

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА  
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

Актуализировано:  
на заседании кафедры «Управление  
качеством»  
протокол от 20.06.2017 г. № 12

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института  
протокол от 26.06.2017 г. № 14

Зав. кафедрой  / Галиахметов Р.Н.

  
/Мельникова А.Я.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Технология органического синтеза

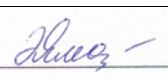
Дисциплина вариативной части

**программа прикладного бакалавриата**

Направление подготовки  
27.03.01 Стандартизация и метрология

Профиль подготовки  
Стандартизация и метрология в нефтяной и газовой промышленности

Квалификация  
**Бакалавр**

Разработчик (составитель) к.х.н., доцент каф. ТХМ	 Э.Т. Ямансарова
------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для приема: 2015 г.

Уфа 2017 г.

Составитель: к.х.н., доц. Ямансарова Э.Т.



Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Управление качеством», протокол № 1 от 30.08.2015 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры «Управление качеством»: обновлено ПО, БД, список литературы, протокол № 11 от 07.06.2018 г.



Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / Р.Н. Галиахметов

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	основные теоретические положения специальных разделов органической химии; теоретические основы процессов органического и нефтехимического синтеза; современные методы оценки качества в области промышленного органического синтеза.	ПК-2 способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством	
Умения	использовать и развивать теоретические основы реализованных и перспективных технологий органического и нефтехимического синтеза; решать типовые учебные задачи по основным разделам органической химии, спланировать схему синтеза и предсказать химические свойства органических соединений; адаптировать существующие методы и самостоятельно разрабатывать новые методики проведения экспериментальных исследований.	ПК-2 способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством	
Владения (навыки / опыт деятельности)	навыками решения задач теоретического анализа процессов органического и нефтехимического синтеза и экспериментального воплощения рекомендуемых решений; навыками экспериментальной работы в области органического синтеза; навыками поиска и применения новых методов исследования.	ПК-2 способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством	

Учебная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки ВО 27.03.01 – «Стандартизация и метрология» (квалификация «Бакалавр»), которыми должен обладать выпускник:

**Профессиональные компетенции (ПК):**

**ПК-2** способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина *относится* к дисциплинам вариативной части – Б1.В.1.01 структуры Образовательной программы бакалавриата по направлению 27.03.01 Стандартизация и метрология (профиль программы подготовки "Стандартизация и метрология в нефтяной и газовой промышленности").

**Целью** изучения курса «Технология органического синтеза» является формирование устойчивых знаний о методах получения и реакционной способности представителей тех классов органических соединений, которые имеют наибольшее значение для практической промышленной и малотоннажной химии, но которые в недостаточной степени освещены в общем курсе органической химии. Выпускник должен овладеть основами теории строения органических соединений, понимать закономерности, определяющие направление протекания химических реакции, каким образом можно повлиять на протекание химических реакций для органических субстратов с учетом взаимного влияния фрагментов молекулы на реакционную способность молекулы в целом. Выпускник должен уметь приложить полученные знания к планированию и осуществлению органического синтеза, в том числе в препаративном варианте с целью получения востребованных материалов для практического применения. Существенное внимание будет уделено химии фармакологически активных соединений, предшественников в построении биоматериалов различных классов.

Подготовка бакалавра предусматривает получение им знаний, позволяющих грамотно разбираться в проблемах получения и применения органических и органическо-неорганических материалов. В этой связи при освоении курса «Технология органического синтеза» у обучающихся должны быть сформированы следующие **знания**:

- теоретические основы органической химии (взаимное влияние фрагментов органической молекулы на реакционную способность, теорию резонанса, влияние статистических и динамических факторов на направление органического синтеза);
- состав, строение и свойства классов органических соединений, помогающие углубленно понять химию углеводов, гомофункциональных соединений, основных предшественников биомолекул – моносахаров и аминокислот, аминов, нитро-, азо- и diaзосоединений.);
- основы химии биологически активных веществ;
- структуру и свойства важнейших типов биомолекул;
- физико-химические методы установления структуры органических соединений;

### **умения:**

- на основе полученных теоретических данных планировать пути синтеза органических соединений из простых составляющих;
- грамотно вести препаративные синтезы согласно предложенным методикам;
- выбрать наиболее рациональные методы синтеза заданных структур;
- самостоятельно повышать свой уровень знаний.

### **навыки:**

- углубленного изучения методов синтеза и химических свойств таких классов органических соединений как карбоновые кислоты и их функциональные производные, азотсодержащих представителей органических соединений, гетероциклических соединений, углеводов и белков;- приобрести основополагающие знания по теоретической органической химии и навыков практической работы с органическими веществами,
- использовать полученные знания для планирования схем синтеза различного типа соединений;
- использовать приобретенные теоретические и практические знания для получения материалов с заданными свойствами для развития фарминдустрии и медицины.
- навыками оформления полученных результатов в виде научных публикаций
- хранения и обработки научных результатов

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Трудоемкость (ЗЕТ/час) – 4/ 144

Учебных часов: лекций – 18 / 18

лабораторных –

Практические занятия – 16 / 16

контроль – 27

экзамен – 4 сем.

СРС – 47,8

ФКР – 1,2

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ПК-2 способность участвовать в практическом освоении систем управления качеством.**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (уровень) -	Знать: основные теоретические положения специальных разделов органической химии теоретические основы процессов органического и нефтехимического синтеза современные методы оценки качества в области промышленного органического синтеза	Не знает основные теоретические положения специальных разделов органической химии, теоретические основы процессов органического и нефтехимического синтеза, современные методы оценки качества в области промышленного органического синтеза	Имеет общее представление об основных теоретических положениях специальных разделов органической химии, теоретических основах процессов органического и нефтехимического синтеза, современных методах оценки качества в области промышленного органического синтеза	Знает основные теоретические положения специальных разделов органической химии теоретические основы процессов органического и нефтехимического синтеза современные методы оценки качества в области промышленного органического синтеза, но допускает отдельные неточности	Имеет четкое, сформированное представление об основных теоретических положениях специальных разделов органической химии, теоретических основах процессов органического и нефтехимического синтеза, современных методах оценки качества в области промышленного органического синтеза знает терминологию, основные закономерности и понимает их сущность
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать и развивать теоретические основы реализованных и перспективных технологий органического и нефтехимического синтеза решать типовые учебные задачи	Умеет проводить некоторые химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры, но допускает отдельные ошибки.	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры; осуществляет идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов.	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии с использованием современной аппаратуры; проводить комплексный анализ и исследование свойств

	по основным разделам органической химии, спланировать схему синтеза и предсказать химические свойства органических соединений. адаптировать существующие методы и самостоятельно разрабатывать новые методики проведения экспериментальных исследований			Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть навыками решения задач теоретического анализа процессов органического и нефтехимического синтеза и экспериментального воплощения рекомендуемых решений навыками экспериментальной работы в области органического синтеза навыками поиска и применения новых методов исследования	Владеет некоторыми навыками использования современной аппаратуры при проведении экспериментальных работ, поиска и применения новых методов исследования	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении экспериментальных работ, поиска и применения новых методов исследования	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении экспериментальных работ, поиска и применения новых методов исследования, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет уверенными навыками использования современной аппаратуры при проведении экспериментальных работ, поиска и применения новых методов исследования, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов



Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	основные теоретические положения специальных разделов органической химии теоретические основы процессов органического и нефтехимического синтеза современные методы оценки качества в области промышленного органического синтеза	ПК-2	Коллоквиумы, Тесты, Самостоятельная работа, Контрольная работа
2-й этап Умения	использовать и развивать теоретические основы реализованных и перспективных технологий органического и нефтехимического синтеза решать типовые учебные задачи по основным разделам органической химии, спланировать схему синтеза и предсказать химические свойства органических соединений адаптировать существующие методы и самостоятельно разрабатывать новые методики проведения экспериментальных исследований	ПК-2	Коллоквиумы, Тесты, Самостоятельная работа, Контрольная работа Лабораторная работа, отчет

3-й этап  Владеть навыками	навыками решения задач теоретического анализа процессов органического и нефтехимического синтеза и экспериментального воплощения рекомендуемых решений навыками экспериментальной работы в области органического синтеза навыками поиска и применения новых методов исследования	ПК-2	Коллоквиумы, Тесты, Самостоятельная работа, Контрольная работа Отчет по лабораторной работе
-------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Вопросы для экзамена:

**Карбоновые кислоты.** Классификация и номенклатура. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. природные источники карбоновых кислот. Методы синтеза: окисление углеводов, спиртов и карбонильных соединений. Синтезы с помощью магнийорганических соединений, малонового и ацетоуксусного эфира, гидролиз нитрилов. синтез уксусной кислоты из метанола. Физические свойства карбоновых кислот. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее зависимость от характера и количества заместителей в алкильной цепи. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Взаимопревращения производных карбоновых кислот. Восстановление и галогенирование кислот (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского). Высшие карбоновые кислоты: маргариновая, пальмитиновая, стеариновая. Ароматические карбоновые кислоты, получение и реакции замещения в ароматическом кольце. Основные пути использования карбоновых кислот. Синтез термостойких полимеров из поликарбоновых кислот и их производных.

**Производные карбоновых кислот.** Соли: реакции декарбоксилирования (термический и каталитический варианты, реакция Колбе). Действие галогенов на серебряные соли (реакция Бородина-Хундиккера). Мыла. Хлорангидриды. Реакции с нуклеофилами, магнийорганическими соединениями. Реакция Розенмунда-Зайцева. Использование хлорангидридов как реагентов для ацилирования. Сложные эфиры: Восстановление каталитическое, комплексными гидридами металлов, по Буво-Блану. Реакции переэтерификации и сложно-эфирной конденсации. Ангидриды карбоновых кислот: реакции ацилирования, реакция Перкина.

**Амиды.** Кислотно-основные свойства. Восстановление в амины, перегруппировка Гофмана. Превращение гидразидов, азидов и гидроксамовых кислот. Реакция с азотистой кислотой. Взаимопревращения амидов и нитрилов.

**Нитрилы.** Каталитическое гидрирование, восстановление алюмогидридом лития, взаимодействие с реагентами Гриньяра. Амидины.

**Дикарбоновые кислоты.** Номенклатура и классификация. Методы синтеза: окисление циклоалканов и циклоалкенов, ациклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводов, гидролиз моно- и динитрилов, синтезы с использованием малонового и ацетоуксусного эфиров. Получение щавелевой кислоты из формиата натрия. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения

карбоксильных групп. Щавелевая кислота: реакции декарбоксилирования, декарбонилирования, окисления. Диэтилоксалат, реакции сложноэфирной конденсации и их синтетическое использование. Малоновая кислота, декарбоксилирование, причины повышенной легкости его протекания, конденсация с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по активированной краткой связи (реакция Михаэля), алкилирование и окислительная конденсация натрмалонового эфира, превращение продуктов этих реакции в карбоновые кислоты (синтезы Конрада). Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид и его применение. Фталевая кислота и ее производные, фталевый ангидрид и его применение в химии полимерных материалов. Синтез пластификаторов и репеллентов на его основе. Фталимид и его использование для синтеза аминов (реакция Габриеля) и антралиновой кислоты. Терепталевая кислота, диметилтерефталат и их использование.

**Угольная кислота.** Фосген, мочевины и ее производные. Сложные эфиры угольной кислоты, изоцианаты, уретаны, семикарбазид, ксантогенаты. Гуанидин, причины высокой активности. Практическое использование производных угольной кислоты.

**Непредельные моно- и дикарбоновые кислоты** Классификация непредельных монокрбоновых кислот. Синтез непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и C=C- связи в химических реакциях. Присоединение воды, аммиака, галогенводородов, причины ориентации в этих реакциях. Методы получения и использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Плексиглас. Олеиновая, линолевая, линоленовая и арахионовая кислоты. Природные источники и практическое применение. Понятие о простагландинах, липидах. Жиры, олифа и другие высыхающие масла. Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидриды. Stereoisomerism and interconversions of maleic and fumaric acids, influence of stereoisomerism on chemical properties. Acetylenedicarboxylic acid, use in synthesis as dienophile in Diels-Alder reaction.

