



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  Е.С. Махоткина

Рецензент:

доцент кафедры Химии, канд. техн. наук  Л.Г. Коляда

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Химия гетероциклических соединений» являются:

- изучение строения, методов синтеза, химических свойств и биологических функций гетероциклических соединений;
- формирование у студентов знаний и умений, позволяющих планировать синтезы различных гетероциклических соединений;
- подготовка специалистов, обладающих знаниями по химии гетероциклических соединений и способных работать в области химии природных соединений, биоорганической химии и биотехнологий.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Химия гетероциклических соединений входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Анализ и синтез химико-технологических систем

Экологические проблемы металлургического производства

Оборудование и технология переработки твёрдого топлива

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Научно-исследовательская работа

Системный анализ химико-технологических систем и расчет аппаратов технологии природных энергоносителей и углеродных материалов

Переработка углеводородных газов

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Новые технологии в переработке топлива

Современные физико-химические методы исследования и анализа

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - преддипломная практика

Производственная - технологическая (производственно-технологическая) практика

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Химия гетероциклических соединений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-6	Способен проводить химический анализ объектов исследования, выполнять производственные задания по проведению химического анализа, оценивать результаты химического анализа
ПК-6.1	Решает задачи по проведению химического анализа объектов исследования, выполняет производственные задания по проведению химического анализа, оценивает результаты химического анализа

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 12,7 академических часов;
- аудиторная – 10 академических часов;
- внеаудиторная – 2,7 академических часов;
- самостоятельная работа – 86,6 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Раздел: классификация гетероциклов. Гетероциклы с атомами азота, кислорода, серы. Номенклатура. Строение гетероциклов. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Конденсированные гетероциклы. Роль гетероциклов в природе и различных областях производства.								
1.1 Классификация гетероциклов	1	2			18,5	Изучение научной и учебной литературы	Коллоквиум, тесты	ПК-6.1
Итого по разделу		2			18,5			
2. 2. Раздел: пятичленные гетероциклы. Важнейшие методы синтеза, реакция Юрьева. Зависимость свойств от природы гетероатома. Ориентация реакций замещения в пятичленных гетероциклах и ее объяснение. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла, гемоглобина. Фурфурол, индол.								
2.1 Тема: пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.	1	2			22	Изучение научной и учебной литературы	Коллоквиум, тесты	ПК-6.1
Итого по разделу		2			22			

3. 3 Раздел: шестичленные кислородные гетероциклы. Группа пирана. Пиран. Изомерия. Строение. Аномерный эффект. Катион пироксония.. Хелидоно-вая кислота. Хромоны и флавоны. Строение. Синтез флавонов. Антоциа-нидины. Ксантоны. Растительные ин-сектициды. Пиранозные формы моно-сахаридов. Понятие о красящих веще-ствах растений								
3.1 Группа пирана. Пиран. Изомерия. Строение. Аномерный эффект. Катион пироксония.. Хелидоновая кислота. Хромоны и флавоны. Строение. Синтез флавонов. Антоцианидины. Ксантоны. Растительные инсектициды. Пиранозные формы моносахаридов. Понятие о красящих веществах	1			2		Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями, применение информационных технологий).	Проверка индивидуальных заданий	ПК-6.1
Итого по разделу			2					
4. 4 Раздел:бициклические гетероциклы								
4.1 Пурин и его производные. Строение молекулы. Ароматичность. Таутомерия. Оксипроизводные пурина: мочевая кислота, ксантин, гипоксантин, кофеин, теобромин. Аминопурины. Аденин, гуанин – компоненты нуклеиновых кислот. Б. Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания. Нуклеозиды. Нуклеоти-ды. Строение полинуклеотидной цепи. Нуклеотид-ный состав ДНК и РНК.	1			2	21,1	Подготовка доклада	Собеседование	ПК-6.1
Итого по разделу			2	21,1				
5. 5. Раздел: алкалоиды; антибиотики								
5.1 Гетероциклические алкалоиды (гигрин, пилокарпин, стрихнин, бруцин, конииин, лобелин, никотин, анабазин).	1			2	25	Подготовка доклада	Собеседование	ПК-6.1
Итого по разделу			2	25				
Итого за семестр	4		6	86,6			экзамен	
Итого по дисциплине	4		6	86,6			экзамен	

## 5 Образовательные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Коксование углей» используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационная лекция, лабораторные занятия.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. Информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения

6. Интерактивные технологии: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента, при выполнении и защите лабораторных работ, на консультациях.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться. Для этого на занятиях организуются групповая работа, работа с документами и различными источниками информации.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов.

