



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине «**Химия гетероциклических соединений**»  
Направление подготовки 04.04.01 Химия  
профиль «Фундаментальная химия  
(совместно с ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2023

## Содержание

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Химия гетероциклических соединений»..3	
II. Текущая аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений»..5	
III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» .....	14

**I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Химия гетероциклических соединений»**

II.	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Тема 1. Введение в химию гетероциклов. Классификация способов синтеза различных типов гетероциклов.	ПК-1.1	Знает -о последних достижениях в области химии гетероциклических соединений; -основные методы исследования органических веществ и материалов; -основные естественно-научные законы и закономерности развития химической науки; -формы и методы научного познания; -основные компьютерные программы для обработки и представления результатов исследования.	Проверка готовности к лабораторной работе № 1 (ПР-6); Групповой разбор задач (УО-4)	Вопросы к экзамену № 1-3
		ПК-1.2	Умеет -спланировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР; -логически мыслить и творчески использовать накопленные знания в сочетании естественно-научными законами и закономерностями развития химической науки, формами и методами		

			<p>научного познания при анализе полученных результатов;</p> <p>-интерпретировать спектральные данные полученных соединений;</p> <p>-обобщать научный материал, применять полученную информацию в новой ситуации.</p>		
			<p>Владеет</p> <p>-техническими средствами и методами для решения поставленных задач НИР;</p> <p>- основами ретросинтетического анализа гетероциклических систем;</p> <p>-современными физическими методами исследования строения органических соединений;</p> <p>-навыками работы с научной литературой и базами данных.</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>
2	<p>Тема 2. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен).</p>	<p>ПК-1.1</p> <p>ПК-1.2</p>	<p>Индикаторы достижения те же</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 2 (ПР-6);</p> <p>Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 4-6</p>
3	<p>Тема 3. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (индол).</p>	<p>ПК-1.1</p> <p>ПК-1.2</p>	<p>Индикаторы достижения те же</p>	<p>Проверка готовности к лабораторной работе № 3 (ПР-6);</p> <p>Групповой разбор задач (УО-4)</p>	<p>Вопросы к экзамену № 7-9</p>

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

## II. Текущая аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений»

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

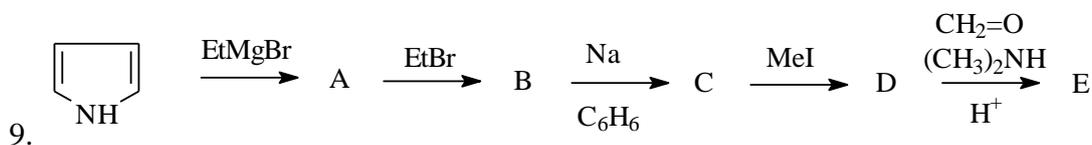
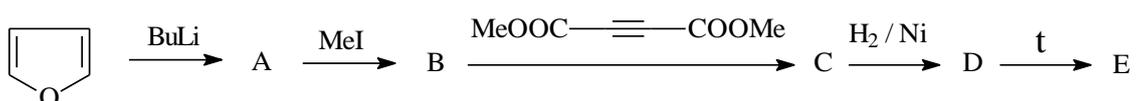
Текущая аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» проводится в форме контрольных мероприятий (групповой разбор задач, тестирование) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

## 1. Групповой разбор задач.

### Модуль 1. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пирролы, фураны, тиофены).

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.



### Модуль 2. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (индолы, бензофураны, бензотиофены, индолизины).

1. Сравните реакционную способность и ацидофобность пиррола и индола.
2. Объясните различную регионарность 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.

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

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.

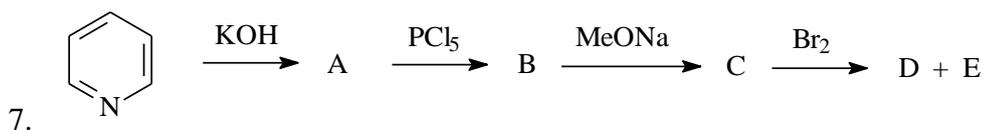


**Модуль 4. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин).**

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 пиридиновые соли? Почему ?
5. Напишите реакции 2-этилпиридина:
  - 1) с бензальдегидом; 2) с метилиодидом;

