

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кубанский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

подпись

»

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.3 «Химия гетероциклических соединений»

Направление подготовки: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль): Органическая химия

Форма обучения: очная

Краснодар 2016

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.ОД.3** «Химия гетероциклических соединений» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия (профиль - Органическая химия) утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 N 210 (зарегистрировано в Минюсте России 07.04.2015 N 36766).

Программу составил д.х.н., профессор кафедры органической химии и технологий Доценко В. В. _____

Заведующий кафедрой (разработчика) _____ д.х.н., профессор Стрелков В.Д.

«30» августа 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий «30» августа 2016 г. протокол № _____

Заведующий кафедрой (выпускающей) _____ д.х.н., профессор Стрелков В.Д.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

«31» августа 2016 г. протокол № 1

Председатель УМК факультета _____ к.х.н., доцент Стороженко Т.П.

Эксперты:

Колоколов Ф.А., к.х.н., доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Дядюченко Л.В., к.х.н., и.о. заведующего лабораторией регуляторов роста растений НИИ Биологической защиты растений

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью курса является получение знаний и систематизация представлений о строении, свойствах, способах получения и применении пяти- и шестичленных гетероциклов, главным образом, ароматического характера, а также конденсированных систем на их основе. Гетероциклические соединения занимают одно из лидирующих мест среди органических соединений, которые присутствуют в живых организмах и используются человеком в различных областях жизнедеятельности. Особенно важны знания химии гетероциклов специалистам в области медицинской химии, фармакологии, фармакогнозии. Многие лекарственные субстанции, природные алкалоиды, антибиотики представляют собой производные гетероциклов. Для результативного поиска новых синтетических лекарств требуется не только знание строения соединения, но также умение строить прогнозы о потенциальной биологической активности вещества на основе анализа и нахождения аналогий и с известными биологическими объектами. Курс направлен на выработку глубокого понимания взаимосвязи структура – химические свойства биологическая активность. В курсе изложены современные представления о гетероциклах, их типах, строении, номенклатуре, общих путях замыкания гетерокольца. Затем рассмотрены структура, свойства и способы получения конкретных π -избыточных и π -дефицитных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом, а также биядерных систем, в которых гетероцикл аннелирован с бензольным кольцом.

1.2 Задачи дисциплины

- обобщить и систематизировать знания по ХГС, дать знания о классификации и номенклатуре гетероциклических систем, способах и принципах их получения. Сформировать знания о современной теории строения органических, в том числе гетероциклических соединений, классификации и номенклатуре гетероциклических соединений;
- дать практические основы и навыки синтеза гетероциклических соединений и их предшественников.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс «Химия гетероциклических соединений» входит в базовую часть вариативного блока дисциплин по выбору. В качестве содержательно-методической основы для курса «Химия гетероциклических соединений» служит дисциплина общепрофессионального цикла «Органическая химия». Логической базой являются курсы «Биологические основы жизни», «Химические основы биологических процессов».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК2	владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований владение навыками проведения химического	современную теорию строения органических, в том числе гетероциклических соединений; механизмы органических	планировать и осуществлять органические синтезы; использовать современные методы исследования	традиционными и современными методами органического синтеза; базовыми навыками использования

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ОПК2	эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	реакций; классификацию и номенклатуру гетероциклических соединений; знать физико-химические основы современных спектрометрических методов исследования.	строения органических соединений	современной аппаратуры при проведении научных исследований; навыками безопасности при работе с химическими реактивами; методами планирования синтеза органических, в том числе гетероциклических соединений.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		<u>7</u>	<u>8</u>		
Аудиторные занятия (всего)	90	90	–		
В том числе:					
Занятия лекционного типа	36	36	–		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	54	54	–		
Самостоятельная работа (всего)	63	63	–		
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	27	27	–		
Общая трудоемкость	час	180	180	–	
	зач. ед.	5	5	–	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (для студентов ОФО)

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	4	2		–	2

2.	Номенклатура гетероциклических соединений	12	2		2	3
3.	Общие положения о строении гетероциклов	12	2		2	3
4.	Гетероциклы в природе и повседневной жизни	12	2		2	3
5.	Трех- и Четырехчленные гетероциклы	16	2		6	3
6.	Пятичленные гетероциклы	20	6		6	3
7.	Общие химические свойства пиррола, фурана, тиафена	16	4		4	4
8.	Индол	14	2		4	4
9.	Шестичленные гетероциклы	16	4		4	4
10.	Пиридин	16	4		8	4
11.	Пиримидин	24	2		12	4
12.	Хинолин. Изохинолин	14	4		4	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>	180	36		54	63