**Нитросоединения.** Электронное строение нитрогруппы и ее электронно-акцепторный характер. Номенклатура и классификация нитросоединений. Способы получения: реакция Коновалова, обмен галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических соединений из аминов через соли диазония. Химические свойства. Каталитическое гидрирование, восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах. Кислый характер водородного атома и связанные с этим свойства алифатических нитросоединений (галогенирование, нитрозирование и идентификация с его помощью строения алкильного радикала). Реакции конденсации с карбонильными соединениями и присоединения по активированным C=C- связям. Таутомерия нитросоединений и реакции аци-формы: гидролиз, перегруппировка в гидроксамовые кислоты. Нитроуксусный эфир и его применение в синтезе аминокислот. Свойства ароматических нитросоединений. Влияние нитрогруппы на скорость и ориентацию электрофильного и нуклеофильного замещения. Радикальное замещение нитрогруппы.

**Нитрозосоединения.** Таутомерия, димеризация, реакции конденсации. Фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировка.

**Амины.** Классификация, номенклатура. Электронное строение аминогруппы, влияние радикала, связанного с азотом. Методы получения аминов. Нуклеофильное замещение в галоген-, гидроксид- и аминопроизводных алифатических и ароматических углеводородов, восстановление нитросоединений, азотсодержащих производных карбонильных и карбоксильных соединений, перегруппировка амидов (реакция Гофмана), азидов (перегруппировка Курциуса), гидразидов карбоновых кислот (реакция Лоссена). Физические свойства аминов и их спектральные характеристики. Химические свойства. Зависимость кислотности и основности от природы углеводородного радикала. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксильное алкилирование, ацилирование, взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов.

Четвертичные аммонийные соли, методы получения, строение, использование в качестве катализаторов фазового переноса. Реакции разложения четвертичных аммонийных оснований и окисей аминов (реакции Гофмана и Коупа). Енамины. Свойства ароматических аминов. Алкилирование и сульфинирование ароматических аминов. Сульфаниловая кислота и сульфаниламидные препараты. Ацилирование ароматических аминов в качестве защитной функции. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. Синтез гетероциклических соединений из *o*-фенилендиамина и *o*-аминофенола. Полиамины, применение в качестве мономеров.

**Диазо- и азосоединения.** Получение диазотированием ароматических аминов (реакция Грисса). Электронное строение, катион диазония как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм азосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота. Реакции Зондмейера, Несмеянова. Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание. Синтез красителей (метилоранж, Конго-красный). Восстановление солей диазония и азосоединений. Синтез производных гидразина и аминов. Арилирование ароматических соединений с помощью солей диазония. Диазосоединения жирного ряда: диазометан, диазоуксусный эфир, синтезы на их основе.

**Гидроксикислоты.** Номенклатура и классификация. Алифатические гидроксикислоты: синтезы из непредельных, галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот, многоатомных спиртов, гидроксильдегидов и гидроксинитрилов. Синтез-гидроксикислот по Реформатскому. Природные источники и важнейшие представители класса. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства, стереохимия гидроксикислот. Реакции, протекающие с сохранением и обращением хирального центра.

**Ароматические гидроксикислоты.** Получение из фенолята и солей нафтолов по Кольбе-Шмиту, взаимодействие солей гидроксibenзойных кислот. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Салициловая кислота, аспирин, салол.

**Альдегидо- и кетокислоты.** Номенклатура и классификация.  $\alpha$ -альдегидо- и кетокислоты. Методы получения и химические свойства.  $\beta$ -альдегидо- и кетокислоты. Получение сложных эфиров по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его C-H-кислотность и таутомерия, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот. Конденсация с карбонильными соединениями и присоединение по C=C-связям (реакция Михаэля). Взаимодействие с бисульфитом натрия, цианистым водородом, гидроксиламином и производными гидразина. Реакции бромирования, нитроирования, азосочетания, ацилирования, взаимодействие с реагентами Гриньяра и диазометаном.

**Углеводы, аминокислоты, белки.** Углеводы. Номенклатура и классификация. Моносахариды. Стереои́зомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация. Реакции окисления, восстановления, ацилирования, алкилирования, образование фенилгидразонов и озазонов, взаимодействие сахаров. Ди- и полисахариды. Волокна с сахарным мономерным звеном. Ангидросахарные мономеры и полимеры на их основе.

**Аминокислоты.** Номенклатура и классификация. Природные аминокислоты, стереохимия и конфигурационные ряды.  **$\alpha$ -Аминокислоты:** синтезы из альдегидов и кетонов через циангидрины, из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфиров, галоген- и кетокислот.  **$\beta$ -Аминокислоты:** синтезы из непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их от pH среды. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения аминокислот при нагревании и их зависимость от взаимного расположения функциональных групп. Пептидный синтез. Капролактамы. Полипептиды. Антралиловая и *n*-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования. Белки. Классификация. Методы доказательства полипептидного строения, установление аминокислотного состава и последовательности аминокислотных фрагментов в полипептидной цепи.

**Гетероциклические соединения** Общие представления и классификация гетероциклов. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза. Взаимопревращения. Зависимость степени ароматичности и свойств гетероциклов от природы гетероатома. Реакции гидрирования и окисления. Фурфурол, тиофен-2-альдегид и пирозлиезовая кислота. Кислотные свойства пиррола. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфирин. Структура хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные. Синтез индола по реакции Фишера. Химические свойства индола. Природные соединения ряда индола, индиго, кубовое крашение.

**Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами азота, кислорода и серы.** Пиразол, имидазол, триазол, тетразол, оксазол, тиазол. Основные методы синтеза и химические свойства.

**Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.** Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Реакции, протекающие по атому азота. Взаимодействие пиридина с окислителями и гидрирование. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла. Реакции электрофильного замещения в пиридине и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода и атомов галогена. Реакции метилпиридина, гидроксипиридинов, таутомерия гидроксипиридинов.

**Хинолин и его простейшие производные.** Синтез хинолина по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Реакции хинолина. Изохинолин. Природные соединения-производные пиридина.

**Шестичленные азотсодержащие гетероциклы с двумя гетероатомами.** Пиримидин, его синтез и реакции. Урацил, цитозин, тимин, пурин, кофеин, мочевиная кислота. Понятие о нуклеотидах и нуклеиновых кислотах.

**Образец экзаменационного билета:**

Башкирский государственный университет

**Инженерный факультет**

**Кафедра управления качеством**

---

Направление «Стандартизация и метрология»,  
профиль «Стандартизация и метрология в нефтяной и газовой промышленности»  
Вариативная часть, обязательные дисциплины  
**«Технология органического синтеза»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Общая химия моно- и дикарбоновых кислот алифатического и ароматического ряда. Изменение кислотных свойств в зависимости от радикала у карбоксильной группы.
2. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения в пиридине. Факторы, влияющие на скорость и ориентацию в этих реакциях.
3. Установите структуру соединения формулы  $C_5H_{11}NO$ , имеющего в ПМР-спектре дублет при 1,18 м.д., септет при 2,2 м.д. и два уширенных синглета при 2,8 и 3,01 м.д. с соотношением интенсивностей 3:1. В ИК-спектре данное соединение наряду с другими имеет характеристические частоты при 1680 и 3220  $cm^{-1}$ . Получите данное соединение из изопропилового спирта..

Составитель: к.х.н., доц. каф. ТХМ

Ямансарова Э.Т.

Зав. кафедрой УК

Галиахметов Р.Н.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:  
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);

- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **Задания для самостоятельных работ**

##### Описание задания:

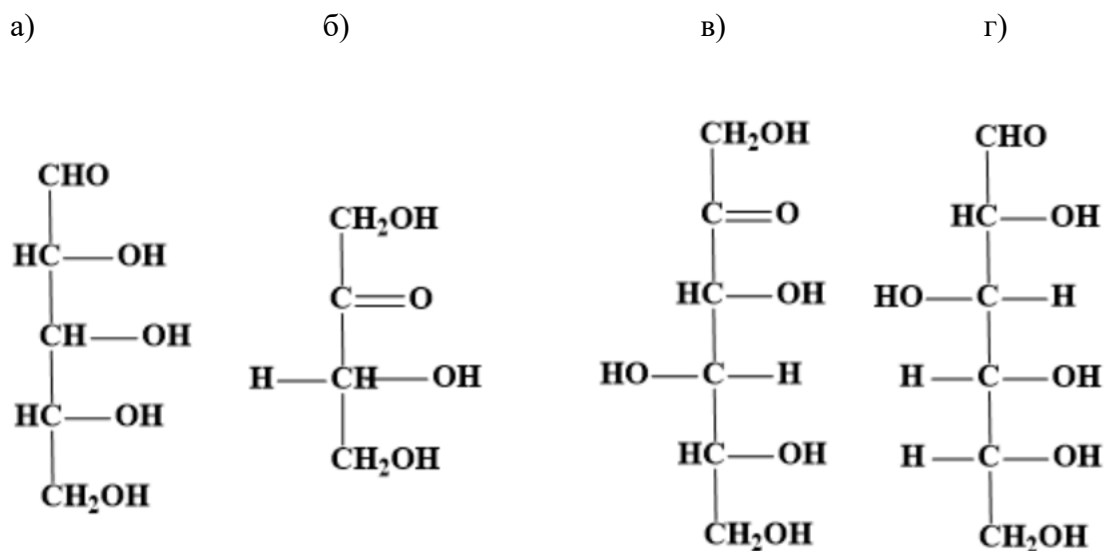
Самостоятельные (проверочные) работы проводятся после каждого практического занятия по определенной тематике с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. Программа дисциплины разбита на 4 крупных темы, которые, в свою очередь на более мелкие подтемы. В течение семестра проводится 8 самостоятельных (проверочных) работ, которые распределены по модулям дисциплины. Каждый из 14 вариантов проверочной работы содержит 4-5 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений.

##### Самостоятельная работа №1

##### «Химия углеводов»

##### Вариант 1

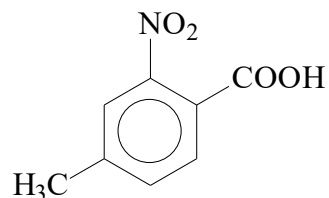
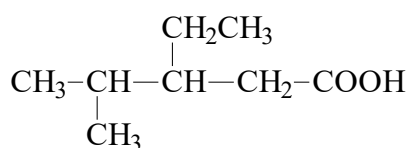
1. К каким группам моносахаридов можно отнести следующие соединения:



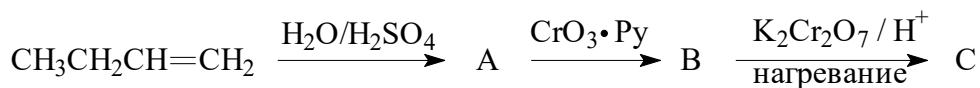
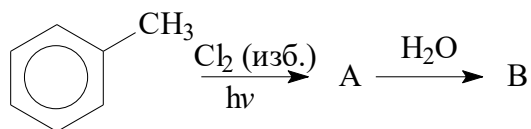
- Какие из них являются альдозами и кетозами? Для гексоз постройте формулы Хеуорса.
2. Напишите схемы окисления до альдоновых кислот:
- а) D-рибозы; б) D-маннозы. Назовите их.
3. Напишите схему образования сахарозы из моносахаридов. К какому типу сахаров она относится?
4. Напишите схему гидролиза крахмала (амилозы). Какие продукты образуются промежуточно? Что получается при полном гидролизе?

**Самостоятельная работа № 2**  
**Номенклатура карбоновых кислот и их синтез**  
 Вариант 1

1. Назвать соединения по систематической и рациональной номенклатуре.