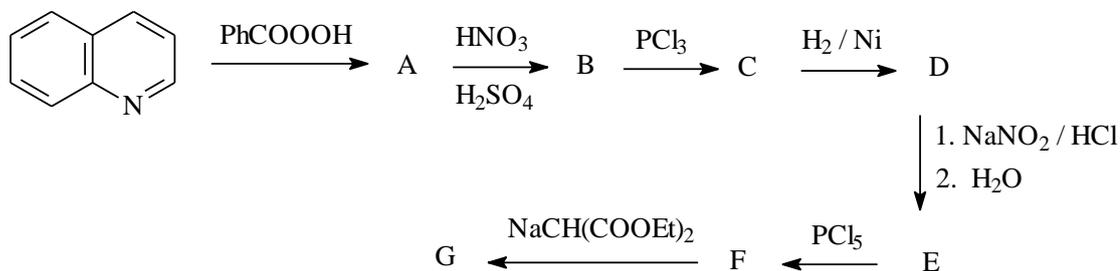
3) с амидом калия; 4) с  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде; 5) с натрием в этаноле.

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



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

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.



**Модуль 6. Номенклатура гетероциклических соединений.**

1. Назовите следующие соединения, имеющие тривиальные названия, пользуясь правилами, принятыми для гетерополициклов:
  - 1) индол; 2) акридин; 3) индазол; 4) фенантридин; 5) 4H-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.

## 2. Тестирование

### 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) пирозола 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

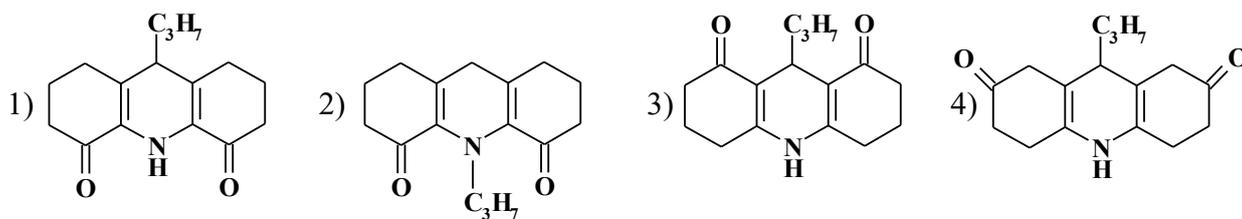
1) 3-пропил-2-этилхинолин

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

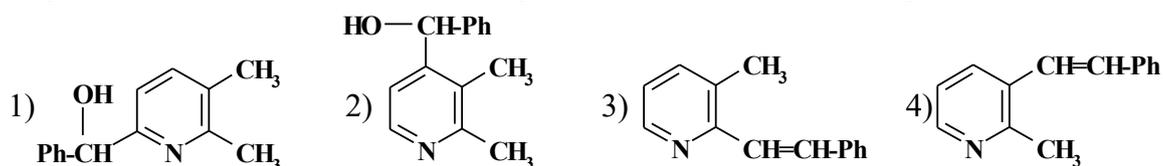
21. При взаимодействии 2-метилпиридина с азотной кислотой в жестких условиях преимущественно образуется

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

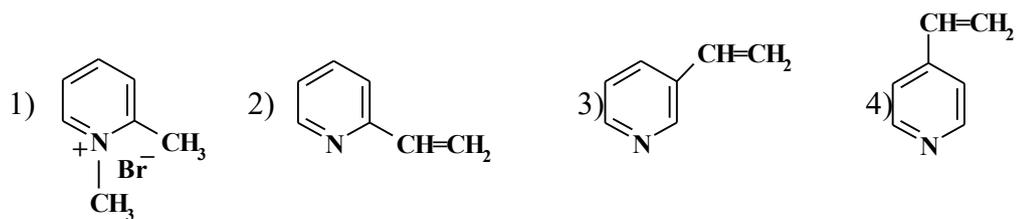
22. При взаимодействии 2-метилпиридина с амидом натрия образуется

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

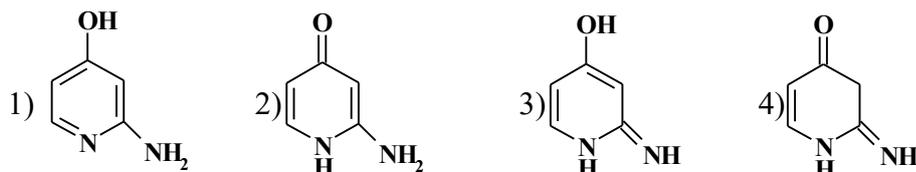
23. При взаимодействии 2,3-диметилпиридина с бензальдегидом образуется



