



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Красицкая С.Г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой Общей,  
неорганической и элементоорганической  
химии



(подпись)

Капустина А.А.

« 05 » января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия гетероциклических соединений

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Фундаментальная химия (совместно с ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 14 час.

практические занятия 0 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. /пр. /лаб. 8 час.

всего часов аудиторной нагрузки 50 час.

самостоятельная работа 166 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа не предусмотрена

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13 июля 2017 г. № 655.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей и неорганической химии Школы естественных наук, протокол № 5 от «05» января 2021 г.

Заведующий кафедрой Капустина А.А.

Составитель: к.х.н., доцент Андин А.Н.

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Химия гетероциклических соединений»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Химия гетероциклических соединений» разработана для студентов 2 курса направления подготовки 04.04.01, Химия образовательной программы «Фундаментальная химия (совместно с ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)», в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 з.е. (216 час.). Учебным планом предусмотрены лекции (14 час.) и лабораторные работы (36 час.), самостоятельная работа студента (166 час., в том числе 36 час. на экзамен). Дисциплина «Химия гетероциклических соединений» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений – дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.03.01), реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

**Цель курса** – формирование у магистрантов знаний о номенклатуре, методах получения и основных типах реакций гетероциклических соединений.

### **Задачи:**

- 1) владение основными принципами синтонного подхода при планировании синтеза гетероциклического соединения;
- 2) знание классических и современных методов постановки синтетического эксперимента;
- 3) получить знания об основных типах синтетических реакций с участием гетероциклов.

Полученные навыки по курсу «Химия гетероциклических соединений» в дальнейшем будут использоваться при изучении таких дисциплин, как Целенаправленный синтез органических соединений, Избранные главы биоинженерии, Медицинская химия с элементами комбинаторики и др.

Для успешного изучения дисциплины «Химия гетероциклических соединений» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;
- владение системой фундаментальных химических понятий.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий
		ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1	Знает о последних достижениях в области химии гетероциклических соединений; основные методы исследования органических веществ и материалов
	Умеет спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР; обобщать научный материал, применять полученную информацию в новой ситуации.
	Владеет техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; основами ретросинтетического анализа гетероциклических систем
ПК-1.2	Знает основные компьютерные программы для обработки и представления результатов исследования
	Умеет применять новые методы исследования для проведения новых реакций и получения новых веществ, интерпретировать спектральные данные полученных соединений, обобщать научный материал, применять полученную информацию в новой ситуации.
	Владеет современными физическими методами установления строения органических соединений, навыками работы с научной литературой и базами данных, навыками представления результатов НИР в виде докладов и отчетов

## 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц (216 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Модуль 1 Введение в химию гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним и двумя гетероатомами	3	8	24	0				экзамен
2	Модуль 2 Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (моноядерные и конденсированные). Шестичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами	3	6	12	0	0	130	36	
Итого:		216	14	36	0	0	130	36	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Курс лекций (14 час).**

**МОДУЛЬ 1. Введение в химию гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним и двумя гетероатомами (8 час).**

**Тема 1. Введение в химию гетероциклов. Классификация способов синтеза различных типов гетероциклов (1 час).** Введение. Многообразие и классификация гетероциклических соединений. Основные типы реакций гетероциклизации. Структурные блоки, наиболее часто используемые в синтезе гетероциклов.

**Тема 2. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен) (2 час).** Пиррол и его производные. Способы получения и химические свойства. Фуран и тиофен, их производные. Способы получения и химические свойства.

**Тема 3. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (индол) (2 час).** Способы синтеза индольной системы. Химические свойства индола.

**Тема 4. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (продолжение) (1 час).**

Бензофуран и бензотиофен. Способы получения и химические свойства. Изоиндол и индолизин. Способы получения и химические свойства.

**Тема 5. Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (2 час).** 1,2-Азолы. Способы получения и химические свойства. 1,3-Азолы. Способы получения и химические свойства.

**МОДУЛЬ 2. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (моноядерные и конденсированные). Шестичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (6 час).**

**Тема 1. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин, соли пирилия) (2 час).** Пиридин и его производные.

Способы получения и химические свойства. Соли пирилия. Способы получения и химические свойства.

**Тема 2. Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (хинолин и изохинолин) (2 час).** Хинолин. Способы получения и химические свойства. Изохинолин. Способы получения и химические свойства.

**Тема 3. Шестичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (диазины) (2 час).** Пиримидин и его производные. Способы получения и химические свойства. Пиридазин и пиазин. Способы получения и химические свойства.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Лабораторные работы (36 час).**

**Методы активного обучения (МАО) 8 час.**

### **Модуль 1.**

**Лабораторная работа № 1.** Получение 2,4,6-трифенилпиридина (12 час).

МАО 8 час. (метод проектов)

1. Подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры.
2. Проведение реакции между бензальдегидом, ацетофеноном и хлорной кислотой.
3. Выделение продукта реакции.
4. Очистка продукта реакции.
5. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).
6. Реакция перхлората 2,4,6-трифенилпирилия с ацетатом аммония.
7. Выделение продукта реакции.
8. Очистка продукта реакции.
9. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).

**Лабораторная работа № 2.** Получение пироксалиновой кислоты (6 час).

1. Подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры.
2. Проведение реакции окисления фурфурола гипобромитом натрия.
3. Выделение продукта реакции.
4. Очистка продукта реакции.
5. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).

**Лабораторная работа № 3.** Получение 3,5-диметилпиразола (6 час).

1. Подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры.
2. Проведение реакции ацетилацетона с гидразином.
3. Выделение продукта реакции.
4. Очистка продукта реакции.
5. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).

**Модуль 2.**

**Лабораторная работа № 4.** Получение 2,6-диметил-3,5-дикарбэтокси-4-(м-нитрофенил)-1,4-дигидропиридина (6 час).

1. Подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры.
2. Проведение конденсации м-нитробензальдегида, ацетоуксусного эфира и аммиака.
3. Выделение продукта реакции.
4. Очистка продукта реакции.
5. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).

**Лабораторная работа № 5.** Получение 1,2,3,4-тетрагидрокарбазола (6 час).

1. Подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры.
2. Проведение реакции циклогексанона с солянокислым фенилгидразином.
3. Выделение продукта реакции.
4. Очистка продукта реакции.
5. Характеристика продукта (температура плавления, спектральные данные).

**Самостоятельная работа (166 час).**

Выполнение домашних заданий, работа с литературой (130 час).