2. Какие продукты получаются в серии следующих превращений:



3. Какая из кислот является более сильной:



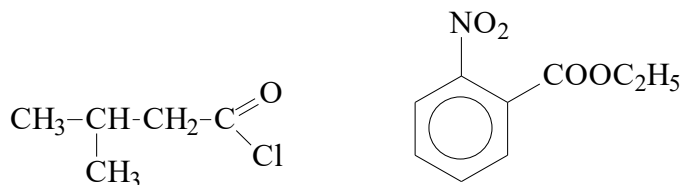
и объясните почему.

4. Предложите схему синтеза пропионовой кислоты из этилбромиды.

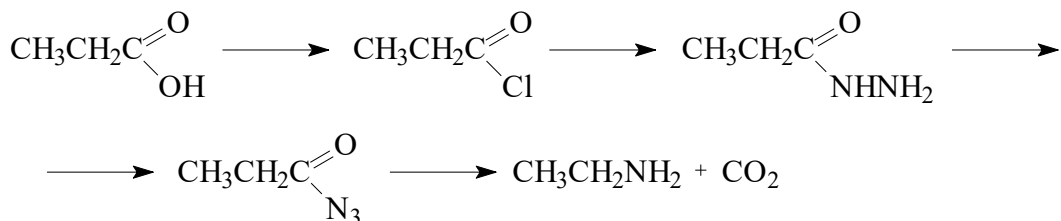
**Самостоятельная работа № 3**  
**Свойства производных карбоновых кислот**

### Вариант 1

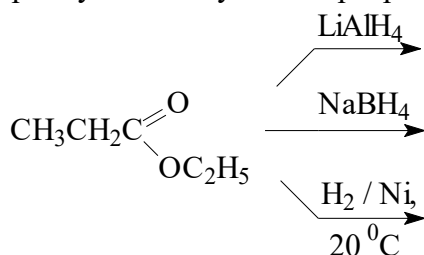
1. Назовите соединения:



2. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



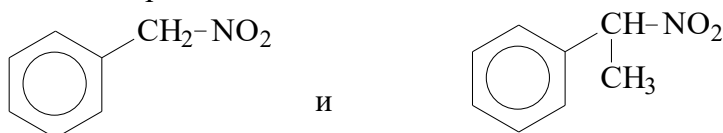
3. Пройдут ли следующие превращения, и что в результате образуется:



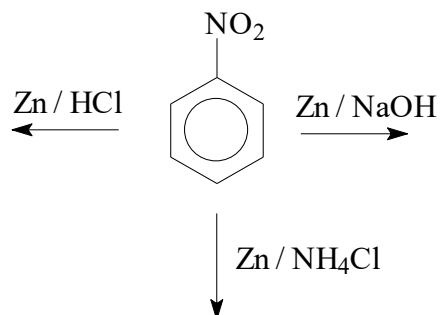
4. Предложите метод синтеза хлорангирида пропановой кислоты из бутена-2.

### Самостоятельная работа № 4 Синтез и свойства нитросоединений Вариант 1

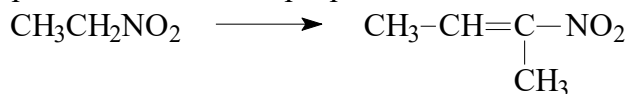
1. Как можно различить соединения:



2. Что получится в результате следующих превращений



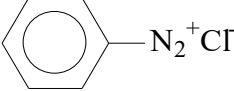
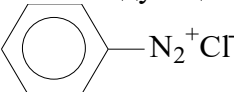
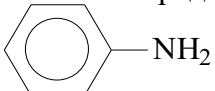
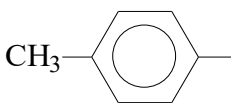
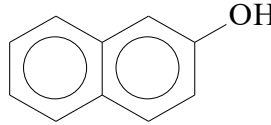
3. Предложите способ превращения. Можно взять любой подходящий реагент.



4. Предложите метод синтеза м-нитрозофенола из 1,6-дибромгексана.

### Самостоятельная работа № 5 Амино-, азо- и диазосоединения Вариант 1

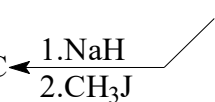


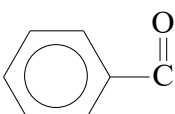
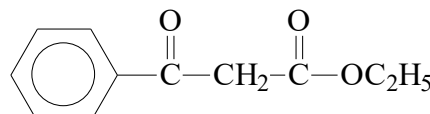
1. Назовите следующие соединения:  
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_3$ ; 
2. Как можно осуществить следующие синтезы:  
 a)  $\text{CH}\equiv\text{CH} \longrightarrow$    
 b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{N}^+\text{OH}^-$
3. Расположите следующие амины в ряд по увеличению основности:  
 $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;  $\text{CH}_3\text{NHCH}_3$ ; 
4. Напишите реакцию азосочетания:  
 + 
5. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ , если при обработке его  $\text{HNO}_3$  (конц) образуется соединение формулы  $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_6$ , которое не способно вступать в реакцию с  $\text{HNO}_2$  без нагревания

**Самостоятельная работа №6**  
**«Гидрокси-, оксо- и аминокислоты»**

**Вариант 1**

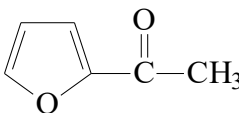
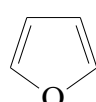
1. Осуществите следующие превращения:  

$$\text{B} \xleftarrow{\text{PCl}_5} \text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{COOH} \xrightarrow{t} \text{A}$$


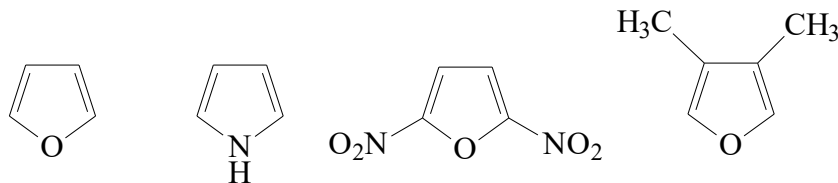
$$\text{C} \xleftarrow[2.\text{CH}_3\text{J}]{1.\text{NaN}} \text{---} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}^+} \text{D}$$
2. Что следует взять в качестве второй компоненты реакции:  
  $\xrightarrow{\text{NaOEt}}$  
3. Синтезируйте с помощью ацетоуксусного эфира масляную кислоту.
4. Предложите метод синтеза  $\beta$ -гидроксивалериановой кислоты из циклопентанола.
5. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ , которое при нагревании дает соединение формулы  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ , превращающееся в исходное соединение при взаимодействии с подкисленной водой.

**Самостоятельная работа №7**  
**Пятичленные гетероциклы**

**Вариант 1**

1. Осуществите синтез  
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow$  
2. Что получится в результате следующих превращений  
  $\xrightarrow{\text{NH}_3/t} \text{A} \xrightarrow{\text{CH}_3\text{MgBr}} \text{B} \xrightarrow[t]{\text{CH}_3\text{J}} \text{C} \xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2} \text{D}$

3. Расположите следующие вещества в ряд по увеличению активности в реакциях электрофильного замещения

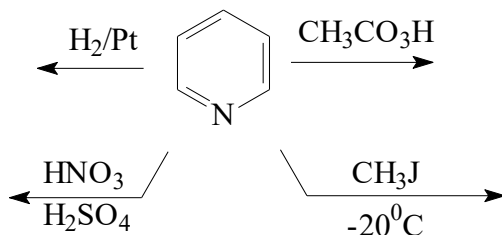


4. Установите структуру соединения формулы  $C_5H_6S$ , если оно нитруется  $HNO_3 / H_2SO_4$ , а полученное нитропроизводное при взаимодействии с  $H_2 / Pd$  дает *H*-аминопентан

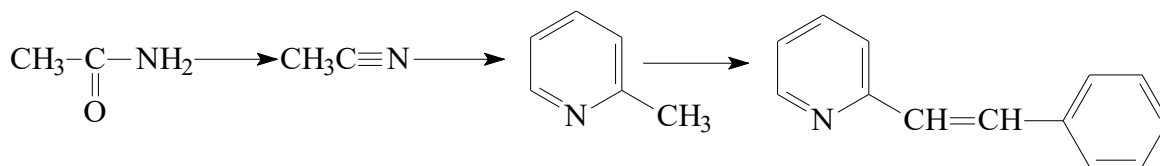
### Самостоятельная работа 8 Шестичленные гетероциклы

#### Вариант 1

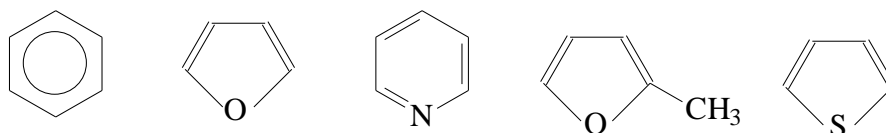
1. Что получится в результате следующих превращений:



2. Как осуществить следующие превращения:



3. Расположите вещества по увеличению активности в реакциях электрофильного замещения:



4. Предложите метод синтеза хинолина из нитробензола и глицерина.

### Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

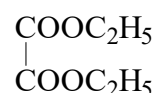
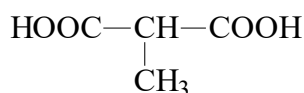
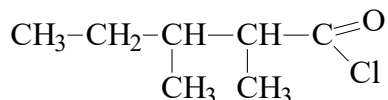
Контрольные работы проводятся с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве рубежного контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 4 контрольных работы, которые распределены равномерно по модулям дисциплины. Каждый из 14 вариантов контрольной работы содержит 8 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений и спектральную задачу.

*Пример варианта контрольной работы:*

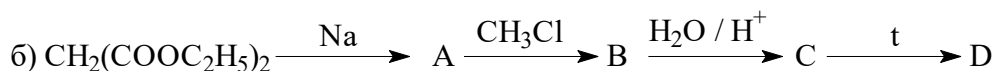
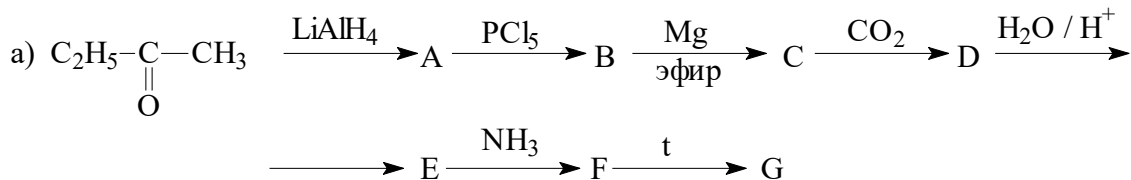
### Контрольная работа № 1 Моно- и дикарбоновые кислоты

### Вариант 1

1. Назовите следующие соединения:



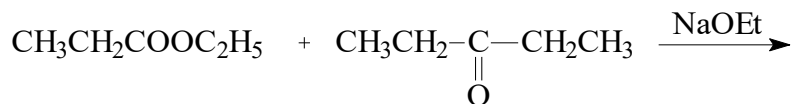
2. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ.



3. Как осуществить следующие превращения:



4. Что получится в результате взаимодействия:



5. Предложите схему синтеза:

а) нитрила бутановой кислоты из этилацетата;

б) β-фенилпропионовой кислоты из толуола и малонового эфира.

6. Кислота, имеющая состав C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, взаимодействует с хлором в присутствии фосфора и образует соединение C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>ClO<sub>2</sub>. Натриевая соль исследуемой кислоты при нагревании с твердым NaOH образует н-бутан. Определите строение этой кислоты.

7. Какие были выполнены превращения с малоновым эфиром, если полученное в результате соединения имеет четыре углеродных атома, обесцвечивает бромную воду и содержит карбоксильную группу.