24. Цианид-ион легко присоединяется к:



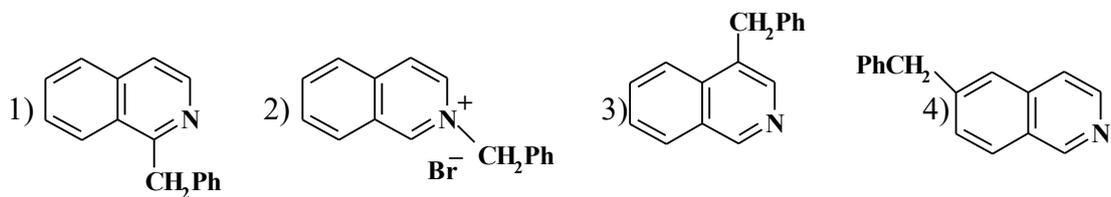
25. В растворе 4-гидрокси-2-аминопиридина доминирует форма



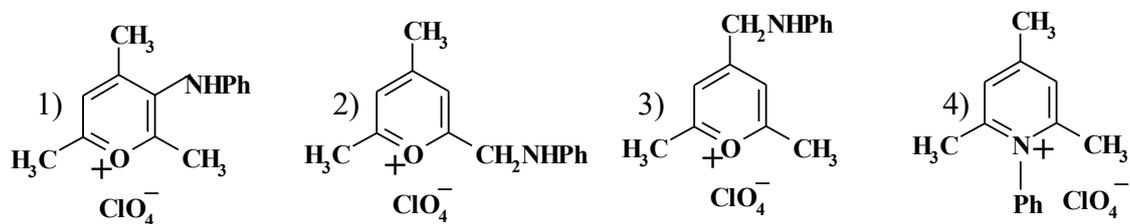
26. При нитровании 5-метилхинолина преимущественно образуется

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

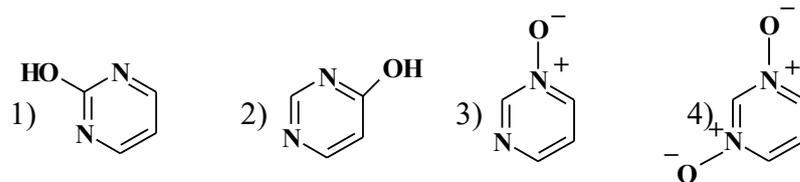
27. При действии бензилбромида на изохинолин образуется



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



29. При действии надуксусной кислоты на пиримидин образуется



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

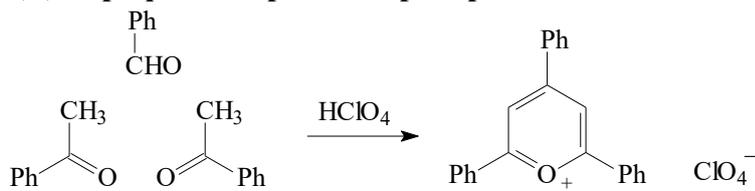
- 1) 2-метокси-4-хлорпиримидин    2) 4-метокси-2-хлорпиримидин  
 3) 2,4-диметоксипиримидин    4) 6-метокси-2,4-дихлорпиримидин

### 3. Лабораторные работы

Пример лабораторной работы.

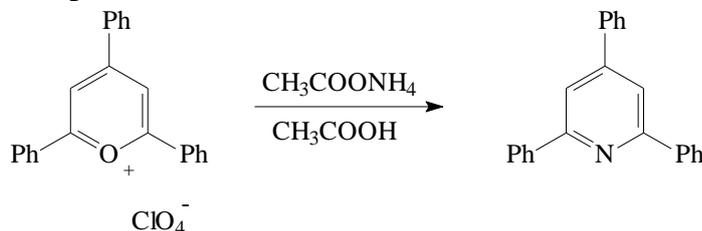
#### 2,4,6-Трифенилпиридин

##### 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.

### Отметка "10"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

### Отметка "9"

1. «1, 2, 3, 4» – аналогично отметке "10".
2. Исправления в ответе по требованию преподавателя, "шероховатость" в изложении материала.