Подготовка к экзамену (36 час).



### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» (166 час).**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	1-9 нед.	Выполнение домашних заданий № 1-21 (1 модуль)	65 час	Опрос перед началом занятия; проверка домашних заданий
2.	10-18 нед.	Выполнение домашних заданий № 22-43 (2 модуль)	65 час	Опрос перед началом занятия; проверка домашних заданий
3.		Подготовка к экзамену	36 час	Экзамен

#### **Характеристика заданий для самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения

теоретического материала, относящегося к работе и теоретического ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы.

#### **4. Подготовка к промежуточной аттестации - экзамену**

К аттестации допускаются студенты, успешно выполнившие лабораторный практикум, показавшие на собеседованиях уверенные знания теоретической части дисциплины.

#### **Требования к представлению результатов самостоятельной работы**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

*Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе.* План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;

- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
  - интервал межстрочный – полуторный;
  - шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
  - выравнивание текста – «по ширине»;
  - поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### **Критерии оценки самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

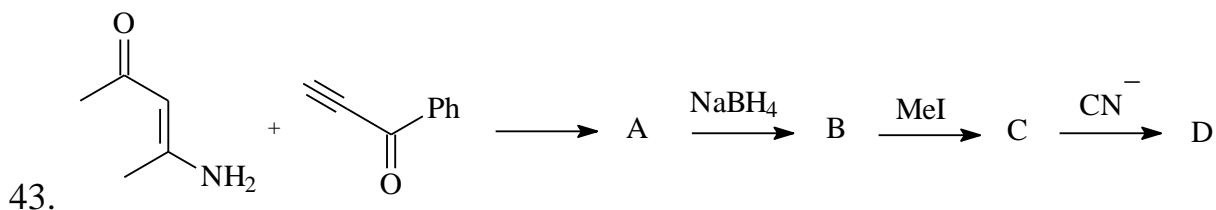
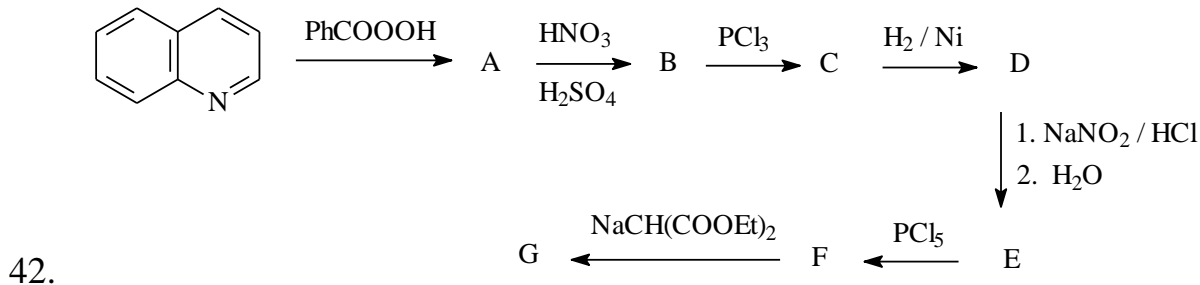
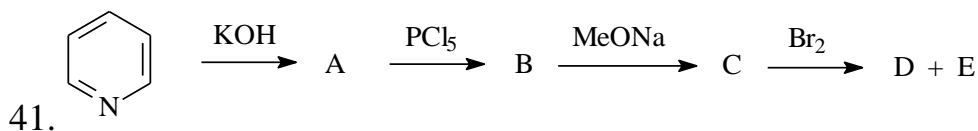
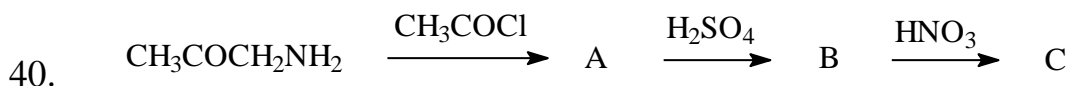
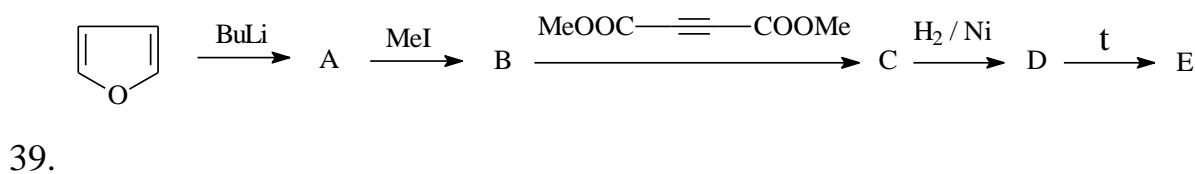
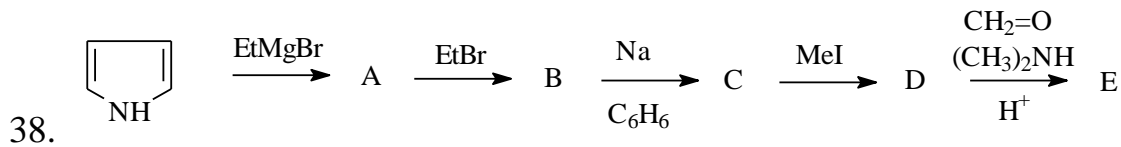
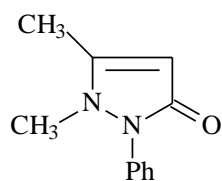
- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Перечислите структурные блоки и реагенты, наиболее часто используемые в синтезе гетероциклов.
2. В чем основное отличие реакций замыкания цикла от циклоприсоединения ?
3. Какие структурные фрагменты обуславливают принадлежность той или иной гетероциклической системы к  $\pi$ -избыточной или  $\pi$ -дефицитной ?
4. Сравните реакционную способность и ароматичность пиррола, фурана, тиофена. Какие факторы здесь нужно учитывать ?