2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, отчет по выполненной лабораторной работе).

3. Обсуждение подготовленного отчета по лабораторной работе в режиме дискуссии с элементами коллективного решения творческих задач.

Самостоятельная работа может осуществляться по образцу, вариативности, носить частично поисковый или исследовательский характер.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

а) Основная литература:

1. Биоорганическая химия: учебник / И.В. Романовский, В.В. Болтромаев, Л.Г. Гидранович и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. - 504 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ)

ISBN 978-5-16-010819-3

<https://znanium.com/catalog/document?id=22507>

2. Современный органический электросинтез. Принципы, методы исследования и практические приложения: Монография / Будникова Ю.Г. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 440 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011761-4

<http://znanium.com/bookread2.php?book=542678>

### **б) Дополнительная литература:**

б) Дополнительная литература

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия [Текст] : учебник. - М. : Академия, 2011. - 425 с. : ил., табл. - (Высшее проф. образование : Медицина). (10 экз.)

2. Превращения органических веществ [Текст] : учебное пособие / Л. В. Чупрова, Х. Я. Гиревая, Н. Л. Медяник, Т. М. Куликова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 147 с.: схемы. - ISBN 978-5-9967-0518-4. (11 штук)

3. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 547 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>. — Загл. с экр. — <https://e.lanbook.com/reader/book/94166/#9>

4. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3 т. Т. 3 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Травень. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 391 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84110>. — Загл. с экр.

<https://e.lanbook.com/reader/book/84110/#1>

### **в) Методические указания:**

1. Чупрова, Л.В. Генетическая связь между классами органических соединений: учеб. пособие / Л.В. Чупрова, Х.Я. Гиревая. Магнитогорск: гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 105 с. (10 экз.)

2. Куликова, Т. М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 2 / Т. М. Куликова, Х. Я. Гиревая, Л. В. Чупрова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3536.pdf&show=dcatalogues/1/1514964/3536.pdf&view=true>. - Макрообъект.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный»	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий оснащена лабораторным оборудованием:
  - лабораторное оборудование (весы лабораторные равноплечие 2-ого класса модели ВЛР-300, весы лабораторные ВК. Модификации ВК-300, низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/10, рН-метры Эксперт –рН, термостат вискозиметрический LOIP LT-910, спектрофотометр ПЭ -5300ВИ, титратор высокочастотный лабораторный ПЭ -6Л1, лабораторный рефлектометр RL2 (4322)).
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
6. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
7. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Химия гетероциклических соединений» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

**Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):**

**Пример тестов для самопроверки**

**Вопрос 1. Установите соответствие**

**Классификация ГЦС:**

- а. ГЦС с конденсированными кольцами
- б. пятичленный ГЦС с двумя атомами азота
- в. шестичленный ГЦС с двумя атомами азота

**Гетероциклические соединения:** 1. пиразол; 2. индол; 3. имидазол; 4. хинолин;  
5. пиримидин; 6. пурин.

**Вопрос 2. Установите соответствие**

**Классификация ГЦС:**

- а. кислородсодержащие ГЦС
- б. азотсодержащие ГЦС
- в. серосодержащие ГЦС.

**Гетероциклические соединения:** 1. пиридин; 2. оксазол; 3. имидазол; 4. фуран; 5. пурин;  
6. тиазол.

**Вопрос 3. Установите соответствие**

**Классификация ГЦС:**

- а. пятичленные ГЦС с одним гетероатомом
- б. шестичленные ГЦС с одним гетероатомом

**Гетероциклические соединения:** 1. пиррол; 2. хинолин; 3. фуран; 4. пиридин; 5. пиперидин;  
6. тиофен; 7. акридин.

**Вопрос 4. Установите соответствие**

**Классификация ГЦС:**

- а. пятичленные ГЦС с несколькими гетероатомами
- б. шестичленные ГЦС с несколькими гетероатомами

**Гетероциклические соединения:** 1. тиазол; 2. барбитуровая кислота; 3. оксазол; 4. пиразол;  
5. имидазол; 6. урацил; 7. пиримидин.