### Отметка "8"

1. «1, 2» – аналогично отметке "8".
2. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

### Отметка "7"

1. «1, 2» – аналогично отметке "8".
2. Студент ответил на основной вопрос, но не смог ответить на часть дополнительных вопросов, заданных преподавателем по теме вопроса.

### Отметка "6"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

### Отметки "0 - 5"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

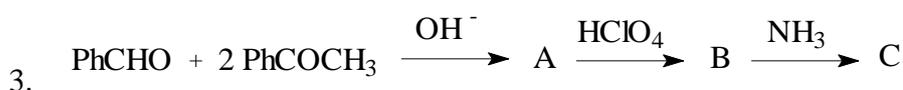
## III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений»

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Экзаменационные билеты

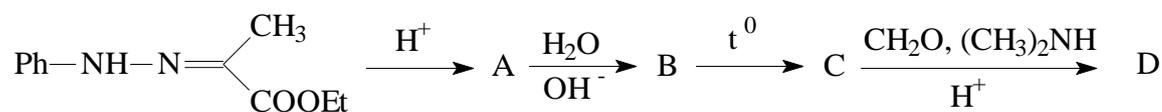
#### Билет № 1

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



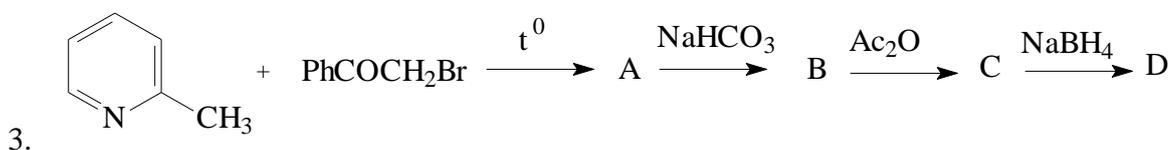
Билет № 2

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



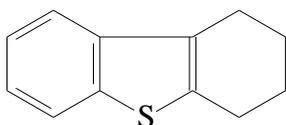
Билет № 3

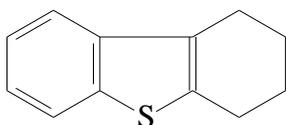
1. Химия индола.
2. Получить N-метилпиридон-2 из пиридина.

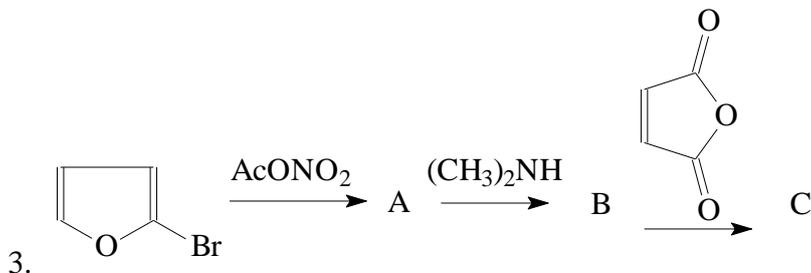


Билет № 4

1. Химия изоиндола и индолизина.

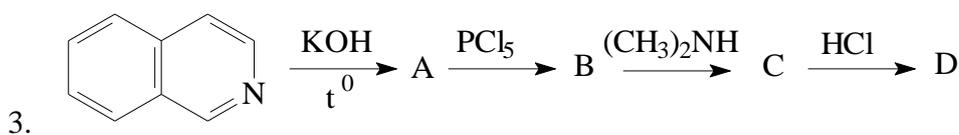


2. Получить  из доступных веществ.