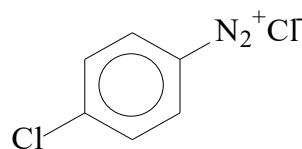
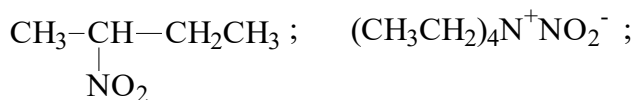
8. Какова структура исходного соединения, если при его нагревании образовалось органическое соединение формулы C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>, имеющее в ИК спектре полосы поглощения при 1340, 1420, 1780 см<sup>-1</sup>. В ЯМР <sup>1</sup>H присутствуют дублет при 1,18 м.д., мультиплет при 1,52 м.д., триплет при 2,36 м.д., мультиплет при 3,89 м.д.

### Контрольная работа №2

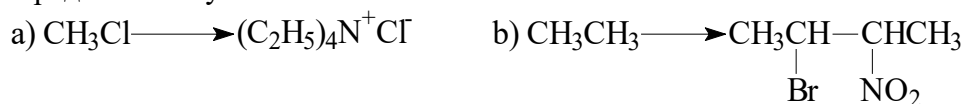
#### «Азотсодержащие производные органических соединений»

#### Вариант 1

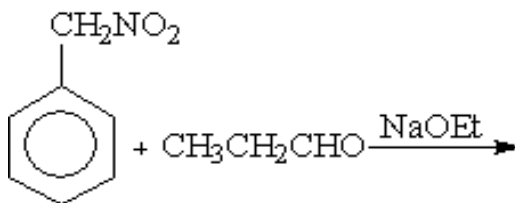
1. Назовите соединения:



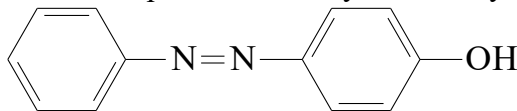
2. Предложите пути синтеза:



3. Напишите продукты реакции конденсации:

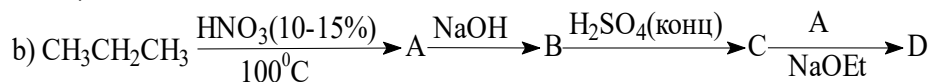
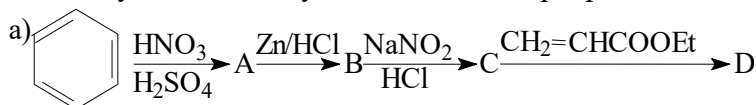


4. Как из нитробензола получить следующее соединение:

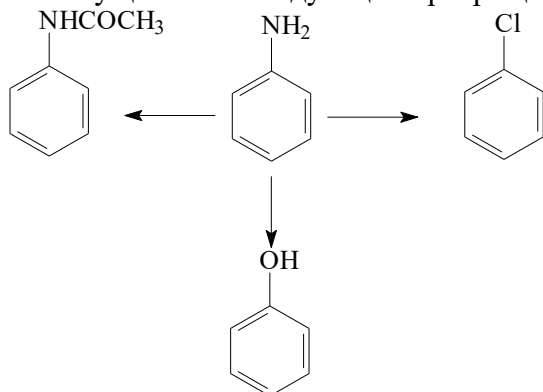


5. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ , если известно, что оно реагирует со щелочами, а продукт его взаимодействия с  $\text{HNO}_2$  гидролизу не подвергается.

6. Что получится в следующей цепочке превращений:



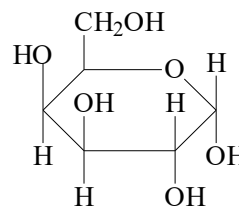
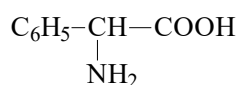
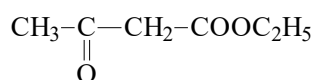
7. Как осуществить следующие превращения:



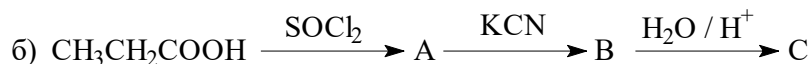
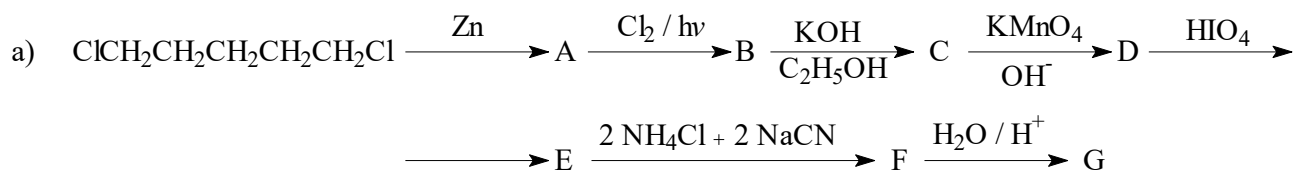
8. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ , имеющие в ИК-спектре полосы поглощения при 1340, 1450, 1520, 2980  $\text{cm}^{-1}$ , в ЯМР  $^1\text{H}$  спектре присутствуют два триплета при 0.96 и 1.03 м.д., четыре мультиплета при 1.36; 1.42; 1.54; и 4.46 м.д., соотношение интенсивностей 3:3:2:2:2:1.

**Контрольная работа № 3**  
**«Функциональные производные карбоновых кислот и углеводы»**  
**Вариант 1**

1. Назовите следующие соединения:



2. Что получится в следующих цепочках превращений:



3. Предложите схемы синтеза:

а) *para*-аминобензойной кислоты из бензола;

б) 2,4-гексадиен-1,6-дионой кислоты из глюкозы.

4. Какова структура трипептида, содержащего глицин, аланин и валин, если при частичном гидролизе его образуется дипептиды val-gly, gly-ala. Осуществите его синтез из аминокислот.

5. Что получится при взаимодействии  $\alpha$ -(D)-глюкопиранозы с:

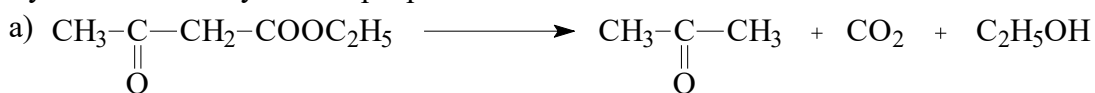
1)  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{HCl}$ ;

2)  $\text{NH}_2\text{NHC}_6\text{H}_5$ ;

3)  $\text{HI}$ .

6. Определите структуру соединения брутто-формулы  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ , если известно, что оно вступает в реакцию этерификации с 1 молем  $\text{CH}_3\text{OH}$  в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , бромруется  $\text{P}+\text{Br}_2$ , при действии  $\text{HIO}_4$  дает один моль  $\text{CO}_2$ , а при окислении  $\text{KMnO}_4$  и последующем ацетилировании – ацетилсалициловую кислоту.

7. Как осуществить следующие превращения:



8. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ , имеющие в ИК-спектре полосы поглощения 1380, 1387, 1470, 1735, 2950  $\text{cm}^{-1}$ . В ЯМР  $^1\text{H}$  спектре присутствуют дублет при 1.06 м.д., триплет при 1.25 м.д., мультиплет при 1.06 м.д., квадруплет при 4.12 м.д.

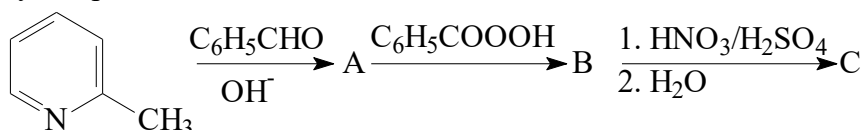
### Контрольная работа № 4

#### «Гетероциклы»

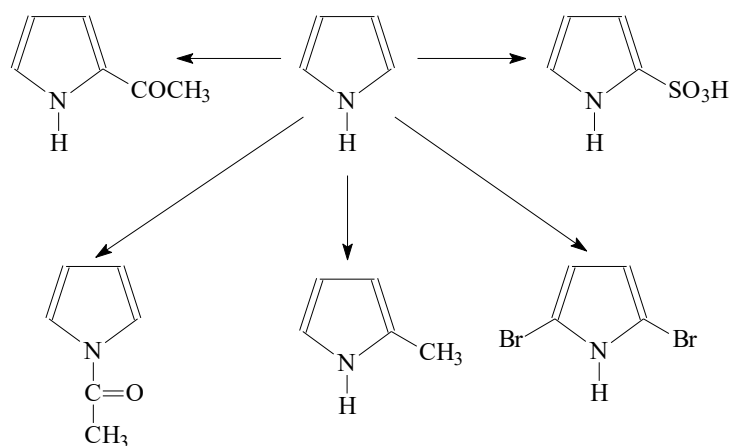
#### Вариант 1

1. Получите 2,5-диметилфуран из этанола.

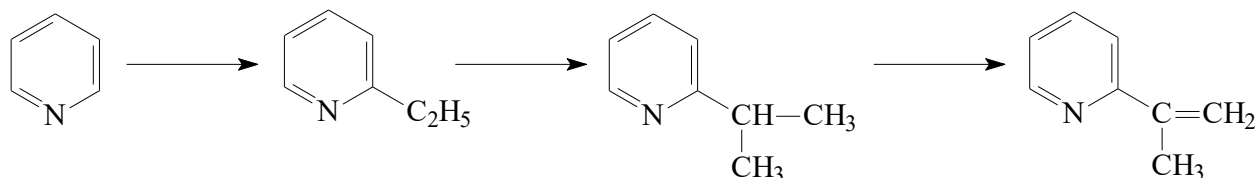
2. Укажите продукты реакции:



3. Проставьте реагенты над стрелками



4. Расположите тиофен, пиррол, фуран и бензол в ряд по повышению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения.
5. Объясните механизм взаимодействия фурана с *para*-хлорфенилдиазоний хлоридом. Способен ли в такие же реакции вступать бензол.
6. Объясните, почему в индоле замещение по электрофильному типу протекает в положение 3. Приведите пример реакции.
7. Как осуществить следующие превращения:



8. Установите структуру соединения формулы  $C_5H_4O_2$ , имеющего в ИК спектре полосы поглощения при  $1725$  и  $2760\text{ см}^{-1}$ . В ПМР спектре присутствуют дублет при  $7,09$  м.д., дублет дублетов при  $7,16$  м.д., дублет при  $6,23$  м.д., синглет при  $9,84$  м.д.

#### Описание методики оценивания:

Критерии оценки (в баллах):

- 80-100 баллов выставляется студенту, если полностью решены 6-8 заданий, в том числе в обязательном порядке задача на установление структуры;
- 50-79 баллов выставляется студенту, если решены не менее 50 % заданий, в том числе цепочки превращений, спектральная задача решена, но имеются недочеты;
- 30-49 баллов выставляется студенту, если решены не менее 30 % заданий и имеются существенные ошибки в решении задач, но общая тенденция правильная;
- 0-29 баллов выставляется студенту, если имеются грубые ошибки в выполнении заданий.

Затем эти баллы пропорционально переводятся в баллы рейтинга за конкретную контрольную работу

#### Задания для коллоквиума

Описание заданий для коллоквиума:

Коллоквиумы проводятся в виде собеседования в устно-письменной форме с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 7 коллоквиумов, которые распределены по модулям дисциплины. Каждый студент в подгруппе обязан решить письменно один из 14 вариантов, который содержит 6-8 задач. Обязательно каждый вариант содержит задания на номенклатуру соединений, методы синтеза, химические свойства, цепочки превращений и спектральную задачу. Далее следует собеседование с преподавателем

по двум теоретическим вопросам. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

Коллоквиум №1  
«Химия углеводов»

1. Классификация сахаров

2. Моносахариды

Альдо- и кетосахароза, принадлежность к D - и L- ряду относительно глицеринового альдегида.

Кольчато-цепные таутомерные превращения сахаров, мутаротация? 'gbvthbpfwbz.