2.3 Содержание разделов дисциплины:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Определения, общие понятия о гетероциклических соединениях	Устный опрос, контрольные работы
2.	Номенклатура гетероциклических соединений	Основы номенклатуры гетероциклических соединений. Ном. Ганча-Видмана, тривиальная, правила называния полициклических систем	Устный опрос, контрольные работы
3.	Общие положения о строении гетероциклов	Ароматичность гетероциклов, представления о напряженности циклов, пи-избыточные и пи-дефицитные гетероциклы	Устный опрос, контрольные работы
4.	Гетероциклы в природе и повседневной жизни	Нахождение гетероциклов в природе. Лекарственные препараты гетероцик. ряда	Устный опрос, контрольные работы
5.	Трех- и	Азиридин, азетидин, оксиран,	Устный опрос,

	Четырехчленные гетероциклы	тиран, оксетан , титан	контрольные работы
6.	Пятичленные гетероциклы	Общие представления и методы получения, свойства	Устный опрос, контрольные работы
7.	Общие химические свойства пиррола, фурана, тиафена	Детальный анализ хим. свойств пиррола, фурана и тиафена	Устный опрос, контрольные работы
8.	Индол	Синтез и свойства индола. Синтез индолов по Фишеру. Синтез Маделунга	Устный опрос, контрольные работы
9.	Шестичленные гетероциклы	Анализ строения, свойства. Пиримид, пиримидин, хинолины. Влияние заместителей	Устный опрос, контрольные работы
10.	Пиридин	Свойства пиридина и его производных	Устный опрос, контрольные работы
11.	Пиримидин	Синтез и свойства пиримидинов	Устный опрос, контрольные работы
12.	Хинолин. Изохинолин	Бициклические системы. Синтез и свойства	Устный опрос, контрольные работы

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Определения, общие понятия о гетероциклических соединениях	контрольные работы
2	Номенклатура гетероциклических соединений	Основы номенклатуры гетероциклических соединений. Ном. Ганча-Видмана, тривиальная, правила называния полициклических систем	контрольные работы
3	Общие положения о строении гетероциклов	Ароматичность гетероциклов, представления о напряженности циклов, пи-избыточные и пи-дефицитные гетероциклы	контрольные работы
4	Гетероциклы в природе и повседневной жизни	Нахождение гетероциклов в природе. Лекарственные препараты гетероцик. ряда	контрольные работы
5	Трех- и Четырехчленные гетероциклы	Азиридин, азетидин, оксиран, тиран, оксетан , титан	контрольные работы

6	Пятичленные гетероциклы	Общие представления и методы получения, свойства	контрольные работы
7	Общие химические свойства пиррола, фурана, тиафена	Детальный анализ хим. свойств пиррола, фурана и тиафена	контрольные работы
8	Индол	Синтез и свойства индола. Синтез индолов по Фишеру. Синтез Маделунга	контрольные работы
9	Шестичленные гетероциклы	Анализ строения, свойства. Пиримид, пиримидин, хинолины. Влияние заместителей	контрольные работы
10	Пиридин	Свойства пиридина и его производных	контрольные работы
11	Пиримидин	Синтез и свойства пиримидинов	контрольные работы
12	Хинолин. Изохинолин	Бициклические системы. Синтез и свойства	контрольные работы

2.3.2 Занятия семинарского типа – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Номенклатура гетероциклических соединений	Номенклатура гетероциклических соединений.	защита лабораторной работы, устный опрос
2	Общие положения о строении гетероциклов	Синтез халкооксида	защита лабораторной работы, устный опрос
3	Общие положения о строении гетероциклов	Синтез 3-арил-2-бензоилазиридина	защита лабораторной работы, устный опрос
4	Гетероциклы в природе и повседневной жизни	Раскрытие эпоксидного цикла нулеофилами	защита лабораторной работы, устный опрос рефераты
5	Трех- и Четырехчленные гетероциклы	Раскрытие эпоксидного цикла нулеофилами	защита лабораторной работы, устный опрос
6	Пятичленные гетероциклы	Синтез 2-аминотиафенов по Гевальду	защита лабораторной работы, устный опрос
7	Общие химические	Синтез пирролов по Кнорру.	защита лабораторной работы,

	свойства пиррола, фурана, тиафена		устный опрос рефераты
8	Индол	Синтез индола по Фишеру. Синтез бензофуроксана.	защита лабораторной работы, устный опрос
9	Шестичленные гетероциклы	Синтез производных бензопирана	защита лабораторной работы, устный опрос
10	Пиридин	Синтез производных пиридина по Гуарески-Торпу	защита лабораторной работы, устный опрос рефераты
11	Пиримидин	Синтез соединений Биджинелли	защита лабораторной работы, устный опрос рефераты
12	Хинолин. Изохинолин	Синтез хинолина по Скраупу	защита лабораторной работы, устный опрос рефераты

