пастера). Обращение конфигурации и рацемизация. Связь механизма реакции и стереохимии продуктов на примере реакции присоединения по двойной связи. Понятие об ассиметрическом синтезе. Представление об оптической изомерии соединений не содержащих ассиметрического атома углерода.

**Галогенопроизводные углеводов.** Моногалогенопроизводные алифатических углеводов, их номенклатура и изомерия. Способы образования связи C-Hal.

Химические свойства моногалогеналканов: нуклеофильное замещение атомов галогенов и дигидрогалогенирование. Представление о механизмах  $S_N1$ ,  $E1$ ,  $S_N2$ ,  $E2$  как об «идеализированных» механизмах реакций нуклеофильного замещения и элиминирования и обоснования вкладов каждого из них данными кинетики и стереохимии. Зависимость соотношений продуктов реакции от природы и концентрации нуклеофила и основания строения алкилгалогенидов, природы растворителя; учет этих зависимостей в планировании синтеза с использованием химических свойств галогеналканов. Амбидентные ионы. Комплексообразование галогеналканов с ионами металлов и кислотами Льюиса на примере реакции Фриделя-Крафтса как способ увеличения их электрофильной активности. Восстановление галогеналканов водородом, их взаимодействие с металлами: образование металлорганических соединений. Реакция Вюрца.

Полигалогенопроизводные простейших углеводов. Способы получения: хлорирование метана, галоформная реакция. Комбинация реакции галогенирования алканов, присоединения галогенов к ненасыщенным соединениям и дегидрогалогенирование как общий подход к синтезу полигалогеналканов на примере производных этана.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, способы их получения и особенности химических свойств. Хлорметилирование ароматических соединений (реакция Блана). Ди- и трифелихлорметана. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы. Бензальхлорид и бензотрихлорид: получение хлорированием толуола, гидролиз.

Соединения с пониженной подвижностью атомов галогена. Хлористый винил и хлоропрен. Способы их получения, химические свойства и применение. Полихлорированные и полифторированные производные этилена, полимеры на их основе. Тефлон.

Ароматические галогенопроизводные. Способы получения. Галогенирование ароматических углеводов, синтез из солей диазония. Реакции, затрагивающие связь углерод-галоген. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, представление об их механизме, катализ, влияние заместителей.

Нуклеофильное замещение с промежуточным образованием анион-радикалов.

Взаимодействие арилгалогенидов с металлами: получение металлорганических соединений, синтез алкилароматических соединений и диариллов. Дегидробензол и механизм кинезамещения. Реакции элетрофильного замещения. Понятие об индукционном и мезомерном эффектах заместителей в ароматическом ряду. Эффекты атомов галогенов как заместителей.

**Гидроксипроизводные углеводородов. Одноатомные насыщенные спирты.** Номенклатура, изомерия, классификация. Способы образования спиртовой гидроксильной группы: присоединение воды по связи  $C=C$ , гидролиз связи  $C$ -галоген, восстановление карбонильной и сложноэфирной групп, синтезы с использованием металлорганических соединений. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, циклогексанола. Электронная природа и полярность связей  $C-O$  и  $O-H$ , водородная связь и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов. Химические свойства: кислотные свойства, замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогеноводородов и галогенангидридов минеральных кислот, дегидратация: рассмотрение этих реакций с позиций общих представлений о механизме нуклеофильного замещения и отщепления в алифатическом ряду. Синтез, свойства, синтетическое использование алкиловых эфиров минеральных кислот. Диметилсульфат как метилирующий реагент. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, образование простых эфиров, взаимодействие с карбонильными соединениями, карбоновыми кислотами и их производными. Окисление и дегидрирование спиртов: реакция Опенауэра. Основные пути применения спиртов.

**Ненасыщенные и ароматические спирты.** Правило Эльтекова-Эрленмейера. Аллиловый спирт: методы синтеза, химические свойства и их особенности, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Пропаргильный спирт. Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбонилы, методы синтеза и химические свойства винилового спирта и его производные. Винилацетат и полимеры на его основе.

**Гидроксипроизводные ароматических углеводородов.** Номенклатура. Фенол и его гомологи. Нафтолы. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление сульфокислот, гидролиз галогенопроизводных, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола (Сергеев, Удрис). Химические свойства. Причины повышения кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов. Реакции электрофильного замещения как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью. Гидрирование и окисление фенолов. Феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Основные пути использования замещенных фенолов.

Многоатомные фенолы. пирокатехин и гидрохинон: способы получения восстановительные свойства, образование моно- и диэфиров.