**Вопрос 5. Установите соответствие**

**Номенклатура ГЦС:**

- а. производные пурина;
- б. производные пиримидина;

**Гетероциклические соединения:** 1. аденин; 2. гуанин; 3. урацил; 4. кофеин; 5. цитозин; 6. мочева кислота; 7. барбитуровая кислота.

*Примеры вопросов для подготовки к коллоквиумам:*

**Коллоквиум I**

**1.** Понятие о гетероциклах. Их ароматический характер. Примеры гетероциклов с различными размерами циклов, с одним и двумя гетероатомами в цикле.

**2.** Номенклатура гетероциклических соединений: номенклатура ИЮПАК, тривиальная.

**3.** Нумерация атомов в цикле для обозначения мест заместителей.

4. Гетероциклы – как основа многих природных молекул и лекарственных средств.

### Коллоквиум 2

5. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол):

а) строение;

б) получение из 1,4-диоксосоединений;

в) физические свойства;

г) химические свойства:

- кислотно-основные превращения с участием гетероатомов. Ацидофобные свойства;

- реакции присоединения водорода, галогенов, диенового синтеза, окисления;

- реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование);

- реакции расширения цикла;

- реакции замены гетероатома (синтез Юрьева).

6. Характеристика отдельных представителей (по выбору).

### Коллоквиум 3

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (пиридин)

1. строение;

2. способы получения из акролеина, насыщенных альдегидов, ацетилен (синтез Реппе);

3. физические свойства;

4. химические свойства:

- реакции присоединения;

- реакции замещения: *электрофильное* (галогенирование, нитрование, сульфирование) *нуклеофильное* (реакция Чичабабина); *радикальное* (получение арилпиридинов);

- реакции пиридина как третичного амина (образование солей с сильными минеральными кислотами, получение солей алкилпиридиния, получение  $\square$ -окиси пиридиния, получение пиридилийсульфотриоксида, его применение);

- раскрытие пиридинового кольца.

5. Характеристика отдельных представителей: пиколины, пиридинкарбоновые кислоты, пиперидин.

### Пример заданий для индивидуальной работы

#### Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом

1. Напишите возможные типы водородных связей между молекулами:

а) имидазол – имидазол; б) индол – имидазол; в) аденин – тимин;

г) гуанин – цитозин.

2. По какому атому азота будет протонироваться молекула 5-окси-3-(2'-аминоэтил)индола (т.е. серотонина)?

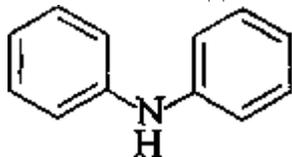
2. Напишите уравнение реакции гидролиза витамина РР (никотинамид). Какова структура получившегося вещества от рН среды?

4. Напишите структурные формулы всех изомерных монометилиндолов.

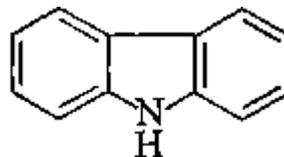
5. Сравните на примере галогенирования (например, иодирования) реакционную способность ядра пиррола, тиофена, бензола и пиридина.

6. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, отношению к уксусному ангидриду, йодистому метилу, азотистой кислоте.

7. Какое из соединений и почему должно быть более сильной кислотой:



или



8. Почему для сульфирования фурана используется пиридин-сульфотриоксид? Каково строение этого реагента? Напишите уравнение реакции сульфирования 2-метилфурана. Рассмотрите механизм действия электрофильных агентов на соединения типа фурана.

9. Расставьте в ряд по легкости нитрования следующие соединения: пиридин, *m*-динитробензол, тиофен, *n*-ксилол, бензол.

10. Напишите схему реакции нитрования пиррола.

#### **Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом**

1. Напишите схему взаимодействия пиперазина с серной кислотой.

2. Напишите схему получения  $\alpha$ -аминопиридина (реакция Чичибабина). К какому типу реакций замещения относится данная реакция?

3. Напишите формулы  $\gamma$ -пирана и  $\gamma$ -пирона.

4. Напишите схему окисления лепидина ( $\gamma$ -метилхинолина) и назовите продукт реакции.

5. Назовите и напишите формулы конденсированных систем, в состав которых входит  $\gamma$ -пирон.

6. Напишите схему получения амида  $\beta$  - пиридинкарбоновой кислоты (витамин PP).