5. Чем обусловлена ацидофобность пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом ?
6. Почему производные фурана легко вступают в реакцию Дильса-Альдера, а производные пиррола – нет ?
7. Сравните реакционную способность и ацидофобность пиррола и индола.
8. Объясните различную регионаправленность электрофильного замещения в пирроле и в индоле.
9. Сравните химические свойства бензофурана и бензотиофена. Чем обусловлено существенное различие в поведении гетероциклического ядра данных систем в некоторых реакциях ?
10. Обозначьте основные подходы к построению системы индолизина.
11. Чем обусловлена малая устойчивость и высокая реакционная способность незамещенных по положениям 1 и 3 изоиндолов ?
12. Сравните реакционную способность бензола, пиррола и пиразола. Чем обусловлена  $\pi$ -амфотерность пиразола ?
13. Синтез какой гетероциклической системы можно осуществить реакцией Дильса-Альдера с участием производных оксазола ? Приведите пример.
14. Приведите пример реакции рециклизации в ряду пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами.
15. Какие положения пиридинового ядра предпочтительно атакует электрофильная и нуклеофильная частицы ?
16. Сравните скорость нуклеофильного замещения в 2-, 3- и 4-хлорпиридинах.
17. Напишите реакции N-оксида пиридина: а) нитрования; б) с реактивом Гриньяра.
18. Какие соединения более активно взаимодействуют с нуклеофилами – пиридины или пиридиниевые соли ?
19. Напишите два примера реакции рециклизации пирилиевой соли.
20. Объясните предпочтительность электрофильной атаки в изохинолине по положениям 5 и 8.

21. Приведите механизмы аномального нитрования и галогенирования хинолина в гетероциклическое ядро.
22. Какое ядро в молекуле хинолина легче окисляется – бензольное или гетероциклическое и почему ?
23. Сравните реакционную способность пиридина и пиримидина в реакциях с нуклеофилами.
24. Обозначьте основные подходы к синтезу пуриновой системы.
25. Объясните различную регионаправленность окисления аденина и гуанина надкислотами.
26. Напишите механизм нитрования 2-метилпиррола ацетилнитратом.
27. Напишите механизм нитрования 3,5-диэтилхинолина азотной кислотой.
28. Напишите реакции 2-этилпиридина:
  - 1) с бензальдегидом; 2) с метилиодидом;
  - 3) с амидом калия; 4) с  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде; 5) с натрием в этаноле.
29. Напишите уравнение и механизм реакции бензопиразина с амидом натрия.
30. Получите антибактериальный препарат фурацилин (семикарбазон 5-нитрофурфурола), исходя из ксилозы и семикарбазида  $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{NH}_2$ .
31. Получите 5-бром-3-метилиндол из индола.
32. Получите 4-бром-2-метилтиофен из тиофена.
33. Получите 2,4-диметилпиррол из ацетоуксусного эфира.
34. Предложите синтез гидрохлорида 2-бензилбензимидазола (лекарственного препарата дибазола) из орто-нитроанилина и толуола.
35. Получите алкалоид конииин (2-пропилпиперидин) из  $\alpha$ -пиколина
36. Получите хинолин-6-карбоновую кислоту из толуола и глицерина
37. Получите антипирин (противовоспалительный препарат) из доступных реагентов.



#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I.	ПК-1.1	Знает -о последних достижениях в	Проверка готовности к	Вопросы к экзамену № 1-3



	Тема 1. Введение в химию гетероциклов. Классификация способов синтеза различных типов гетероциклов.	ПК-1.2	<p>области химии гетероциклических соединений;</p> <p>-основные методы исследования органических веществ и материалов;</p> <p>-основные естественно-научные законы и закономерности развития химической науки;</p> <p>-формы и методы научного познания;</p> <p>-основные компьютерные программы для обработки и представления результатов исследования.</p>	<p>лабораторной работе № 1 (ПР-6);</p> <p>Групповой разбор задач (УО-4)</p>	
			<p>Умеет</p> <p>-спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР;</p> <p>-логически мыслить и творчески использовать накопленные знания в сочетании естественно-научными законами и закономерностями развития химической науки, формами и методами научного познания при анализе полученных результатов;</p> <p>-интерпретировать спектральные данные полученных соединений;</p> <p>-обобщать научный материал, применять полученную</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6);</p> <p>Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 1-3</p>

			информацию в новой ситуации.		
			Владеет -техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР; - основами ретросинтетического анализа гетероциклических систем; -современными физическими методами исследования строения органических соединений; -навыками работы с научной литературой и базами данных.	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 1-3
2	Тема 2. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 4-6
3	Тема 3. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (индол).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 7-9
4	Тема 4. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (продолжение).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 10

5	Тема 5. Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами.	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 4 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 11
6	Раздел 2. Тема 1.Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин, соли пирилия).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Проверка готовности к лабораторной работе № 5 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 12
7	Тема 2.Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (хинолин и изохинолин).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Групповой разбор задач (УО-4)	Вопрос к экзамену № 13
8	Тема 3. Шестичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (диазины).	ПК-1.1 ПК-1.2	Индикаторы достижения те же	Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 14-15

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Травень, В.Ф. Практикум по органической химии: учебное пособие / В.Ф.Травень, А.Е.Щекотихин // М. : Лаборатория знаний", 2017.- 595 с  
<https://e.lanbook.com/book/94137#authors>
2. Андин, А.Н. Синтезы гетероциклических соединений / А.Н.Андин. - Владивосток: Изд-во Дальневост. фед. ун-та, 2012. – 17 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674255&theme=FEFU>
3. Галочкин, А.И. Органическая химия. Книга 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения / А.И. Галочкин, И.В. Ананьина – Изд-во “Лань”, 2019. – 292 с.  
[https://e.lanbook.com/book/113375#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/113375#book_name)

### **Дополнительная литература:**

1. Миронович, Л.М. Гетероциклические соединения с тремя и более гетероатомами / Л.М. Миронович. – Изд-во "Лань", 2017. - 208 с.  
[https://e.lanbook.com/book/96859#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/96859#book_name)
2. Сборник контрольных заданий по органической химии: учеб. пособие. Ч. 3: Ароматические и гетероциклические соединения / В.Я.Денисов, Д.Л.Мурышкин, Т.Б.Ткаченко, Т.В. Чуйкова. - Изд-во КемГУ, 2009. - 86 с.  
[https://e.lanbook.com/book/30112#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/30112#book_name)
3. Андин, А.Н. Химия гетероциклических соединений / А.Н.Андин. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2020. – 118 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:259503&theme=FEFU>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем.

Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно. В процессе собеседования их можно выяснить.

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине.

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине, это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины.

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала

способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Выполнение лабораторной работы (ПР-6)**

Приступая к работе, студент должен знать цель работы и четко представлять свои действия на данном этапе.

Работа выполняется под наблюдением преподавателя, к которому студент в любой момент может обратиться за советом и помощью и, если возникнет такая необходимость, откорректировать свои действия.