**Простые эфиры.** Номенклатура, классификация.

**Карбонильные соединения.** Номенклатура, классификация. Способы образования карбонильной группы. Электронное строение группы  $C=O$ ,

распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Основные спектральные характеристики и физические свойства. Химические свойства. Реакции с гетероатомными нуклеофилами. Взаимодействие с азотсодержащими нуклеофилами. Взаимодействие с C-нуклеофилами. Кето-енольная таутометрия. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродных связей ( правило Попова ). Каталитическое гидрирование карбонильных соединений. Реакции нуклеофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах.

Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Общие представления о сходстве электронного строения и химических свойств карбонильной и азотиновой группы.

**Дикарбонильные соединения.** Номенклатура и классификация. Способы получения, основанные на реакциях окисления, нитрозирования и конденсации. – Дикарбонильные соединения. – Дикарбонильные соединения, кето-снольная таутометрия. – Дикарбонильные соединения использование в синтезе гетероциклических соединений  $\alpha$ , $\beta$  - Непредельные альдегиды и кетоны. Электронное строение и его связь с реакционной способностью  $\alpha$ , $\beta$ -непредельных карбонильных соединений. Химические свойства. Сходство и различие химических свойств  $\alpha$ , $\beta$  - непредельных альдегидов и кетонов. Эффект винилоггии и C-H – активность  $\alpha$ , $\beta$ -ненасыщенных карбонильных соединений. Кетены. Свойства хинонов.

Карбоновые кислоты и их производные. Методы получения. Природные источники карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат аниона. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот. Понятие о корреляционных уравнениях. Производные карбоновых кислот. Высшие карбоновые кислоты. Представление об основных путях использования карбоновых кислот.

**Производные карбоновых кислот.** Соли. Мыла. Хлорангидриды. Хлористый бензоил. Сложные эфиры. Ангидриды карбоновых кислот. Амиды. Свойства нитрилов. Амидины.

**Дикарбоновые кислоты.** Номенклатура и классификация. Методы синтеза окисления циклоалканов, ациклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводородов, гидролиз моно- и динитрилов, синтезы с использованием малонового и ацетоуксусного эфиров. Образование производных по одной и обеими карбоксильным группам, смешанные производные. Щавелевая кислота. Малоновая кислота. Свойства малонового эфира. Янтарная и глутаровая кислоты. Адипиновая к-та и ее производные. Фталевая к-та и ее производные. Терфталевая к-та.

**Непредельные монокарбоновые кислоты.** Классификация. Методы получения  $\alpha$ , $\beta$ -непредельных карбоновых к-т. Взаимное влияние карбоксильной группы и связи C=C в винильных производных.

**Нитросоединения.** Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений. Электронное строение нитрогруппы и ее электронно-акцепторный характер. Химические свойства. Таутометрия нитросоединений и

реакции аци-формы. Нитроуксусный эфир и его применение в синтезе аминокислот. Свойства ароматических нитросоединений. Реакции электрофильного замещения, влияние нитрогрупп на скорость и ориентацию. Радикальное замещение нитрогруппы. Полинитроароматические соединения, нуклеофильное замещение нитрогруппы, образование комплексов с переносом заряда ( пикраты ). Нитропроизводные толуола: окисление и внутримолекулярное диспропорционирование нитротолуолов, С-Н кислотность фенилнитрометана.

**Амины.** Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген-, гидрокси- и аминопроизводных алифатических и ароматических углеводородов. Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Основные спектральные характеристики. Химические свойства. Основность и кислотность аминов. Зависимость от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами. Окисление алифатических и ароматических аминов. Основные представители алифатических аминов и пути их использования. Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами.

**Диазо- и азосоединения.** Диазотирование ароматических амина ( реакция Грисса). Электронное строение, катион-диазония как электрофильный реагент взаимопревращения различных форм азосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений ( реакции Зандмейера, Несмеянова ) реакции солей диазония, протекающие без выделения азота.

#### Часть 4. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Гидрокислоты.** Номенклатура и классификация. Алифатические гидрокислоты. Общие методы синтеза, основанные на свойствах непредельных галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот многоатомных спиртов. Гидроксиальдегидов и гидроксинитрилов. Химические свойства. Представление о стереохимии гидрокислот, реакции с обращением и сохранением конфигурации хирального центра ( Вальден ). Ароматические гидроксикислоты. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Альдегидо- и кетокислоты, специфика их свойств.