7. Напишите схему взаимодействия 8-оксихинолина со щелочью.

8. Напишите схему взаимодействия хромона с соляной кислотой.

9. Напишите схему диазотирования  $\beta$  - аминопиридина.

10. Что получится при энергичном окислении хинолина? Напишите схему реакции.

11. Напишите схему синтеза тубазида из изоникотиновой кислоты.

12. Напишите формулу изохинолина и пронумеруйте атомы.

13. Сравните основные свойства пиридина и пиперидина.

14. Напишите схему синтеза хинолина по Скраупу.

15. Напишите схему получения иодметилата хинолина.

16. Выведите все изомерные метилпиридины.

#### **Примерная тематика докладов:**

1. Синтез бензимидазола.
2. Синтез 2- меркаптобензимидазола.
3. Синтез пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом в кольце.
4. Синтез алкалоидов гетероциклического ряда.
5. Синтез порфинов и порфиринов.
6. Синтез индола и его производных.
7. Синтез пятичленных гетероциклов с несколькими одинаковыми гетероатомами.
8. Синтез пиридина.
9. Синтез хинолина.
10. Синтез физиологически активных веществ с пиридиновым кольцом.
11. Синтез диазинов, триазинов, тетразинов.

#### **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Классификация гетероциклов.
2. Синтез Пааля-Кнорра.
3. Реакция Юрьева.
4. Строение молекулы фурана (пиррола, тиофена).
5. Реакция электрофильного замещения на примере пиррола (тиофена, фурана).
6. Относительная активность пятичленных гетероциклов в реакциях SEAr.
7. Производные фурана (пиррола, тиофена).
8. Способы получения шестичленных гетероциклов.
9. Строение шестичленных гетероциклов на примере пиридина.

- 10.** Основные свойства пиридина.
- 11.** Нуклеофильные свойства пиридина.
- 12.** Реакции электрофильного замещения.
- 13.** Реакция Чичибабина.
- 14.** Реакция присоединения.
- 15.** Производные пиридина.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) «Химия гетероциклических соединений» за семестр и проводится в форме зачета.

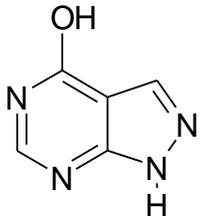
Данный раздел состоит из двух пунктов:

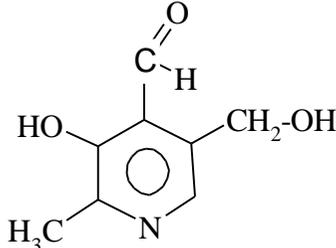
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК – 6 - Способен проводить химический анализ объектов исследования, выполнять производственные задания по проведению химического анализа, оценивать результаты химического анализа</b>		
ПК- 6.1	Решает задачи по проведению химического анализа объектов исследования, выполняет производственные задания по проведению химического анализа, оценивает результаты химического анализа	Теоретические вопросы: 1. Классификация гетероциклов. 2. Синтез Пааля-Кнорра. 3. Реакция Юрьева. 4. Строение молекулы фурана (пиррола, тиюфена). 5. Реакция электрофильного замещения на примере пиррола (тиофена, фурана). 6. Относительная активность пятичленных гетероциклов в реакциях SEAr. 7. Производные фурана (пиррола, тиюфена). 8. Способы получения шестичленных гетероциклов. 9. Строение шестичленных гетероциклов на примере пиридина. 10. Основные свойства пиридина. 11. Нуклеофильные свойства пиридина. 12. Реакции электрофильного замещения. 13. Реакция Чичибабина. 14. Реакция присоединения. 15. Производные пиридина. <b>Тест</b> 1. Выберите правильный ответ