Выполнение эксперимента сопровождается описанием всех стадий работы и обязательно *наблюдений в лабораторном журнале*.

Перед началом эксперимента в журнал записывают: дату, номер лабораторной работы, название, цель работы.

Дается рисунок используемого прибора.

После этого приступают к *выполнению эксперимента*, параллельно фиксируя в журнале все последовательные стадии работы и происходящие изменения. Это должно быть описание внимательного наблюдателя, которое позволит потом, если эксперимент не приведет к нужному результату, понять, от какой стадии следует откорректировать применяемый метод и изменить условия проведения.

Лабораторный журнал с описанным экспериментом после каждой лабораторной работы представляется преподавателю, который оценивает грамотность действий студента на всех стадиях работы, его экспериментальное мастерство. Обсуждаются результаты работы и определяется дальнейший этап работы. Выставляется оценка, учитываемая в рейтинге по данной дисциплине.

### **Критерий оценки лабораторной работы.**

Работа зачитывается, если студент

- показал прочные знания теоретической части курса, в соответствии с которой проводится выполняемая лабораторная работа,
- продемонстрировал грамотные экспериментальные умения,
- четко и наблюдательно описал эксперимент,
- грамотно проанализировал результаты работы и понял, на какой стадии и как надо откорректировать эксперимент, чтобы улучшить результат,
- достиг заданной цели работы.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзамену. Для этого



важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзамену вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 607. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 914. .Лаборатория выпускных и квалификационных работ</p>	<p>Шкаф сухожаровой 53 л, до 300 0С, Standart, естественная вентиляция, ED 53, Sta, роторный испаритель Buchi Rotavator R-215, шкаф для безопасного хранения ЛВЖ Justrite, модель 8923201, шкаф вытяжной для мытья посуды, столешница - TRESPA, 2 чаши размером 430*380*285, шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III, магнитная мешалка MR 30001 (Heidolph. Германия) с подогревом до 300 С, 4 шкафа вытяжных для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III, перчаточный бокс Basic 818-GB/EXP, Роторный испаритель</p>	

	Laborota 4001 с принадлежностями	
--	-------------------------------------	--

## VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций (текущий контроль)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p>ПК-1</p> <p>Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы исследования органических веществ и материалов;</li> <li>- основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки;</li> <li>- формы и методы научного познания.</li> </ul>	Знание определений основных понятий в области органического синтеза, выделения и установления строения веществ	-способность дать определения основных понятий в области синтеза органических соединений.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>-знание основных понятий и методов научных исследований в области органического синтеза;</li> <li>--знание форм и методов научного познания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-способность самостоятельно сформулировать предмет научного исследования с учетом закономерностей развития химической науки;</li> <li>- способность обосновать актуальность выполняемого исследования в соответствии с методами научного познания.-</li> </ul>
	умеет (продвинутый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР;</li> <li>-Обобщать научный материал, применять полученную информацию</li> </ul>	-Уровень сформированности способности критической оценки полученных результатов в соответствии с естественнонаучными законами и закономерностями развития	<ul style="list-style-type: none"> <li>-умение применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки для объяснения необычных результатов и фактов, полученных в эксперименте;</li> <li>-- умение применять известные методы научного познания в</li> </ul>

		в новой ситуации.	химической науки; -	теоретических исследованиях по синтезу и установлению строения органических веществ
	владеет (высокий)	Техническим и средствами и методами для решения поставленных задач НИР; -Основами ретросинтетического анализа гетероциклических систем.	Владеет навыками использования знаний химического поведения соединений для оптимизации проведения реакций.	Владеет навыками использования знаний по получению и химическим свойствам ХГС для решения задач синтетического характера.

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций (промежуточная аттестация)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Знает	Основные классы гетероциклов	Основные классы и типы реакций с участием гетероциклов	Методы получения и химические свойства основных классов гетероциклов	Номенклатуру, методы получения и химические свойства основных классов гетероциклов
	Умеет	Отсутствие навыков планирования эксперимента	Объяснить результаты элементарных реакций с участием	Спланировать и провести эксперимент с участием гетероциклических	Спланировать и провести эксперимент с участием гетероциклических

			гетероциклических соединений	соединений	лических соединений, интерпретировать полученные результаты
	Владеет	Элементарными навыками работы с органическими веществами (частично)	Элементарными навыками работы с органическими веществами	Навыками работы с базами данных в указанной области знаний	Навыками работы с базами данных в указанной области знаний, физическими методами доказательства структуры

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

**I. Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

#### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

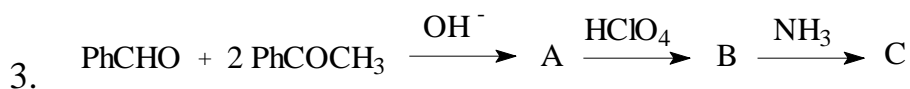
##### I. Устный опрос

1. Экзамен (средство промежуточного контроля).

#### Экзаменационные билеты

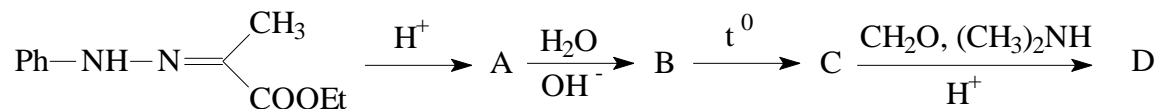
##### Билет № 1

1. Химия фурана и тиофена.
2. Получить 2,4-дифенилхинолин из доступных веществ.



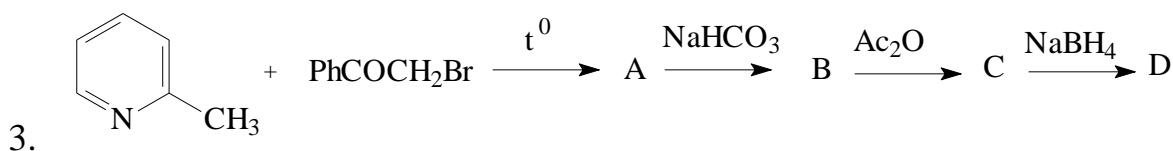
Билет № 2

1. Химия пиррола.
2. Получить 1,2,5-трифенилимидазол удобным способом.
- 3.