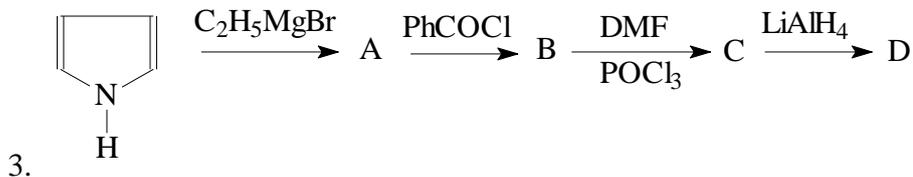
Билет № 5

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



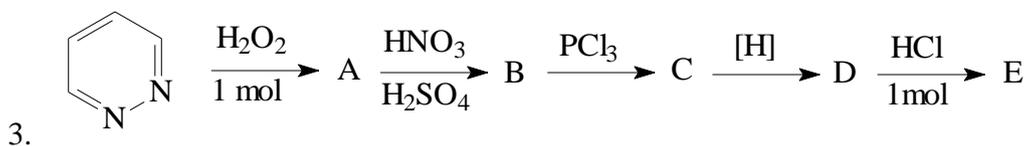
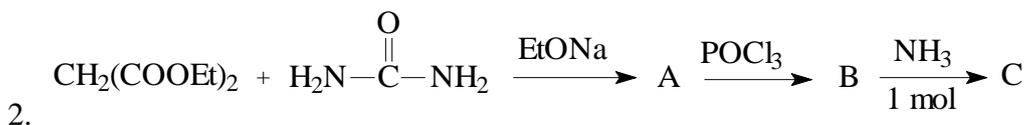
Билет № 6

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



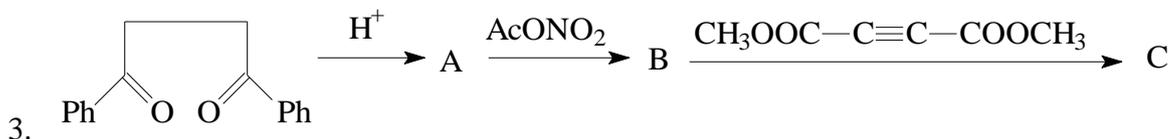
Билет № 7

1. Химия имидазола.



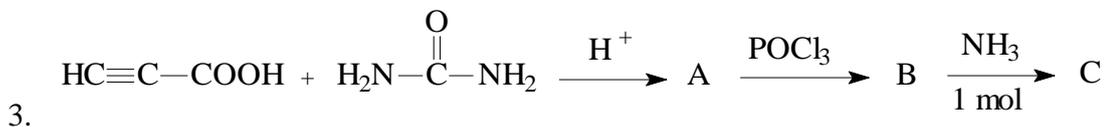
Билет № 8

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



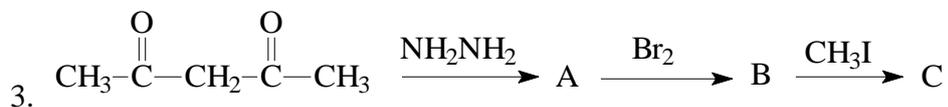
Билет № 9

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



Билет № 10

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



### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Отметка	Требования к сформированным компетенциям
<b>«отлично»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«хорошо»</b>	Аналогично указанному выше. Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.
<b>«удовлетворительно»</b>	Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов). Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.
<b>«неудовлетворительно»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### Шкала оценки уровня достижения результатов обучения для текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Химия гетероциклических соединений»

Баллы (рейтинговая оценка) / оценка	Уровни достижения результатов обучения		Требования к сформированным компетенциям
	Текущая и промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	
100-86	Повышенный	«отлично»	Способен осуществлять поиск и критический анализ информации по дисциплине, применять системный подход для решения поставленных

			<p>образовательных задач. Владеет навыками работы с отечественными и зарубежными базами данных.</p> <p>Умеет спланировать и обосновать все стадии синтетического эксперимента.</p> <p>Умеет правильно написать схему и механизм изучаемой реакции.</p> <p>Умеет провести ретросинтетический анализ гетероциклической системы.</p>
85-76	Базовый	«хорошо»	<p>В большинстве случаев способен осуществлять поиск и критический анализ информации по дисциплине, применять системный подход для решения поставленных образовательных задач.</p> <p>Умеет грамотно составлять литературный обзор из найденных источников по заданной тематике.</p> <p>Умеет оформлять отчет о проделанной работе по заданным формам.</p> <p>Владеет основными навыками синтетического эксперимента.</p> <p>Допускает единичные ошибки в решении синтетических задач.</p>
75-61	Пороговый	«удовлетворительно»	<p>Владеет незначительными навыками поиска химической информации, способен правильно решать только наиболее легкие задачи в области химии гетероциклических соединений. Не способен выбирать рациональный метод решения синтетической задачи.</p>
60-0	Уровень не достигнут	«неудовлетворительно»	<p>Не знает значительной части программного материала, допускает</p>

			существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не выполняет их вообще.
--	--	--	---