**Углеводы.** Номенклатура. Классификация. Характерные химические свойства. Моносахариды. Стереои́зомерия, конфигурационные ряды. Кольчатая таутометрия, мутарация. Реакции, используемые для выяснения структурных и стереохимических характеристик моносахаридов: окисление и восстановление, ацилирование, алкилирование, образование фенилгидрозонов и озазонов, переходы от низших моносахаридов к высшим и обратно. Ди- и полисахариды, представление о нахождении углеводов в природе и путях их использования.

**Аминокислоты.** Номенклатура и классификация. Структурные типы природных L-аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Синтезы из альдегидов и кетонов через циангидрины, из малонового, ацетуксусного и нитроуксусного эфиров, галоген- и кетокарбоновых кислот. Методы синтеза L-

аминокислот, основанные на реакциях непредельных и карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изозлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотной кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп. Представление о пептидном синтезе. Капролактан и его техническое значение. Антропиловая и п-аминобензойная к-ты. Методы получения, свойства и пути использования.

**Белки**. Классификация. Представление о методах доказательства полипептидного строения, установления аминокислотного состава и последовательности аминокислотных фрагментов в полипептидной цепи. Вторичная структура.

### Часть 5. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.** (Фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза и взаимопревращения (Юрьев). Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика физических и химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола.

**Пятичленные гетероциклы с атомами азота, кислорода и серы.** Пиразол, имидазол, триазолы, тетразол, оксазол, тиазол: основные методы синтеза, представление об электронном строении ароматичности и химических свойствах.

**Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.** Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Проявление нуклеофильных свойств. Хинолин и его простейшие производные.

**Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами.** Пиримидин. Способы получения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\alpha$ -альдегида и  $\alpha$ -кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина. Урацил, цитозин, тимин. Пуриновый цикл как конденсированная система имидазола и пиримидина. Кофеин, мочевая к-та. Представление о нуклеотидах и нуклеиновых кислотах.

### ВОПРОСЫ:

I. Углеводороды. Нефть как основной источник углеводородного сырья.

Состав нефтей. Процесс переработки нефти.

Современные процессы получения высокооктанового моторного топлива. Реакции, протекающие при термическом крекинге нефти. Каталитический крекинг. Ректификация нефтепродуктов. Пиролиз углеводородов и его промышленное значение.

Дегидрирование углеводородов. Получение этилена, пропилена, бутадиена-1,3, стирола. Дегидрирование циклопарафинов и дегидроциклизация парафинов. Метод облагораживания топлива.

Каталитический риформинг. Платформинг. Генераторы водорода, водород альтернативное моторное топливо.

## II. Кислородосодержащие органические соединения

Окисление высших парафиновых углеводородов в жидкой фазе. Получение поверхностно-активных веществ. Окисление гомологов бензола. Гидратация олефинов, сернокислотная гидратация. Прямая гидратация. Взаимодействие непредельных углеводородов со смесями  $\text{CO} + \text{H}_2$  и  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

Промышленное значение синтез – газа. Газификация угольных пластов. Процесс Фишера и Тропша.

Синтез метилового спирта из оксида углерода и водорода. Метиловый спирт- альтернативное топливо. Фенол и промышленные методы его получения. Кумольный метод получения фенола. Переработка фенола, циклогексанол, циклогексанон. Получение альдегидов и первичных спиртов оксосинтезом.

Эпоксиды и многоатомные спирты. Окись этилена и промышленные синтезы на основе окиси этилена. Окись пропилена и синтезы на основе окиси пропилена. Этиленгликоль, глицерин. Современные методы их получения. Значение глицерина.

Получение и свойства карбоновых кислот. Уксусная, молонная, адипиновая, терефталевая кислоты, методы их промышленного получения и значение. Полиэтилентерефталат, лавсан. Сложные эфиры. Виниловые эфиры и их значение.

III Азотсодержащие соединения. Амины, алкиламины, анилин. Промышленные синтезы на их основе. Аминокислоты, нахождение в природе, промышленное получение, значение аминокислот. Капролактан, синтетическое волокно капрон.

Синильная кислота и нитрилы. Способы получения синильной кислоты. Синтез на основе синильной кислоты. Акрилонитрил и другие акриловые мономеры. Акриловая и метакриловая кислоты и их сложные эфиры. Искусственная шерсть.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Шабаров Ю.С. Органическая химия. 2011. [www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)
2. Несмеянов А.Н., Несмеянов П.А. Основы органической химии. М.1978.
3. Робертс У., Касерио М. Органическая химия. Изд. Мир 1989.
4. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. М., 1993 г.
5. Реутов О.А., Бутин К.П., Курц А.А. Органическая химия, М., 1989 г. 1,2 т.