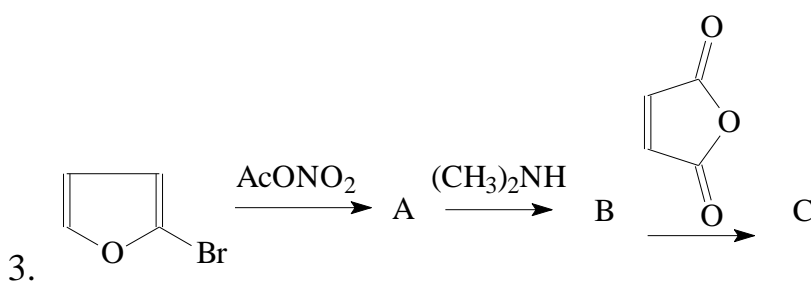
Билет № 3

1. Химия индола.
2. Получить N-метилпиридон-2 из пиридина.
- 3.



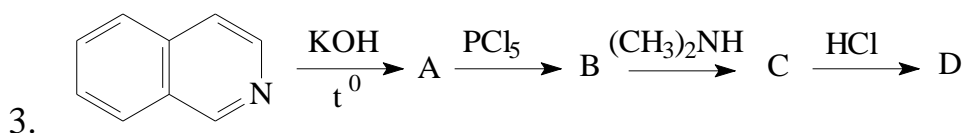
Билет № 4

1. Химия изоиндола и индолизина.
2. Получить  из доступных веществ.
- 3.



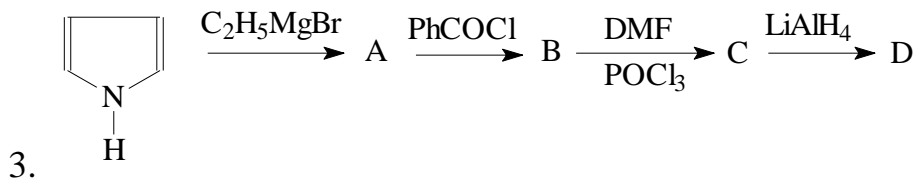
Билет № 5

1. Химия бензофурана и бензотиофена.
2. Получить 4-нитро-2-хлорпиридин из пиридина.
- 3.



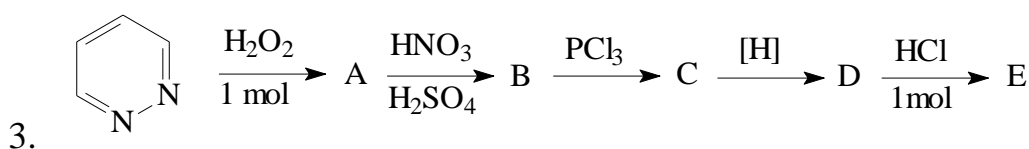
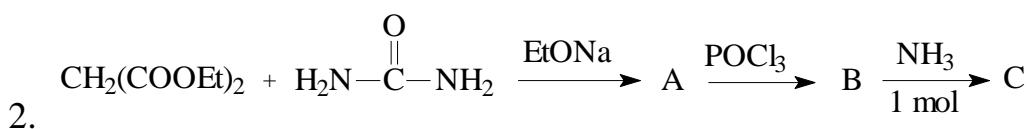
Билет № 6

1. Химия пиразола.
2. Получить 2-метокси-3-нитрохинолин из хинолина.



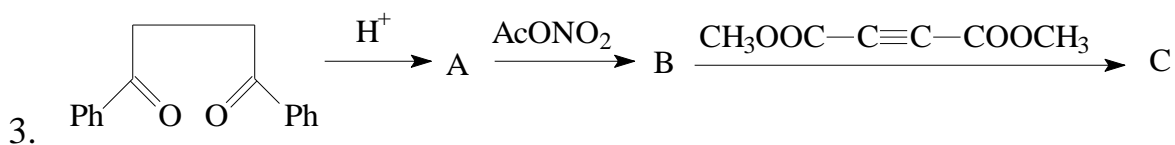
Билет № 7

1. Химия имидазола.



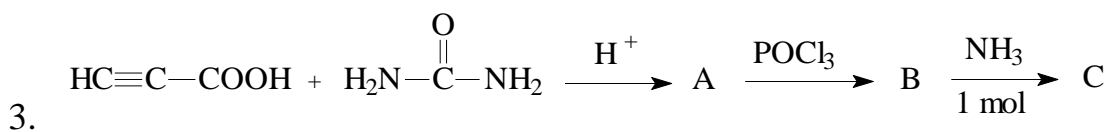
Билет № 8

1. Химия пиридина.
2. Получить 3-формилпиррол из пиррола.



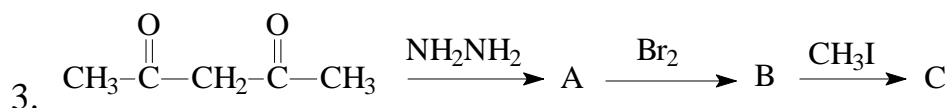
Билет № 9

1. Химия хинолина.
2. Получить 2-метилиндол двумя способами.



## Билет № 10

1. Химия изохинолина.
2. Получить 2,3-диметилхинолин из доступных веществ.



**II. Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

#### I. Устный опрос

1. Групповой разбор задач (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение и анализ различных возможных путей решения поставленной задачи). - Вопросы и задачи, обсуждаемые на научных семинарах.

#### Задания к научным семинарам.

**Семинар 1. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пирролы, фураны, тиофены).**

#### Задания к семинару 1:

1. Сравните реакционную способность и ароматичность пиррола, фурана, тиофена. Какие факторы здесь нужно учитывать ?
2. Почему производные фурана легко вступают в реакцию Дильса-Альдера, а производные пиррола – нет ?
3. Приведите примеры реакций нуклеофильного замещения в ряду тиофена.
4. Чем обусловлена ацидофобность пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом ?
5. Какие приемы используются для изменения регионарности электрофильного замещения в пирроле ?

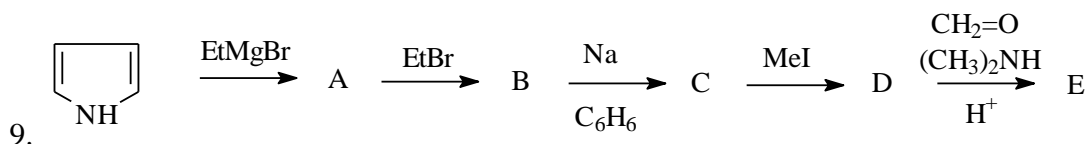
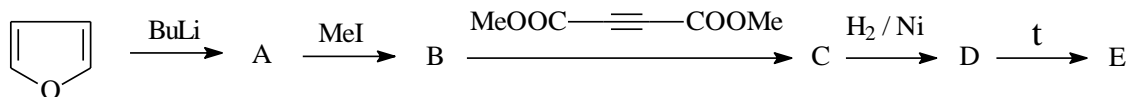


6. Предскажите направление электрофильной атаки: а) в 2-метилпирроле;

б) в пиррол-2-карбальдегиде.