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Введение	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
2	Номенклатура гетероциклических соединений	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
3	Общие положения о строении гетероциклов	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических

		соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
4	Гетероциклы в природе и повседневной жизни	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
5	Трех- и Четырехчленные гетероциклы	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
6	Пятичленные гетероциклы	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
7	Общие химические свойства пиррола, фурана, тиафена	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
8	Индол	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
9	Шестичленные гетероциклы	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
10	Пиридин	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
11	Пиримидин	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических

		соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).
12	Хинолин. Изохинолин	Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0537-7; Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).

3. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины предполагает следующие формы занятий в рамках традиционных образовательных технологий:

1. Информационная лекция.
2. Лабораторная работа.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Пример заданий для контрольных работ:

Промежуточная аттестация: экзамен.

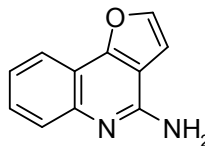
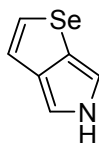
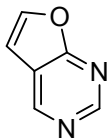
Типовые вопросы для контрольной работы

Вариант 1

- 1) Назовите по тривиальной, заместительной и номенклатуре Ганча-Видмана следующие соединения:



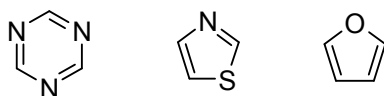
- 2) Назовите конденсированную систему:



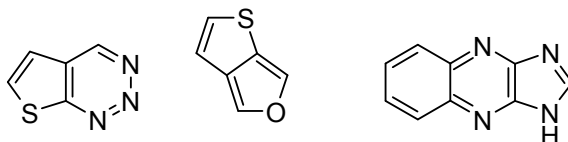
- 3) Нарисуйте следующие соединения: 4Н-тиопиран, 1-окса-3-азациклопентен-2, фуру[3,2-d]пиримидин, 2Н-1,2-бензтиазин, 1,3,5-триазин, 1,2,4-триазоло[1,5-а]пиримидин
- 4) Методы получения оксиранов. Все что знаете.
- 5) Объясните выраженную тенденцию трехчленных гетероциклов к раскрытию цикла. Приведите примеры

Вариант 2

- 1) Назовите по тривиальной, заместительной и номенклатуре Ганча-Видмана следующие соединения:



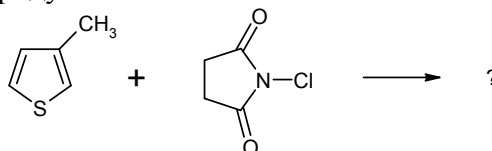
- 2) Назовите конденсированную систему:



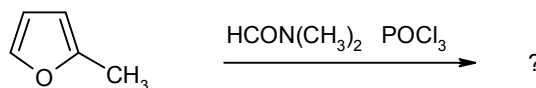
- 3) Нарисуйте следующие соединения: 4-метилиндол, 2-аминобензотиазол, тиено[3,2-с]пиридазин, пиазин-2-карбоновая кислота, 2,5-дигидрофуран, имидазо[2,1-б]оксазол
- 4) Методы получения азиридинов. Все что знаете.
- 5) Объясните, почему азиридин является более слабым основанием, чем близкий по строению диметиламин. Чем это можно подтвердить?

Домашнее задание по темам: фуран, тиафен, пиррол, индол

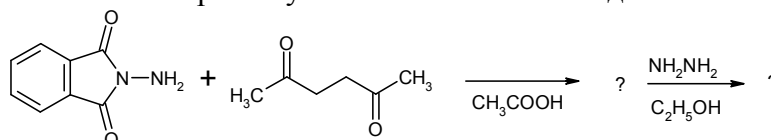
1. Укажите строение продукта



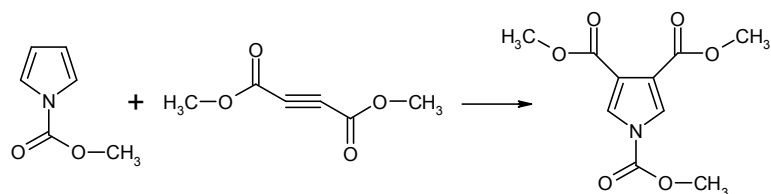
2. Какова структура образующего соединения?