Реакции окисления и восстановления углеводов

Реакции окисления и восстановления углеводов.

Ацилирование, Алкилирование, реакция удлинения и укорочения цепи.

Образование фенилгидразонов, озазонов и оксимов.

3. Ди- и полисахариды

Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара

Целлюлоза

Крахмал

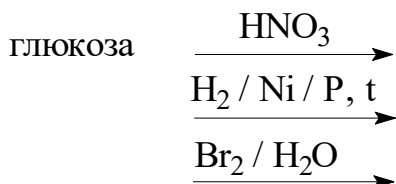
Хитин

Задачи к коллоквиуму №1

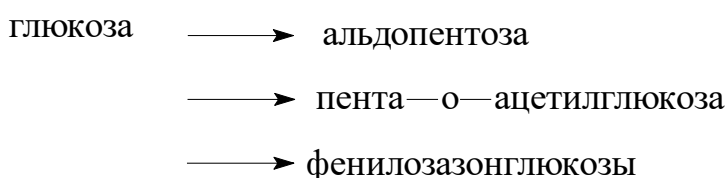
«Химия углеводов»

Вариант №1

1. Что образуется в результате следующих превращений

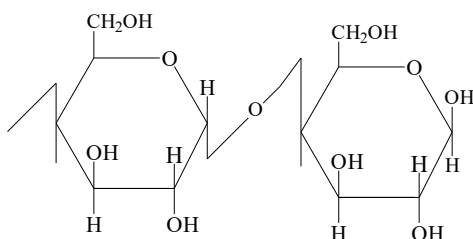


2. Как осуществить следующие превращения:



3. Как из альдопентозы получить 1 моль муравьиного альдегида, 3 моля муравьиной кислоты и  $\text{CO}_2$

4. Назовите соединение



И в левую и в правую часть входят галактоза

5. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , имеющего в твердом состоянии в ИК спектре полосы поглощения при  $3500 \text{ см}^{-1}$ , а в ЯМР спектре мультиплеты в области 3,2 – 3,5 и 4,8 – 5,0 м.д., имеется также дублет в области 5,3 м.д., характерный для ацетального протона. В растворе в спектре ИК появляется сигнал при  $1725 \text{ см}^{-1}$ , а в ЯМР при 9,6 м.д.
6. С помощью каких реакций можно подтвердить строение целлобиозы?

**Коллоквиум № 2**  
**«Синтез и свойства карбоновых кислот и их производных»**  
**Монокарбоновые кислоты**

**1. Номенклатура монокарбоновых, дикарбоновых и непредельных кислот**

**2. Методы синтеза:**

- а) Методы синтеза с использованием реакции окисления;
- б) через металлоорганические соединения;
- в) основанные на гидролизе;
- г) с применением окиси углерода, малонового эфира;
- д) специфические методы синтеза уксусной и муравьиной кислот;
- е) приемы позволяющие получить карбоновые кислоты с большей длиной цепи.

**3. Химические свойства карбоновых кислот:**

- а) зависимость силы кислоты от строения алкильного и арильного остатков;
- б) образование солей и галогенангидридов;
- в) сложные эфиры и ангидриды кислот обратимость реакции этерификации и условия ее смещения;
- г) азотосодержащие производные карбоновых кислот;
- д) реакции восстановления и галогенирования карбоновых кислот.

**4. Свойства производных карбоновых кислот**

- а) соли, реакции декарбоксилирования, мыла;
- б) реакции хлорагидридов, хлористый бензоил, синтез и значение;
- в) эфиры карбоновых кислот. Омыление, переэтерификация, восстановление, реакции конденсации;
- г) ангидриды и амиды карбоновых кислот, методы их получения и свойства;
- д) нитрилы, синтез, реакции гидрирования, омыления, взаимодействие с реагентами Гриньяра. Амидины.

**Дикарбоновые кислоты**

**1. Номенклатура.**

**2. Методы синтеза:**

- а) реакции окисления спиртов, циклоалканов, ароматических углеводов, кетонов и альдегидов;
- б) гидролиз динитрилов;
- в) синтеза на основе натрмалонового эфира;
- г) синтеза на основе ацетоуксусного эфира.

**3. Химические свойства:**

- а) кислотные свойства;
- б) реакции щавелевой кислоты;
- в) реакции малоновой кислоты и малонового эфира;
- г) реакции янтарной и глутаровой кислоты;
- д) фталевая кислота и её производные.

**4. Производные угольной кислоты:**

- а) синтез и реакции фосгена;
- б) мочевины и её производные;
- в) сложные эфиры угольной кислоты;
- г) изоцианаты уретаны;
- д) семикарбазид, гуанидин.

**Непредельные монокарбоновые кислоты:**

- а) методы получения  $\alpha, \beta$ -непредельных карбоновых кислот;
- б) реакции присоединения по двойным связям;
- в) реакции по карбонильным группам;
- г) метакриловая, акриловая кислоты, реакции полимеризации;



д) понятие о липидах, олифах, высыхающих маслах.

### Непредельные дикарбоновые кислоты:

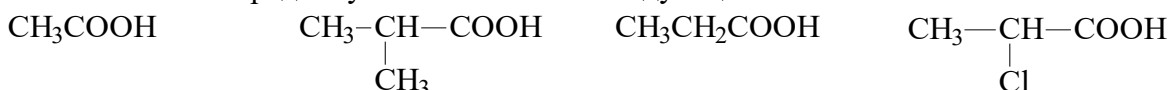
- малеиновая кислота и её ангидрид, получение и реакции;
- взаимные превращения малеиновой и фумаровой кислоты;
- циклоприсоединение малеинового ангидрида к диенам.

### Задачи к коллоквиуму № 2

#### «Синтез и свойства карбоновых кислот и их производных»

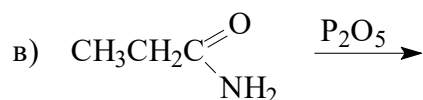
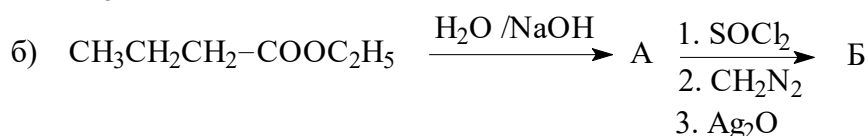
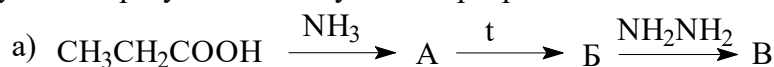
#### Вариант № 1

1. Расположите в ряд по увеличению силы следующие кислоты:

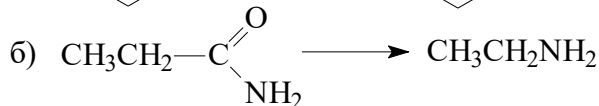
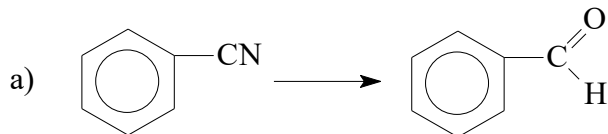


Приведите аргументированные объяснения.

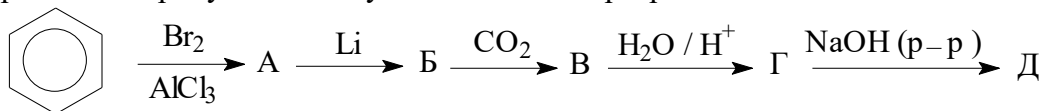
2. Что получится в результате следующих превращений?



3. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



4. Проставьте продукты в следующей цепочке превращений:



- Предложите метод синтеза нитрила пропионовой кислоты из уксусной кислоты.
- Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения 1340, 1410, 1705, 2400-3520  $\text{cm}^{-1}$ . В ЯМР<sup>1</sup>Н-спектре присутствуют триплет при 0,87 м.д., дублет при 1,03 м.д., мультиплеты при 1,52 и 1,61 м.д., дублет при 2,4 м.д. и синглет при 10,8 м.д.

### Коллоквиум № 3

#### Нитро-, amino-, азо- и диазосоединения

#### Нитросоединения

1. Способы получения:

- нитрование в алифатическом и ароматическом ряду;
- синтез нитросоединений окислением алифатических аминов и через соли арилдиазония.

2. Электронное строение нитрогруппы

3. Химические свойства нитросоединений:

- а) восстановление, зависимость результата реакции от условий;
- б) ОН- кислотность и связанные с ней свойства алифатических нитросоединений;
- в) реакции конденсации и присоединения по двойным связям олефинов;
- г) таутомерия нитросоединений, реакции аци-формы;
- д) свойства ароматических нитросоединений.

### Амины

#### 1. Способы получения:

- а) реакции нуклеофильного замещения;
- б) восстановление нитросоединений, производных карбонильных соединений и карбоновых кислот
- в) перегруппировка азидов, гидразидов и гидроксамовых кислот.

#### 3. Химические свойства аминов:

- а) зависимость кислотности и основности аминов от радикала у аминогруппы;
- б) взаимодействие с электрофильными реагентами;
- в) окисление алифатических и ароматических аминов;
- г) четвертичные аммонийные соли и их реакции;
- д) реакции ароматических аминов;
- е) диамины, методы синтеза и химические реакции.

### Диазо- и азосоединения

#### 1. Получение диазо- и азосоединений:

- а) диазотирование ароматических аминов;
- б) синтез диазометана и его реакции.

#### 2. Реакции солей диазония

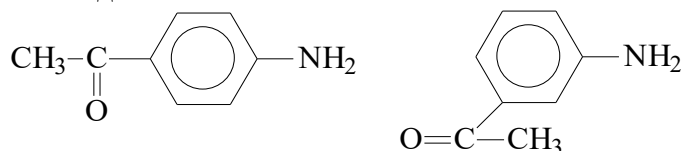
- а) реакции, протекающие без выделения азота, сочетание;
- б) реакции солей диазония, протекающие с выделением азота;
- в) восстановление диазосоединений;
- г) бензидиновая и семидиновая перегруппировки;
- д) реакции с участием диазометана.

### Задачи к коллоквиуму № 3

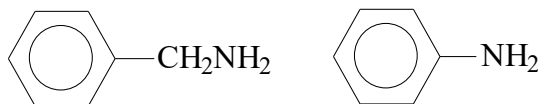
#### Нитро-, amino-, азо- и диазосоединения

#### Вариант 1

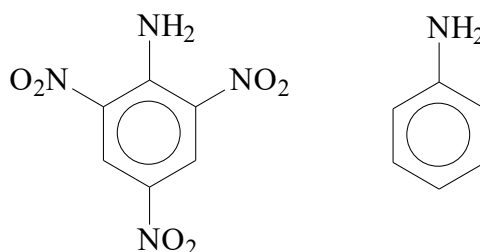
#### 1. Какое из приведенных соединений более сильное основание:



#### 2. Синтезируйте из толуола:

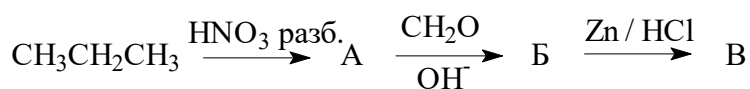


#### 3. Как можно различить:

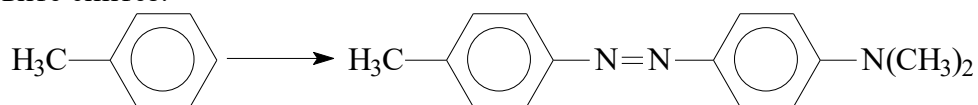


#### 4. Каким образом экспериментально может быть установлено, сколько пропилена при реакции *n*-пропиламина с HNO<sub>2</sub> образуется из *n*-пропилкатиона и сколько из пропил катиона.