7. Получите 4-бром-2-метилтиофен из тиофена.

8.



**Семинар 2. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом(индолы, бензофураны, бензотиофены, индолизины).**

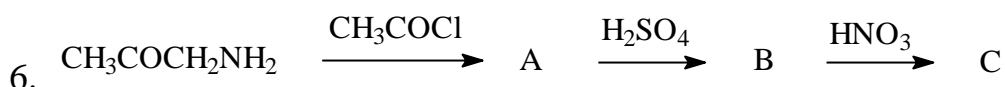
Задания к семинару 2:

1. Сравните реакционную способность и ацидофобность пиррола и индола.
2. Объясните различную регионаправленность электрофильного замещения в пирроле и в индоле.
3. Сравните химические свойства бензофурана и бензотиофена. Чем обусловлено существенное различие в поведении гетероциклического ядра данных систем в некоторых реакциях ?
4. Обозначьте основные подходы к построению системы индолизина.
5. Напишите реакции бензофурана и бензотиофена, которые: а) протекают сходно; б) протекают по-разному.
6. Получите 1-метил-2-фенилиндолизин из 2-этилпиридина.

**Семинар 3. Пятичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (азолы).**

Задания к семинару 3:

1. Сравните реакционную способность бензола, пиррола и пиразола. Чем обусловлена  $\pi$ -амфотерность пиразола?
2. Синтез какой гетероциклической системы можно осуществить реакцией Дильса-Альдера с участием производных оксазола? Приведите пример.
3. Приведите пример реакции рециклизации в ряду пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами.
4. Предложите синтез гидрохлорида 2-бензилбензимидазола (лекарственного препарата дибазола) из орто-нитроанилина и толуола.
5. Получите антипирин (противовоспалительный препарат) из доступных реагентов.



#### Семинар 4. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин).

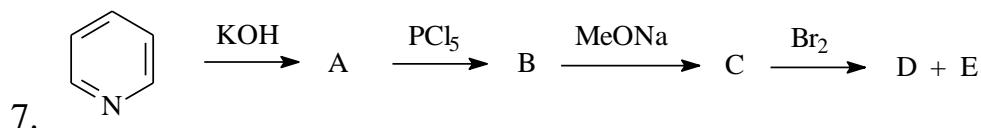
Задания к семинару 4:

1. Какие положения пиридинового ядра предпочтительно атакует электрофильная и нуклеофильная частицы?
2. Сравните скорость нуклеофильного замещения в 2-, 3- и 4-хлорпиридинах.
3. Напишите реакции N-оксида пиридина: а) нитрования; б) с реактивом Гриньяра.
4. Какие соединения более активно взаимодействуют с нуклеофилами – пиридины или пиридиниевые соли? Почему?
5. Напишите реакции 2-этилпиридина:

1) с бензальдегидом; 2) с метилиодидом;

3) с амидом калия; 4) с  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде; 5) с натрием в этаноле.

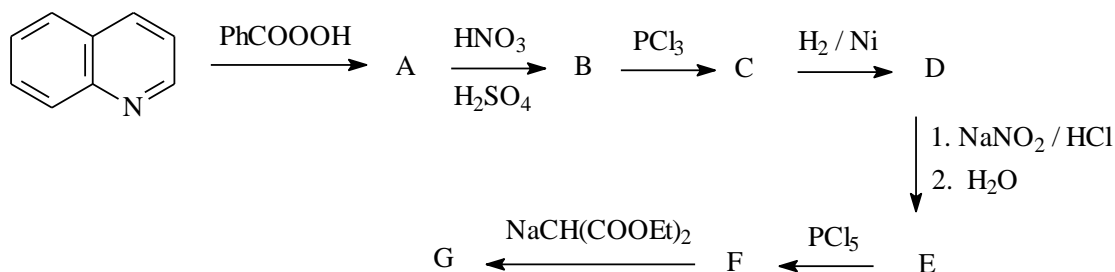
6. Получите алкалоид конииин (2-пропилпиперидин) из  $\alpha$ -пиколина.



### Семинар 5. Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом(хинолин и изохинолин). Шестичленные ароматические гетероциклы с двумя гетероатомами (азины).

Задания к семинару 5:

1. Объясните предпочтительность электрофильной атаки в изохинолине по положениям 5 и 8.
2. Приведите механизмы аномального нитрования и галогенирования хинолина в гетероциклическое ядро.
3. Сравните реакционную способность пиридина и пиримидина в реакциях с нуклеофилами.
4. Напишите уравнение и механизм реакции бензопиразина с амидом натрия.
5. Получите хинолин-6-карбоновую кислоту из толуола и глицерина.



### Семинар 6. Номенклатура гетероциклических соединений.

Задания к семинару 6:

1. Назовите следующие соединения, имеющие тривиальные названия, пользуясь правилами, принятыми для гетерополициклов:

1) индол; 2) акридин; 3) индазол; 4) фенантридин; 5) 4Н-хромен; 6) циннолин; 7) пурин; 8) индолизин

2. Приведите примеры моноциклических систем с разным размером цикла, числом гетероатомов и степенью ненасыщенности и назовите их, используя номенклатуру Ганча-Видмана.

3. Приведите примеры конденсированных систем (не менее 10), содержащих различное число циклов и гетероатомов в циклах, и назовите их, пользуясь правилами, принятыми для гетерополициклов.