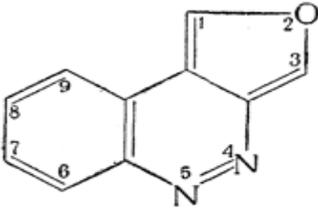
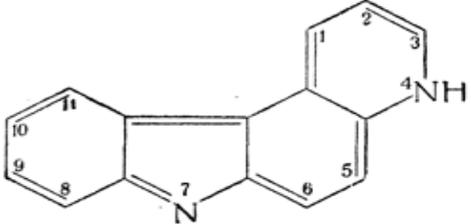
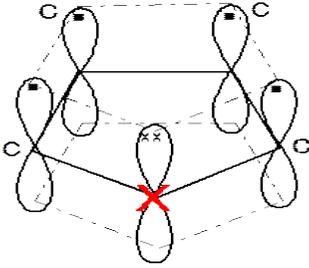
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В состав ДНК в качестве углеводной составляющей входит</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha</math>,D-глюкопираноза</li> <li><math>\beta</math>,D-фруктофураноза</li> <li>2-дезоксид-<math>\beta</math>,D-рибофураноза</li> <li><math>\alpha</math>,D-рибофураноза</li> <li><math>\beta</math>,D-рибофураноза</li> </ol> <p>2. Выберите все правильные ответы</p> <p>Энергетическая роль АТФ объясняется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>характером азотистого основания</li> <li>присутствием рибозы</li> <li>N-гликозидной связью</li> <li>полифосфорными связями</li> <li>присутствием <math>H_3PO_4</math></li> </ol> <p>3. Выберите все правильные ответы</p> <p>Относительно лекарственного препарата аллопуринола верны утверждения</p> <div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>является производным пиримидина</li> <li>содержит 3 <i>пиридиновых</i> и 1 <i>пиррольный</i> атомы азота</li> <li>способен к лактам-лактимной таутомерии</li> <li>образует соли с гидроксидом натрия</li> <li>обладает ароматическим характером</li> </ol> <p>4. Выберите правильный ответ</p> <p>Нуклеофильные группы OH и NH<sub>2</sub> при взаимодействии с пиримидином вступают в положения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3,5</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства								
		<p>б) только 2  в) 2,4,6  г) только 4  д) 1,3  5. Выберите все правильные ответы  Относительно пиридоксаля (витамина В<sub>6</sub>) верны утверждения</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>а) содержит ядро пиримидина  б) образует соли с HCl  в) взаимодействует с NaOH  г) образует с аминами основания Шиффа  д) участвует в реакции окислительного дезаминирования  6. Выберите все правильные ответы  Относительно химических свойств гипоксантина (6-оксипурина) верны утверждения  а) проявляет основные свойства  б) проявляет кислотные свойства  в) дает цветную реакцию с FeCl<sub>3</sub>( водным раствором)  г) ацидофобен  д) алкилируется в положения 1, 3, 7  7. Установите соответствие</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Исходные соединения</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Реагенты для реакции</td> </tr> <tr> <td>сульфирования</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1. бензол</td> <td style="text-align: right;">а) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.</td> </tr> <tr> <td>2. пиррол</td> <td style="text-align: right;">б) SO<sub>3</sub> в пиридине</td> </tr> </table>	Исходные соединения	Реагенты для реакции	сульфирования		1. бензол	а) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц.	2. пиррол	б) SO <sub>3</sub> в пиридине
Исходные соединения	Реагенты для реакции									
сульфирования										
1. бензол	а) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> конц.									
2. пиррол	б) SO <sub>3</sub> в пиридине									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3. пиридин <span style="float: right;">в) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (конц.), <math>t^0 = 300^\circ\text{C}</math></span></p> <p>8. <i>Установите соответствие</i>  Тип атома азота <span style="float: right;">Азотсодержащие соединения</span>  1. пиррольный <span style="float: right;">а) индол</span>  2. пиридиновый <span style="float: right;">б) хинолин</span>  <span style="float: right;">в) пурин</span>  <span style="float: right;">г) пирролидин</span>  <span style="float: right;">д)</span></p> <p>пиперидин  Напишите структурные формулы всех выбранных соединений.</p> <p>9. <i>Установите соответствие</i>  Азотистые основания <span style="float: right;">Комплементарные им азотистые нуклеиновых кислот основания</span>  1. тимин <span style="float: right;">а) аденин</span>  2. гуанин <span style="float: right;">б) гуанин</span>  <span style="float: right;">в) цитозин</span>  г) тимин  д) урацил  Напишите структурные формулы всех соединений</p> <p>10. <i>Установите соответствие</i>  <u>Нуклеотид</u> <u>Продукты гидролиза</u>  1. дезоксигуанозинмонофосфат <span style="float: right;">а) цитозин, дезоксирибоза, <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math></span>  2. дезоксицитидинмонофосфат <span style="float: right;">б) аденин, рибоза, 3м <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math></span>  3. аденозин трифосфат <span style="float: right;">в) урацил, рибоза, <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math></span>  4. тимидинмонофосфат <span style="float: right;">г) тимин, дезоксирибоза, <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math></span>  <span style="float: right;">д) гуанин, дезоксирибоза, <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math></span></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1). Укажите основные методы исследования ГЦС</p> <p>2). Установите соответствие (классификация ГЦС):</p> <p>а. кислородосодержащие ГЦС</p> <p>б. азотосодержащие ГЦС</p> <p>в. серосодержащие ГЦС.