#### 5. Укажите продукты в схеме:



6. Осуществите синтез:



7. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_8\text{H}_9\text{N}_2\text{Cl}$ , Имеющего в ИК спектре полосы поглощения при 650, 1500, 1600, 2130  $\text{cm}^{-1}$ . В ЯМР  $^1\text{H}$  спектре присутствуют синглет при 2,3 м.д., дублет при 6,98 м.д., триплет при 7,14 м.д.

#### КОЛЛОКВИУМ № 4

#### «Синтез и свойства гидрокси-, альдегидо- и кетокислот»

##### ГИДРОКСИКИСЛОТЫ

1. Аليفатические  $\alpha$ - гидроксикислоты

Методы синтеза  $\alpha$ -гидроксикислот

Химические свойства:

- кислотность,
- реакции галогенирования и этерификации,
- окисление.

2. Аليفатические  $\beta$ -гидроксикислоты

Методы синтеза

Химические свойства:

- реакции дегидратации и этерификации,
- окисление.

3. Аليفатические  $\gamma$ - и  $\delta$ -гидроксикислоты

Методы синтеза

Химические свойства:

- лактонизация,
- свойства лактонов.

4. Ароматические гидроксикислоты, синтез и свойства. Полигидроксикислоты ароматического и алифатического ряда.

##### АЛЬДЕГИДО- и КЕТОКИСЛОТЫ

1. Методы синтеза  $\alpha$ -оксокислот (циангидринный синтез, окисление, реакции с участием активного атома водорода).

2. Синтез  $\beta$ - оксокислот:

- реакция Кляйзена, б) перекрестная реакция Кляйзена, в) синтезы с участием ацетоуксусного эфира.

3. Химические свойства оксосоединений:

- кето-енольная таутомерия,
- реакции с участием кето-формы.
- реакции, протекающие в енольной форме.
- синтез кетонов и кислот с использованием ацетоуксусного эфира,
- реакции ацетоуксусного эфира по активированной метиленовой группе.

4.  $\gamma$  и  $\delta$  -Оксокарбоновые кислоты, синтез и химические свойства.

##### АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ

Номенклатура, классификация, стереохимия.

Методы синтеза аминокислот

- Синтез  $\alpha$ -аминокислот из альдегидов и кетонов, галоген- и кетокарбоновых кислот.
- Синтез  $\alpha$ -аминокислот из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфира.

- в) Синтез аминокислот с использованием реакции восстановления оксимов, гидразонов.
- г) Синтез аминокислот по Габриэлю.
- д) Специфические методы синтеза  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -аминокислот.

Кислотно-основные свойства аминокислот, изоэлектрическая точка.

Химические свойства аминокислот.

- а) Образование солей, эфиров и амидов.
- б) Реакция с галоидными алкилами, азотистой кислотой,  $PCl_5$ , реактивом Сэнгера.
- в) Поведение аминокислот при нагревании.
- г) Реакции аминокислот *in vivo*.
- д) Приемы определения строения природных аминокислот.

Пептиды

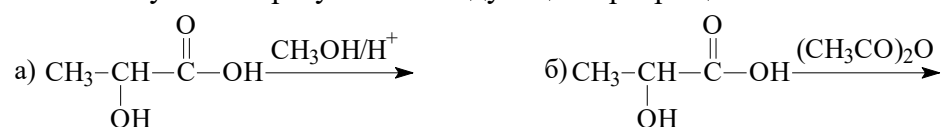
- а) классификация пептидов, названия концевых групп.
- б) Определение структуры пептидов.
- в) Синтез пептидов.
- г) Понятия о вторичной и третичной структуре белков.
- д) Функции белков и качественные реакции на белки.

Задачи к коллоквиуму №4

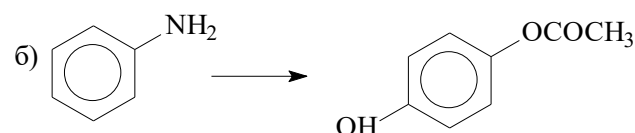
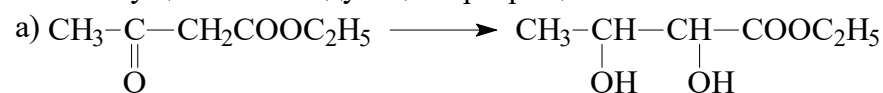
Вариант 1

«Функциональные производные карбоновых кислот»

1. Что получится в результате следующих превращений.

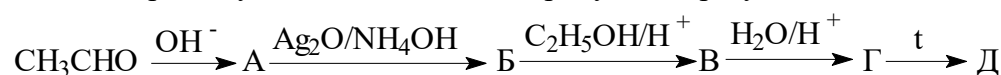


2. Как осуществить следующие превращения.



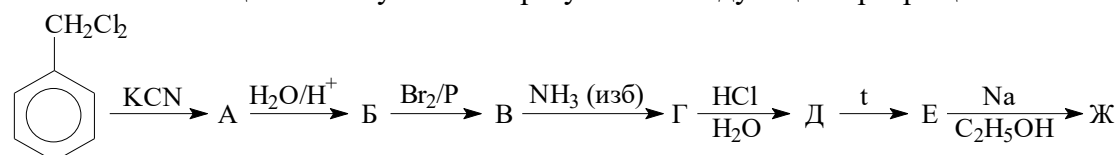
3. Определите структуру исходного соединения брутто – формулы  $C_4H_6O_3$ , если оно присоединяет два атома водорода при обработке гидроборатом натрия, бромится действием бромной воды, показывает кислые свойства.

4. Какие промежуточные и конечный продукты образуются?

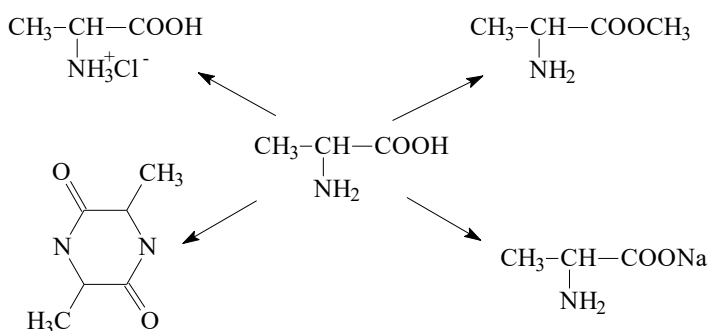


5. Установите структуру соединения формулы  $C_7H_{12}O_3$ , имеющего в ИК спектре полосы поглощения при 1340, 1450, 1260, 1715, 1730  $cm^{-1}$ . В ЯМР  $^1H$  спектре присутствуют дублет при 1.24 м.д., синглет при 2.1 м.д., синглет при 2.8 м.д. и септет при 4.03 м.д.

6. Какие вещества получаются в результате следующих превращений



7. Как осуществить следующие превращения



8. Предложите путь синтеза фенилглицина из толуола используя реакцию его нитрования по Коновалову.

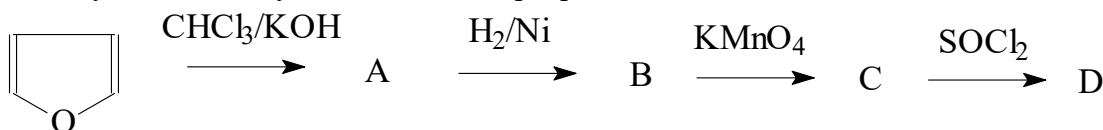
Коллоквиум №5  
«Химия гетероциклических соединений»

1. Общая классификация гетероциклов и их электронная конфигурация
2. Пятичленные гетероциклы:
  - а) методы синтеза фурана, пиррола, тиофена
  - б) химические свойства пиррола
  - в) химические свойства фурана
  - г) химические свойства тиофена
  - д) синтез альдегидо- и алкилпроизводных тиофена, фурана, пиррола и их свойства
  - е) методы синтеза и основные реакции индола
  - ж) пиразол и тиазол
  - з) оксазол и тиазол
3. Шестичленные гетероциклы:
  - а) пиридин, строение, кислотно-основные свойства
  - б) методы синтеза пиридина
  - в) N-окись пиридина, ее синтез и свойства
  - г) реакции окисления и восстановления пиридина и его производных
  - д) методы синтеза и особенности поведения 2-амино- и 2-гидрокси-производных пиридина
  - е) реакции электрофильного замещения в пиридине
  - ж) нуклеофильное и радикальное замещение для пиридина
  - з) хинолин, синтез и его основные реакции
  - и) полигетероароматические системы
  - к) конденсированные гетероциклы с гетероатомами в нескольких циклах (пурин, кофеин, теобромин, пиридин)

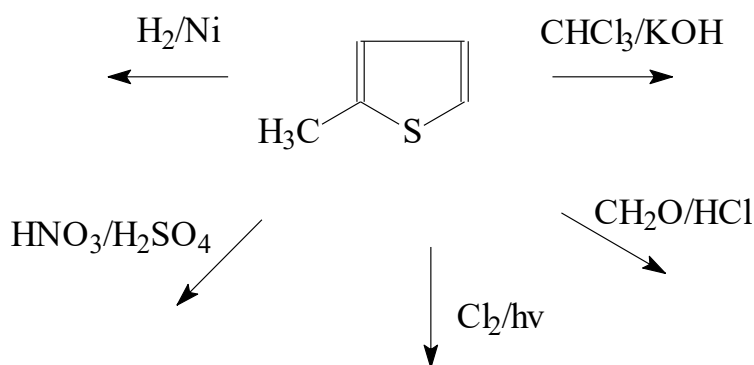
Задачи к коллоквиум №5  
«Химия гетероциклов»

Вариант №1

1. Определите гибридизацию атомов азота в молекуле имидазола. Как можно объяснить увеличение кислотных свойств в данном соединении.
2. Что получится в следующей цепочке превращений:



3. Предложите метод синтеза 2,3,5-триметилиндола из бензола и других необходимых соединений алифатического ряда.
4. Что получится в следующих превращениях:



5. Сравните по реакционной способности в реакциях электрофильного замещения пиррол, тиофен, 2-метилфуран, пиридин.
6. Установите структуру соединения формулы  $C_6H_7NO$ , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения при 3280, 1700  $cm^{-1}$ . В ЯМР  $^1H$  спектре присутствуют синглет при 2.1 м.д., дублет при 6.37 м.д., мультиплет при 6.18 м.д., дублет при 7.03 м.д.

Критерии оценки (в баллах):

- 80-100 баллов выставляется студенту, если полностью решены 6-8 заданий, в том числе в обязательном порядке задача на установление структуры, и даны исчерпывающие ответы на теоретические вопросы;
- 50-79 баллов выставляется студенту, если решены не менее 50 % заданий, в том числе цепочки превращений, спектральная задача решена, даны ответы на теоретические вопросы но имеются недочеты;
- 30-49 баллов выставляется студенту, если решены не менее 30 % заданий и имеются существенные ошибки в решении задачи изложении теоретического материала, но общая тенденция правильная;
- 0-29 баллов выставляется студенту, если имеются грубые ошибки

### ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ДИСЦИПЛИНЫ «СПЕЦГЛАВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»

#### 1. Карбоновые кислоты и их производные.

- А. Синтез бензойной кислоты окислением толуола азотной кислотой.
- Б. Синтез бензойной кислоты окислением толуола марганцевокислым калием.
- В. Синтез адипиновой кислоты окислением циклогексанола марганцевокислым калием.
- Г. Синтез адипиновой кислоты окислением циклогексанола азотной кислотой.
- Д. Синтез «пара-нитробензойной кислоты окислением «ара-нитротолуола бихроматом калия.
- Е. Синтез азелаиновой кислоты из касторового масла.

#### 2. Сложные эфиры карбоновых кислот

- А. Синтез этилбензоата.
- Б. Синтез изо-пропилбензоата.
- В. Синтез диэтиладипината.
- Г. Синтез диэтилоксалата.

#### 3. Азотсодержащие

- А. Синтез анилина.
- Б. Синтез *para*-аминоазобензола.
- В. Синтез бензидиндигидрохлорида.
- Г. Синтез фенилгидроксиламина.