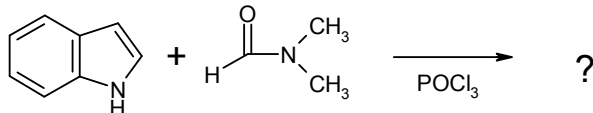
3. Какое строение имеют промежуточное и конечное соединения?



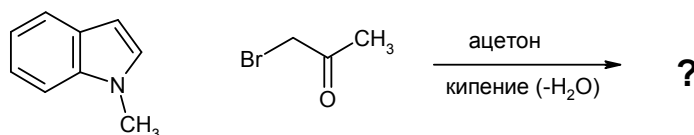
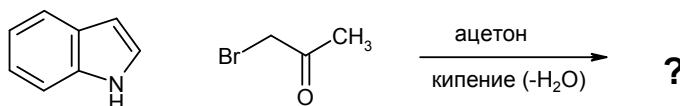
4. Напишите предполагаемый механизм превращения



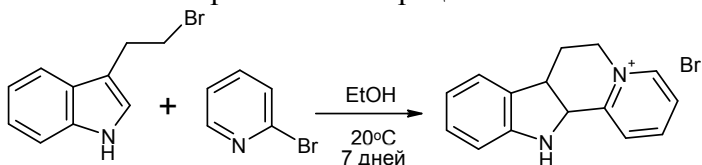
5. Каково строение продукта?



6. Укажите, какие соединения образуются в следующих превращениях:

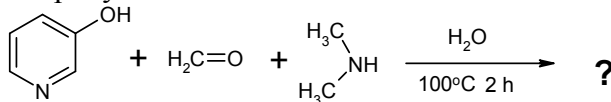


7. Предположите механизм образования тетрациклического катиона

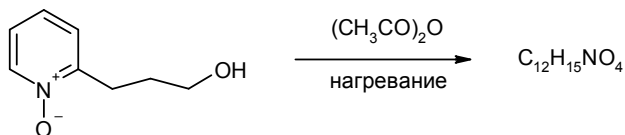


Домашнее задание по темам: пиридин, хинолин, изохинолин

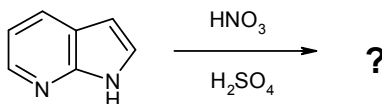
1. Укажите строение продукта



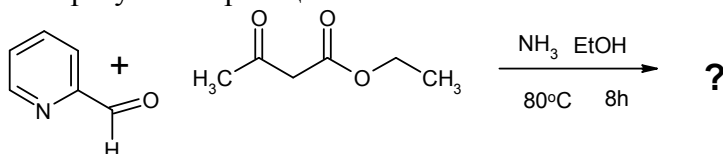
2. Предположите, что образуется



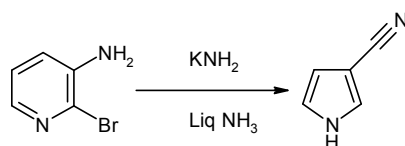
3. Каков результат превращения?



4. Что образуется в результате реакции?

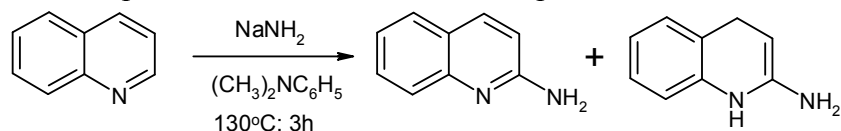


5. Предположите механизм превращения цикла



6. Укажите строение продуктов окисления а) хинолина, б) изохинолина перманганатом калия

7. Выскажите предположение о механизме образования аминов:



4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Вопросы к экзамену по курсу «Химия гетероциклических соединений»

1. Методы получения и химические свойства оксиранов. Реакции нуклеофильного раскрытия кольца.
2. Методы получения и химические свойства азиридинов.
3. Методы получения и химические свойства тиранов.
4. Методы получения и реакции трехчленных гетероциклов с двумя гетероатомами (оксазирин, диазирин)
5. Методы получения и реакции четырехчленных гетероциклов с одним гетероатомом.
6. Фуран. Строение, ароматичность фурана, реакционная способность. Реакция Дильса-Альдера с фураном. Получение фуранов по Фейсту-Бенари.
7. Методы получения фуранов. Синтез фурфурола. Раскрытие фуранового цикла.
8. Пиррол. Ароматичность, реакционная способность. Металлирование, формилирование, реакция с карбенами.
9. Как получить N-фенилпиррол из фурана?
10. Методы получения производных тιοфена.
11. Реакции Ганча – синтез пирролов, тиазолов, 1,4-дигидропиридинов.
12. Реакция фурана с малеиновым ангидридом. Эндо-правило Альдера.
13. Методы получения пиридинов. Строение пиридина.
14. Реакционная способность пиридина. Нуклеофильное замещение (реакция Чичибабина), электрофильное замещение, реакции по азоту.
15. Индол. Методы получения, строение и реакции. Синтез по Фишеру.