## **II. Письменные работы**

### **1. Тестирование(ПР-1). Примеры тестовых заданий.**

#### **Тестовые задания**

1.  $\pi$ -Амфотерным гетероциклом является

1) тиофен 2) имидазол 3) индол 4) пиридин

2. 1,3-Диполярное циклоприсоединение можно использовать для синтеза производных

1) пиразола 2) пиррола 3) хинолина 4) пиридина

3. Реакция Манниха не характерна для

1) тиофена 2) индола 3) пиррола 4) индолизина

4. Наиболее ацидофобен

1) тиофен 2) фуран 3) пиррол 4) индол

5. Можно использовать в реакции диенового синтеза производные

1) изоксазола 2) имидазола 3) оксазола 4) индола

6. Синтез Бишлера используют для синтеза производных

1) бензофурана 2) индола 3) индолизина 4) хинолина

7. Наиболее трудно реагирует с нуклеофилами

1) 2-хлорпиридин 2) 3-хлорпиридин 3) 4-хлорпиридин

8. Наиболее трудно идет электрофильное замещение в

1) пиридине 2) хинолине 3) индоле 4) пиримидине

9. При электрофильном замещении в тиофен-2-карбальдегиде электрофильная частица преимущественно атакует положение

1) 3 2) 4 3) 5

10. Для получения производных пиррола используют взаимодействие первичных аминов с дикарбонильными соединениями

1) 1,2- 2) 1,3- 3) 1,4- 4) 1,5-

11. Для получения производных пиридина используют взаимодействие аммиака с дикарбонильными соединениями

1) 1,2- 2) 1,3- 3) 1,4- 4) 1,5-

12. Для синтеза производного пиррола по Кнорру проводят взаимодействие 2-аминопентанона-3 с гептандионом

1) 2,3- 2) 2,4- 3) 2,5- 4) 2,6-

13. Для синтеза производных бензимидазола о-фенилендиамин вводят в реакцию

1) со спиртами 2) с альдегидами 3) с простыми эфирами 4) с нитросоединениями

14. Фурфурол образуется при нагревании с водными растворами минеральных кислот

- 1) альдопентоз 2) кетопентоз 3) альдогексоз 4) кетогексоз

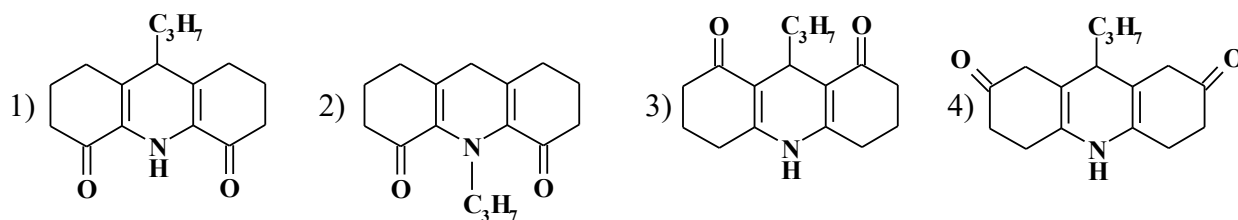
15. Для получения 5-метокси-2-фенилиндола по Фишеру исходят из

- 1) фенилгидразона *мета*-метоксиацетофенона  
2) фенилгидразона *пара*-метоксиацетофенона  
3) *мета*-метоксифенилгидразонаацетофенона  
1) *пара*-метоксифенилгидразонаацетофенона

16. При взаимодействии анилина с бутаналем по Дебнеру-Миллеру образуется

- 1) 3-пропил-2-этилхинолин  
2) 2-пропил-3-этилхинолин  
3) 2-пропил-4-этилхинолин  
4) 4-пропил-2-этилхинолин

17. При взаимодействии бутанала, циклогександиона-1,3 и аммиака образуется



18. 2-Фуриллитий образуется при действии на фуран

- 1) хлорида лития 2) гидроксида лития 3) бутилата лития 4) бутиллития

19. При действии бензоилхлорида на пиррил-калий преимущественно образуется

1) 1-бензоилпиррол 2) 2-бензоилпиррол 3) 3-бензоилпиррол 4) 2-хлорпиррол

20. Реакции электрофильного замещения в пиразоле идут

- 1) легче, чем в пирроле
- 2) труднее, чем в пирроле, но легче чем в бензоле
- 3) труднее, чем в пирроле и бензоле, но легче, чем в пиридине
- 4) труднее, чем в пирроле, бензоле и пиридине

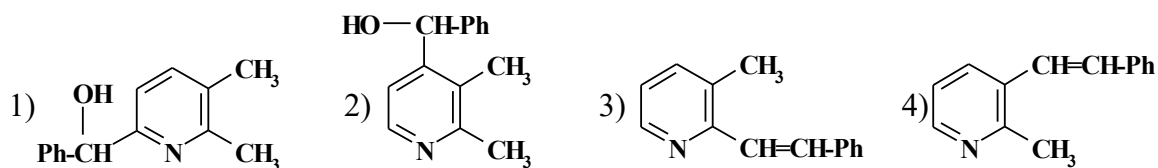
21. При взаимодействии 2-метилпиридина с азотной кислотой в жестких условиях преимущественно образуется

- 1) 2-метил-4-нитропиридин 2) 2-метил-5-нитропиридин
- 3) 2-метил-6-нитропиридин 4) 2-нитрометилпиридин

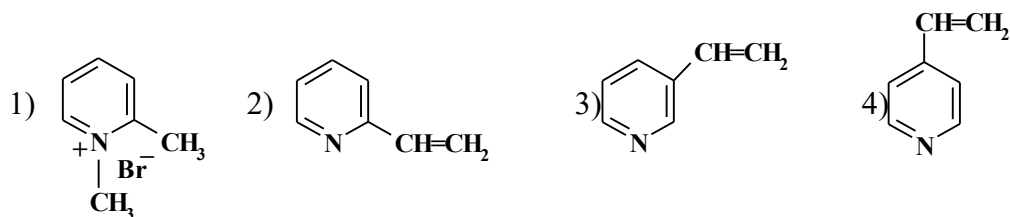
22. При взаимодействии 2-метилпиридина с амидом натрия образуется

- 1) 2-аминометилпиридин 2) 3-амино-2-метилпиридин
- 3) 5-амино-2-метилпиридин 4) 6-амино-2-метилпиридин

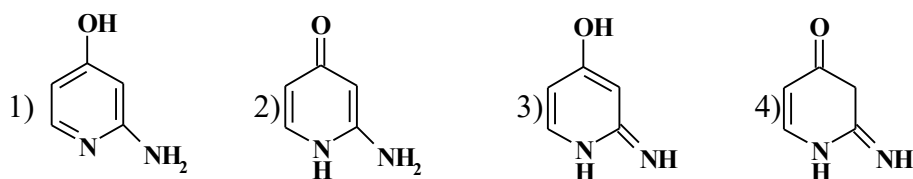
23. При взаимодействии 2,3-диметилпиридина с бензальдегидом образуется