Д. Синтез фенола из анилина.

Е. Синтез иодбензола.

Ё. Синтез хлорбензола.

#### 4. Качественные реакции на углеводы и белки

А. Реакции моносахаридов с фелинговой жидкостью.

Б. Реакция серебряного зеркала.

В. Синтез озонов.

Г. Биуретовая реакция.

Д. Реакция Адамкевича.

Е. Ксантопротеиновая реакция.

#### 5. Синтез гетероциклических соединений

А. Синтез хинолина.

Б. Синтез лактона 4-(пара-толил)-4-гидроксимасляной кислоты.

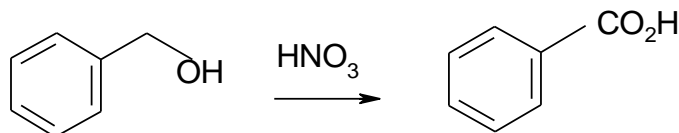
В. Синтез 1,2,3,4-тетрагидрокарбазола.

Г. Синтез эозина.

**Пример описания методики выполнения эксперимента в лабораторной работе**

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

#### СИНТЕЗ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ БЕНЗИЛОВОГО СПИРТА



#### Реактивы

1. Бензиловый спирт 5 мл (0,05 моль)
2.  $\text{HNO}_2$  (конц.,  $d=150$  моль)
3.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (прокалённый)

#### Оборудование

1. Трёхголая круглодонная колба на 50 мл
2. Колбонагреватель
3. Обратный холодильник
4. Термометр от 0 до  $150^\circ\text{C}$
5. Механическая мешалка
6. Капельная воронка
7. Колба Бунзена на 100 мл
8. Фильтр Шотта
9. Установка для перекристаллизации
10. Эксикатор
11. Двурогий форштосс

Продукт:  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ , молекулярная масса 122,12 у.е., теоретический выход 6,11 г.

#### Порядок сборки установки

1. Установить на подъемном столике колбонагреватель
2. Закрепить над ним колбу, снабженную механической мешалкой, двурогим форштоссом, обратным холодильником, термометром и капельной воронкой
3. Закрепить на штативе колбу Бунзена с фильтром Шотта
4. Собрать установку для перекристаллизации

#### Порядок синтеза

Загружают в колбу бензиловый спирт и при нагревании до  $100^\circ\text{C}$  и перемешивании прикапывают 20 минут азотную кислоту. Нагревание продолжают до прекращения выделения бурого оксида азота и исчезновения органического слоя. Смесь охлаждают, выпавшую

бензойную кислоту отфильтровывают, перекристаллизовывают из минимального количества воды и высушивают. Т пл. 122,5°C.

Техника безопасности

**Оксиды азота очень ядовиты!** Работу проводить только в вытяжном шкафу.

Литература

1. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С. /Лабораторные работы в органическом практикуме //М, 1974, С. 113.

### ***Образец оформления лабораторного журнала***

Ведение соответствующих записей - жизненно важная часть всей экспериментальной работы. Окончательный отчет должен быть точным, ясным и кратким и содержать такое количество информации, чтобы любой профессиональный химик смог точно повторить работу. Ниже изложены общепринятые положения и установившийся порядок ведения рабочего журнала.

#### ***1. Запись экспериментальных данных***

Ведите все записи в прочном лабораторном журнале. Каждый эксперимент должен иметь номер, заглавие и дату его проведения. По ходу эксперимента все наблюдения, взвешивания, температуры и другие данные заносите непосредственно в журнал (не пишите их на клочках бумаги, которые легко потерять).

#### ***2. Окончательный отчет***

После того как эксперимент завершен, необходимо написать окончательный отчет (как проиллюстрировано ниже), который должен включать:

1. Краткую формулировку цели эксперимента.

2. Написанный своими словами сжатый отчет о непосредственно проведенном эксперименте, а не простую копию данной методики. Количества веществ помещают в скобки после их названия. Приведем такой пример: «Сухие магниевые стружки (0,45 г, 0,018 моль) поместили в высушенную в печи 25-мл трехгорлую колбу, снабженную капельной воронкой, обратным холодильником (и то, и другое с хлоркальциевыми трубками) и магнитной мешалкой. В капельную воронку залили раствор бромбензола (2,65 г, 0,017 моль) в сухом эфире (9 мл) и прикапывали его в течение примерно 5 мин с перемешиванием. После прикапывания первых нескольких капель, раствор помутнел и стал нагреваться. Прикапывание было продолжено с такой скоростью, чтобы эфир спокойно кипел.» Детальные описания стандартных экспериментальных методик, например перегонки или кристаллизации, обычно не требуются (за исключением экспериментов, специально разработанных для обучения этим методам), но они должны включать сведения о любых изменениях, которые важны для данного конкретного эксперимента.

3. Массу каждого продукта и его выход в процентах:  
 $\text{выход (\%)} = (\text{полученный выход} / \text{теоретический выход}) * 100.$

4. Температуру плавления или кипения каждого продукта, а также литературные данные для сравнения (последние можно получить из справочной литературы, имеющейся в лаборатории или библиотеке).

5. Заключительную часть, суммирующую результаты и комментирующую их.

#### ***3. Образцы и спектры***

Сохраните в небольшом количестве образцы всех продуктов, интермедиатов и производных и нанесите на ампулу с образцом ваше имя, номер эксперимента, дату, название соединения и его температуру плавления. Спектры должны иметь аналогичные пометки, и, кроме того, на них следует указать условия и параметры при которых они были записаны.

Дата

Лабораторная работа №

Работа начата

Тема:

Схема реакций:

Оборудование и реактивы:



Методика эксперимента:

Ход эксперимента:

Таблица:

Полученное вещество	Константы		Выход		
	экспериментальные	справочные	г	в %	от теоритического.

Вывод:

Работа закончена:

Затрачено:

Подпись преподавателя:

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Травень В.Ф. Органическая химия. В 3 т. Т. 1-3: учебное пособие для вузов. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"). 2015. 401 с. ЭБС Издательство «Лань», [https://e.lanbook.com/book/84108?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84108?category_pk=3865#book_name), [https://e.lanbook.com/book/84109?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84109?category_pk=3865#book_name), [https://e.lanbook.com/book/84110?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84110?category_pk=3865#book_name)
2. Пресс И.А. Основы органической химии для самостоятельного изучения. Изд-во "Лань", 2016. 432 с. ЭБС Издательство «Лань», [https://e.lanbook.com/book/71727?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/71727?category_pk=3865#book_name)
3. Карлов С.С., Нуриев В.Н., Теренин В.И., Зайцева Г.С. Задачи по общему курсу органической химии с решениями для бакалавров. Изд-во: "Лаборатория знаний", 2016. 496 с. ЭБС Издательство «Лань», [https://e.lanbook.com/book/70689?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/70689?category_pk=3865#book_name)
4. Теренин В.И., Ливанцов М.В., Матвеева Е.Д., Ивченко П.В., Нифантьев И.Э. Практикум по органической химии, М: Бином, 2015г., 571 с. ЭБС Издательство «Лань», [https://e.lanbook.com/book/84123?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/84123?category_pk=3865#book_name)

#### Дополнительная литература:

5. Березин Д.Б., Шухто О.В., Сырбу С.А., Койфман О.И. Органическая химия. Изд-во "Лань", 2014. 240 с. ЭБС Издательство «Лань», [https://e.lanbook.com/book/44754?category\\_pk=3865#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/44754?category_pk=3865#book_name)
6. Органическая химия. 1-4 ч. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П., М.: "БИ-НОМ. Лаборатория знаний", 2012 г. ЭБС Издательство «Лань», <http://e.lanbook.com/>
7. Смит В. А. , Дильман А. Д. Основы современного органического синтеза: учебное пособие, М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 746 с. ЭБС «Университетская библиотека онлайн», <http://biblioclub.ru/>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. «Электронная библиотека БашГУ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> № 208, 504, 505 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100); № 101 (Химфак корпус, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).	<b>Аудитория № 208</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран настенный ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte, аудиосистема, ноутбук Samsung,	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
	<b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 208, 504, 505 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100); № 101 (Химфак	<b>Аудитория № 504</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колбонагреватель ПЭ-4120М, озонатор

<p>корпус, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 208, 504, 505 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100); № 101 (Химфак корпус, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 208, 504, 505 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100); № 101 (Химфак корпус, по адресу: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 2 (201) (Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди, д. 32), читальный зал № 201, аудитория № 403 компьютерный класс (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p><b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> 504, 505 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p>	<p>ТЛ-5К, сушильный шкаф, лабораторная посуда, лабораторные штативы</p> <p><b>Аудитория № 505</b> Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, аквадистиллятор, установки для перегонки и кристаллизации, прибор для электролиза, лабораторные регуляторы напряжения колбонагреватели ПЭ-4120, магнитная мешалка ES-6120, 14, поляриметр портативный П-161 М, рефрактометр ИРФ-470 (1,3-1,52), ультрагермостат MLW, инв. № 000001101042459 устройство для сушки посуды ПЭ-2000, лабораторная посуда, лабораторные штативы.</p> <p><b>Аудитория № 101</b> 1.Аквадистиллятор ДЭ-4 2.Кондуктометры (2 шт). 3.Модуль “Термостат” 4.Модуль “Электрохимия” 5.Модули “Универсальный контроллер” (2 шт). 6.Модуль “Термохимический анализ” 7. Поляриметр круговой СМ-3 8.Термостаты (3 шт). 9.Весы аналитические (101 лаб.), 10.Кондуктометр АНИОН 7020 (101 лаб.), 11.Весы технические (101 лаб.). 12.Персональный компьютеры Pentium 4.</p> <p><b>Аудитория № 403</b> 1.Коммутатор HP V1410-24G 2.Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One (12 шт.) 3.Персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт.) 4.Сервер №2 Depo Storm1350Q1 5.Коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G.</p> <p><b>Читальный зал № 2 (201)</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p><b>Читальный зал № 201</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблок стационарный – 1 шт.</p>	<p>Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Технология органического синтеза» на 3-4 семестры

Очная форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Ямансарова Эльвира Талгатовна

Практические занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Ямансарова Эльвира Талгатовна

Лабораторные занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Миннибаева Эльза Макмуновна  
доцент каф. ТХМ, к.х.н. Каримова Эльза Рамильевна

Вид работы	Объем дисциплины		
	3 сем	4 сем	всего
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72	2/72	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36	33,2	69,2
лекций	18	16	34
практических/ семинарских			
лабораторных	18	16	34
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)		1,2	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36	11,8	47,8
Учебных часов на подготовку к экзамену		27	27

Экзамен 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 семестр								
1.	Углеводы. Номенклатура и классификация. Моносахара. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация. Реакции окисления, восстановления, ацилирования, алкилирования, образования озазонов и гидразонов. Приемы наращивания и деградации цепи. Олиго- и полисахара.	2		6	8	Основная 1, кн. 4 Дополнительная 5, т.2, с. 5-35	Основная 1, кн. 4 Дополнительная 5, т.2, с. 27-35	СР1 Кол1
2.	Карбоновые кислоты и их производные. Классификация и номенклатура. Методы получения с использованием реакций окисления, гидролиза, литий- и магнийорганических соединений, малонового и ацетоуксусного эфиров. Промышленные методы синтеза уксусной и муравьиной кислот, природные источники	8		6	12	Основная 1, кн. 3 с.166-194 Дополнительная 7,	Основная 1, кн. 3 с.195-212 Дополнительная 7	СР2