</p> <p>Гетероциклические соединения: 1. пиридин; 2. оксазол; 3. имидазол; 4. фуран; 5. пурин; 6. тиазол.</p> <p>3). Установите соответствие (номенклатура, классификация ГЦС):</p> <p>а. производные пурина;</p> <p>б. производные пиримидина;</p> <p>Гетероциклические соединения: 1. аденин; 2. гуанин; 3. урацил; 4. кофеин; 5. цитозин; 6. мочевая кислота; 7. барбитуровая кислота.</p> <p>4). Напишите схему получения иодметилата хинолина.</p> <p>5). Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кислотно-основные превращения с участием гетероатомов. Ацидофобные свойства;</li> <li>- реакции присоединения водорода, галогенов, диенового синтеза, окисления;</li> <li>- реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование);</li> <li>- реакции расширения цикла;</li> <li>- реакции замены гетероатома (синтез Юрьева).</li> </ul> <p>б. Приведите примеры получения и методы исследования свойств фурана.</p>
		<p>Практические задания:</p> <p>1). Укажите основные методы исследования ГЦС</p> <p>2). Установите соответствие (классификация ГЦС):</p> <p>а. кислородосодержащие ГЦС</p> <p>б. азотосодержащие ГЦС</p> <p>в. серосодержащие ГЦС.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><i>Гетероциклические соединения: 1. пиридин; 2. оксазол; 3. имидазол; 4. фуран; 5. пурин; 6. тиазол.</i></p> <p><i>3). Установите соответствие (номенклатура, классификация ГЦС):</i></p> <p><i>а. производные пурина;</i></p> <p><i>б. производные пиримидина;</i></p> <p><i>Гетероциклические соединения: 1. аденин; 2. гуанин; 3. урацил; 4. кофеин; 5. цитозин; 6. мочевая кислота; 7. барбитуровая кислота.</i></p> <p><i>4). Напишите схему получения иодметилата хинолина.</i></p> <p><i>5). Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>- кислотно-основные превращения с участием гетероатомов. Ацидофобные свойства;</i></li> <li><i>- реакции присоединения водорода, галогенов, диенового синтеза, окисления;</i></li> <li><i>- реакции замещения (галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование);</i></li> <li><i>- реакции расширения цикла;</i></li> <li><i>- реакции замены гетероатома (синтез Юрьева).</i></li> </ul> <p><i>б. Приведите примеры получения и методы исследования свойств фурана.</i></p> <p><i>7. Каким образом можно обнаружить содержание ГЦС в исследуемом объекте? Обоснуйте способ выбора метода обнаружения.</i></p> <p><i>8. Назвать вещества, используя международную номенклатуру IUPAC:</i></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>фуро[3,4-с]квиннолин</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4H-пиридо[2,3-с]карбазол</p> </div> </div> <p>9. Сравните на примере галогенирования (например, иодирования) реакционную способность ядра пиррола, тиофена, бензола и пиридина. Как на практике подтвердить результаты? Какие необходимо провести эксперименты?</p>
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>Комплексное задание:</p> <p>Исходя из электронного строения пятичленных ГЦС сделайте выводы о строении молекулы (форма, полярность связей и т.д.), о реакционной способности основных ГЦС.</p> <p>Практическое задание:</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><i>II. Фуран, пиррол и тиофен представляют собой ..., встречающиеся в каменноугольной смоле, откуда могут быть выделены (за исключением ...?). Предложите способ выделения ...</i></p> <p><i>Возможные причины снижения выделения... из угольной смолы? Как устранить данный сбой в технологическом процессе?</i></p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

- текущая аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме собеседования, в форме тестирования с объяснением выбора ответа, в виде индивидуальных докладов на заданную тему.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по вопросам, учитывается выполнение заданий в течение семестра.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.