16. Хиолин. Методы получения. Синтез Скраупа.
17. N-окись пиридина, ее строение. Нитрование N-окиси пиридина.
18. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, по отношению к уксусному ангидриду, иодистому метилу, азотистой кислоте.
19. Методы получения азолов с двумя гетероатомами (оксазол, тиазол, изоксазол, пиразол, имидазол).
20. Пиразол. Синтез 3,5-диметилпиразола из ацетилацетона и гидразина.
21. Реакции сульфирования, бромирования и нитрования пиридина. Применяемые реагенты, условия реакции.
22. Пиримидин. Методы получения пиримидинов. Примеры биологически активных производных пиримидина.
23. Нитрование 3-бромтиофена и 2-метилтиофена. Ориентация при электрофильном замещении в этих соединениях и условия реакции.
24. Сравните химические свойства пиридина и пиррола.
25. Приведите примеры реакций, доказывающие большую реакционную способность пятичленных гетероциклов (фуран, пиррол, тиофен) в сравнении с бензолом.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Травень, Валерий Федорович. Органическая химия : учебник для студентов вузов : [в 2 т.] / Т. 1. / Травень, Валерий Федорович ; В. Ф. Травень. - М. : Академкнига, 2006. - 727 с. : ил. - (Учебник для вузов.). - Библиогр. : с. 705-708. - ISBN 5946280686. - ISBN 5946281712
2. Травень, Валерий Федорович. Органическая химия : учебник для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 2 / Травень, Валерий Федорович ; В. Ф. Травень. - М. : Академкнига, 2006. - 582 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 562-564. - ISBN 5946280686. - ISBN 5946281720.
3. Реутов, Олег Александрович. Органическая химия : учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / Реутов, Олег Александрович, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112.
4. Реутов, Олег Александрович. Органическая химия : учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / Реутов, Олег Александрович, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112.
5. Реутов, Олег Александрович. Органическая химия : учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 3 / Реутов, Олег Александрович, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112.

6. Реутов, Олег Александрович. Органическая химия : учебник для вузов : в 4 ч. Ч. 4 / Реутов, Олег Александрович, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112.

Дополнительная литература:

1. Юровская М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений. Учебник для высшей школы. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 208 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-0537-7

2. Дж.Джоуль, К.Миллс : «Химия гетероциклических соединений». Издательство «МИР», Москва, 2009г. (728 стр.).

3. Джилкрест, Томас. Химия гетероциклических соединений / Джилкрест, Томас ; Пер. с англ. Карчавы А.В., Зайцевой Ф.В. под ред. Юровской М.А. - М. : Мир, 1996. - 463с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5030031030. - ISBN 0582064201.

4. Химия и технология фурановых соединений / Кубан.гос.ун-т;Отв.ред. В.Г.Кульневич. - Краснодар, 1977. - 79с. - (Науч.тр. ; Вып.256). - Библиогр.: в конце ст. - 60к.

5. Химия ароматических, гетероциклических и природных соединений : (НИОХ СО РАН 1958-2008 гг.) / отв. ред. В. Н. Пармон ; [Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Новосибирский ин-т органической химии им. Н. Н. Ворожцова ; И. А. Григорьев, В. М. Власов, В. Д. Штейнгарц и др.]. - Новосибирск : [Офсет] : [Новосибирский институт органической химии СО РАН], 2009. - 871 с., [13] л. ил. - Библиогр. в конце подглав. - ISBN 9785859570713.

6. Химия пиррола. Новые страницы / Б. А. Трофимов, А. И. Михалева, Е. Ю. Шмидт, Л. Н. Собенина ; под ред. Г. А. Толстикова ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский ин-т химии им. А. Е. Фаворского. - Новосибирск : Наука, 2012. - 382 с. : ил. - Библиогр.: с. 345-381. - ISBN 9785020190702.

5.3. Периодические издания:

Журнал Химия Гетероциклических соединений

<http://hgs.osi.lv/index.php/hgs>

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Химическая энциклопедия

http://www.chemport.ru/chemical_encyclopedia_article_834.html

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение дополнительного материала по литературным источникам. Студенты изучают материал к следующему занятию, в ходе которого проводится контроль в форме контрольной работы или устного опроса (п. 2.3). Также самостоятельная работа предполагает написание рефератов по заданным темам.