	<p>карбоновых кислот. Физические свойства карбоновых кислот. Химические свойства: кислотность и ее зависимость от положения заместителей в алкильном и арильном остатке. Основные производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, гидразиды, азиды, гидроксимовые кислоты, нитрилы, амидины. Восстановление и галогенирование кислот. Высшие карбоновые кислоты. Реакции ароматических карбоновых кислот.</p>							
3.	<p>Производные карбоновых кислот. Соли: реакции декарбоксилирования, реакции Кольбе и Хунсдиккера-Бородина. Мыла. Хлорангидриды: реакции ацилирования, восстановления, взаимодействие с металлорганическими соединениями. Сложные эфиры: реакции восстановления, переэтерификации и конденсации. Ангидриды карбоновых кислот: ацилирующие агенты, реакция Перкина. Амиды: кислотно-</p>	8		6	12	<p>Основная 1, кн. 3 с.214-243 Дополнительная 6.,с. 318</p>	<p>Основная 1, кн. 3 с.243-248 Дополнительная 6.,с. 318 Методички (номера заданий указываются преподавателем)</p>	<p>СР3 Кол2 Ауд КР№1 (по пп.2-3 программы) ДКР 1</p>

<p>основные свойства, превращение в амины по Гофману, родственные реакции Шмидта, Курциуса и Лоссена, реакции с азотистой кислотой. Нитрилы: реакции восстановления, взаимодействие с магнийорганическими реагентами. Взаимопревращения амидов и нитрилов. Дикарбоновые кислоты. Номенклатура и классификация. Методы синтеза: реакции окисления, гидролиза, синтеза с использованием малонового и ацетоуксусного эфиров. Промышленные пути получения щавелевой кислоты. Химические свойства. Реакции протекающие при нагревании, сложноэфирная конденсация, реакция Кневенагеля, реакции малонового эфира по активированной метиленовой группе. Янтарная, глутаровая и фталевая кислоты, образование ангидридов и имидов, использование их в реакции Габриэля. Практическое применение производных фталевой и терефталевой кислоты.</p> <p>Производные угольной кислоты:</p>									
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>фосген, мочеви́на и ее производные, сложные эфиры угольной кислоты, уретаны, гуанидин. Пути практического использования производных угольной кислоты</p> <p>Непредельные монокарбоновые кислоты. Классификация. Методы получения и реакции <math>\alpha,\beta</math>-непредельных карбоновых кислот. Главные представители ряда – акриловая, метакриловая кислота и их производные. Понятие о природных непредельных кислотах – линолевой, линоленовой, арахи́доновой, простагландинах, липидах, жирах. Олифа и другие высыхающие масла.</p> <p>Непредельные дикарбоновые кислоты. Способы получения малеиновой и фумаровой кислот, их взаимопревращения. Стереои́зомерия.</p>							
4 семестр								
1.	<p>Нитросоединения. Номенклатура и классификация. Способы получения нитрованием по Коновалову и окислами азота, окислением аминов. Строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Химические свойства.</p>	2		4	2	<p>Основная 1, кн. 3 с.325-408 Дополнительная 6, с. 676-611</p>	<p>Основная 1, кн. 3 с. 325-408 Дополнительная 5, с. 676-611 Методички (номера заданий указываются преподавателем)</p>	СР4



	<p>Каталитическое гидрирование, восстановление, зависимость его от кислотности среды. Реакции по активированной метиленовой группе. Таутомерия нитросоединений, реакции ациформы. Нитроуксусный эфир и его свойства. Свойства ароматических нитросоединений. Нитрозосоединения: методы синтеза, таутомерия, димеризация, реакции конденсации.</p>							
2	<p>Амины. Классификация, номенклатура. Способы получения реакциями нуклеофильного замещения, восстановления нитросоединений, оксимосв, гидразонов и гидроксамовых кислот. Перегруппировки Гофмана, Шмидта, Курциуса, Лоссена. Физические свойства аминов, способность к образованию водородных связей. Химические свойства. Зависимость кислотно-основных свойств от строения радикала. Окисление ароматических и алифатических аминов. Четвертичные аммонийные соли, получение, свойства и практическое использование.</p>	2		4	2	<p>Основная 1, кн. 3 с. 273-324 Дополнительная 5, т.2, с.422-463 7</p>	<p>Основная 1, кн. 3 с.273-324 Дополнительная 5, т.2, с.422-463 7</p>	<p>СР5 Кол3 АКР №2 (пп.4-5)</p>

	<p>Свойства ароматических аминов. Диамины, важнейшие методы получения и свойства.</p> <p>Диазо- и азосоединения. Синтез ароматических diazosоединений реакцией diaзотирования.</p> <p>Электронное строение. Реакции солей diaзония, протекающие без выделения азота. Азосочетание, азо- и diaзосоставляющие.</p> <p>Азокрасители. Соли diaзония как электрофильные агенты.</p> <p>Diazосоединения жирного ряда.</p>							
3	<p>Гидроксикислоты. Номенклатура и классификация. Алифатические гидроксикислоты. Общие методы синтеза. Специфические методы синтеза <math>\beta</math>-гидроксикислот.</p> <p>Химические свойства. Реакции дегидратации. Стереохимия природных гидроксикислот и главные представители класса.</p> <p>Ароматические гидроксикислоты, методы получения и химические свойства. Салициловая кислота, аспирин, салол.</p> <p>Альдегидо- и кетокислоты. Простейшие <math>\alpha</math>-альдегидо- и <math>\alpha</math>-кетокислоты. Получение из кетонов, карбоновых кислот и их производных. Химические свойства. Синтез <math>\beta</math>-альдегидо- и</p>	4		4	2	<p>Основная 1, кн. 3 с.166-270</p> <p>Дополнительная 6, с. 298-315</p>	<p>Основная 1, кн. 3 с.166-270</p> <p>Дополнительная 6, с. 298-315</p> <p>Методички (номера заданий указываются преподавателем)</p>	<p>СР6</p> <p>Кол4</p> <p>АКР №3 (п.п.1, 6)</p> <p>ДКР №2</p>

	<p><math>\beta</math>-кетокислот реакцией Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, таутомерия, двойственная реакционная способность. Аминокислоты. Номенклатура, классификация и конфигурационные ряды. Методы синтеза <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-аминокислот. Кислотно-основные свойства и зависимость их от pH среды. Реакции по карбоксильной и аминогруппе, взаимодействие с азотистой кислотой. Зависимость превращений, протекающих при нагревании от взаимного расположения функциональных групп. Аминокислоты ароматического ряда. Белки. Анализ полипептидов и их синтез. Вторичная, третичная и четвертичная структура белка.</p>							
4	<p>Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Методы синтеза и взаимопревращения по Юрьеву. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома. Реакции электрофильного замещения в пирроле, фуране и тиофене. Реакции восстановления и окисления. Получение солей</p>	4		4	2	Дополнительная 5, т.2, с. 367-403	Дополнительная 5, т.2, с. 398-403 Методички (номера заданий указываются преподавателем)	CP7

	<p>пиррола и использование их в синтезе. Фурфурол, тиофен-2-альдегид, пироглизиновая кислота. Пиррол-2-альдегид и его превращения в порфирины. Пиррол – как основа хлорофила и гемоглобина.</p> <p>Индол и его производные, синтез по Фишеру. Реакции индола, синтез красителей на его основе.</p> <p>Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиразол, имидазол, триазол, тетразол, оксазол, тиазол. Основные методы синтеза, ароматичность и химические свойства.</p>							
5	<p>Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Реакции, протекающие по атому азота. Взаимодействие пиридина с окислителями и гидрирование. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла. Реакции электрофильного замещения в пиридине и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода и атомов галогена. Реакции метилпиридина,</p>	4			7,8	Дополнительная 5, т.2, с. 383-396	Дополнительная 5, т.2, с. 383-396 Методички (номера заданий указываются преподавателем)	СР8 Кол 5 АКР №4 (п.п. 7-8) ДКР №3

<p>гидрокси- и аминопиридинов, таутомерия гидроксипиридинов. Хинолин и его простейшие производные. Синтез хинолина по Краупу и Дебнеру-Миллеру. Реакции хинолина. Изохинолин. Природные соединения-производные пиридина. Шестичленные азотсодержащие гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин, его синтез и реакции. Урацил, цитозин, тимин, пурин, кофеин, мочевая кислота. Понятие о нуклеотидах и нуклеиновых кислотах.</p>							
Подготовка к экзамену				27			
Контактные часы на аттестацию 1,2				1,2			
<b>Всего часов: 144</b>	34		34	76			

## Рейтинг – план дисциплины

направление 27.03.01 Стандартизация и метрология

курс 2 семестр 3,4

Количество часов по учебному плану 144, в т.ч. аудиторная работа 68 ч., самостоятельная работа 47,8 ч

Преподаватели: Ямансарова Эльвира Талгатовна, кандидат химических наук, доцент

Миннибаева Эльза Макмуновна, кандидат химических наук, доцент

Каримова Эльза Рамильевна, кандидат химических наук, доцент

Кафедра технической химии и материаловедения

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Углеводы. Карбоновые кислоты и их производные по карбоксильной группе и углеводородному остатку</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>13</b>		<b>0</b>	<b>13</b>
Самостоятельная работа №1 «Углеводы»	1	1	0	1
Самостоятельная работа №2 «Методы синтеза и свойства карбоновых кислот и их производных»	1	1	0	1
Самостоятельная работа №3 «Производные карбоновых кислот»	1	1	0	1
2.Выполнение лабораторных работ.	2	2	0	2
Качественные реакции на углеводы	1		0	1
Синтез и свойства карбоновых кислот	1		0	1
3.Коллоквиумы	8	2	0	8
№1 «Углеводы»	3		0	3
№2 «Карбоновые кислоты и их производные»	5		0	5
<b>Рубежный контроль</b>	<b>8</b>			<b>8</b>
1. Домашняя контрольная работа №1	2	1	0	2
2. Контрольная работа №1 «Карбоновые кислоты и их производные»	6	1	0	6
<b>Модуль 2 Азотсодержащие органические соединения</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>9</b>		<b>0</b>	<b>9</b>
1.Написание самостоятельных работ №4 «Синтез и свойства нитросоединений»	1	2	0	2
	1			
	1			

№ 5 «Синтез и свойства аминов, азо- и diaзосоединений»				
2.Выполнение лабораторных работ	1	1	0	1
4 .Коллоквиум Азотсодержащие производные органических соединений	6	1	0	6
<b>Рубежный контроль</b>	<b>7</b>		<b>0</b>	<b>7</b>
1.Письменная контрольная работа №2 «Азотсодержащие органические соединения»	5	1	0	5
2.Индивидуальная контрольная работа №2	2	2	0	2
<b>Модуль 3 Функциональные производные карбоновых кислот по углеводородному радикалу</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>8</b>			<b>8</b>
Тестовый контроль: написание самостоятельных работ №6 «Гидрокси- и оксокарбоновые кислоты, аминокислоты»	2	1	0	2
Коллоквиум №4 «Функциональные производные карбоновых кислот - гидрокси -, оксо- и аминокислоты, углеводы»	6	1	0	6
<b>Рубежный контроль</b>	<b>7</b>		<b>0</b>	<b>7</b>
1. Письменная контрольная работа № 3 «Функциональные производные карбоновых кислот»	7	1	0	7
<b>Модуль 4. Гетероциклические соединения</b>				
<b>Текущий контроль 10</b>				<b>10</b>
Написание самостоятельных работ № 7 «Пятичленные гетероциклы»	2	2	0	2
№ 8 «Шестичленные гетероциклы»	1		0	1
№ 8 «Шестичленные гетероциклы»	1		0	1
Выполнение лабораторных работ	2	1	0	2
Коллоквиум № 5 «Синтез и свойства гетероциклических соединений»	6	1	0	6

<b>Рубежный контроль</b>	<b>8</b>		<b>0</b>	<b>8</b>
Письменная контрольная работа № 4 «Химия гетероциклических соединений»	6	1	0	6
2. Индивидуальная контрольная работа №3	2	1	0	2
<b>Посещение лекционных занятий</b>				<b>-6</b>
<b>Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий</b>				<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
2. Экзамен	30	1	0	30
<b>Поощрительные баллы:</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
Помощь в учебно-методической работе по предмету				<b>10</b>