24. Цианид-ион легко присоединяется к:



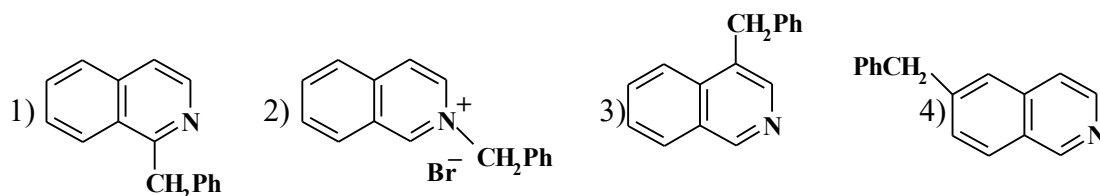
25. В растворе 4-гидрокси-2-аминопиридина доминирует форма



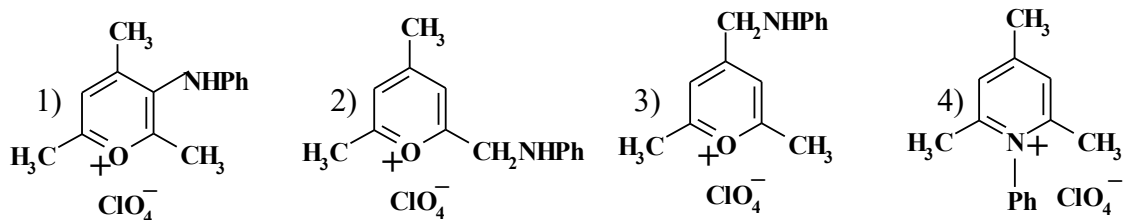
26. При нитровании 5-метилхинолина преимущественно образуется

- 1) 5-метил-2-нитрохинолин
- 2) 5-метил-3-нитрохинолин
- 3) 5-метил-7-нитрохинолин
- 4) 5-метил-8-нитрохинолин

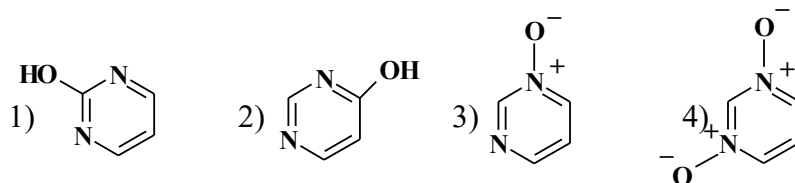
27. При действии бензилбромида на изохинолин образуется



28. При действии анилина на перхлорат 2,4,6-триметилпирилия образуется



29. При действии надуксусной кислоты на пиридин образуется



30. При действии метилата натрия на 2,4-дихлорпиридин образуется

- 1) 2-метокси-4-хлорпиридин
- 2) 4-метокси-2-хлорпиридин
- 3) 2,4-диметоксипиридин
- 4) 6-метокси-2,4-дихлорпиридин

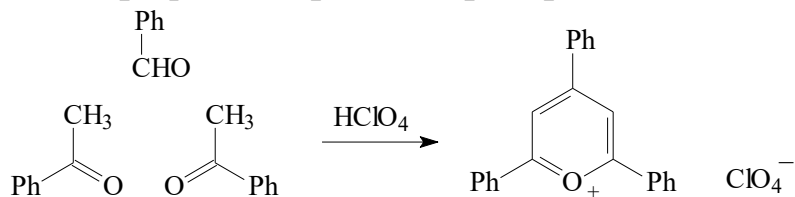


## 2. Лабораторная работа (ПР-6). (Средство для закрепления и практического освоения материала). - Комплект лабораторных заданий.

Пример лабораторной работы.

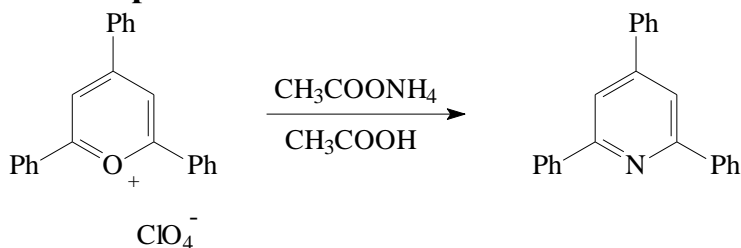
### 2,4,6-Трифенилпиридин

#### 2,4,6-Трифенилпирилий перхлорат



Смешивают 4,7 мл (0,04 моль) свежеперегнанного ацетофенона, 2,1 мл (0,02 моль) свежеперегнанного бензальдегида и 4 мл 72 % хлорной кислоты. Смесь кипятят 2 ч с обратным холодильником. Смесь охлаждают, частично закристаллизовавшийся маслянистый слой несколько раз промывают водой методом декантации. Затем масло заливают 20 мл эфира и тщательно растирают. Ярко-желтый осадок отфильтровывают, промывают эфиром, сушат. Выход около 3 г (36 %).

#### 2,4,6-Трифенилпиридин



В круглодонной колбе, снабженной обратным холодильником, кипятят смесь 0,25 г (0,0006 моль) 2,4,6-трифенилпирилий перхлората, 0,5 г (0,006 моль) ацетата аммония и 8 мл ледяной уксусной кислоты в течение 1 ч. По охлаждении смесь выливают в 100 мл воды, выпавший при стоянии 2,4,6-трифенилпиридин через некоторое время отфильтровывают, несколько раз промывают водой и высушивают на воздухе. Если продукт не выпадает, добавляют раствор поваренной соли. Выход 0,16 г (90 %). Перекристаллизовывают из этанола. Получают белые кристаллы с т. пл. 138 °С.

## **Критерии оценки знаний, умений и навыков при текущей проверке.**

### **I. Оценка устных ответов:**

#### **Отметка "Отлично"**

Дан полный, правильный и самостоятельный ответ на основе изученного теоретического материала.

#### **Отметка "Хорошо"**

Дан достаточно полный ответ, однако допущены несущественные ошибки в изложении материала.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

Материал изложен неполно, при этом допущены 1-2 существенные ошибки.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

Незнание и непонимание большей части учебного материала.

### **II. Оценка умения решать задачи:**

#### **Отметка "Отлично"**

Решение рациональное, в объяснении нет ошибок.

#### **Отметка "Хорошо"**

Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

Допущена существенная ошибка, записи хода решения неполные.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

Решение неверно, содержит множество ошибок.

### **III. Оценка письменных работ:**

Критерии те же.