Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 13.07.2026 14:46:38
Уникальный программный ключ:
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f045ce2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Ворончихина Л.И.

28 мая 2026г.

Рабочая программа дисциплины

Конденсированные ароматические системы

Закреплена за кафедрой:	**Органической химии**
Направление подготовки:	**04.04.01 Химия**
Направленность (профиль):	**Органическая химия**
Квалификация:	**Магистр**
Форма обучения:	**очная**
Семестр:	**2,3**

Программу составил(и):

д-р хим. наук, зав. кафедрой, Ворончихина Людмила Ивановна

Тверь, 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

формирование, систематизация и углубление знаний в области химии гетероциклических соединений.

Задачи :

Основные задачи курса заключаются в освоении базовых положений и понятий химии гетероциклов, закреплении навыков поиска, анализа и обобщения научных данных и формировании представлений о направлениях развития современной химии гетероциклических соединений, играющих значительную роль в развитии народного хозяйства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Строение и реакционная способность органических соединений
Механизмы органических реакций
Ознакомительная практика

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе:	
самостоятельная работа	171
часов на контроль	36

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеризации веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук

ОПК-1.2: Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук

ОПК-2.1: Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их

ОПК-2.2: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	3
зачеты	2

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Примечание
	Раздел 1. Тема 1. Классификация гетероциклов. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.				
1.1	. Гетероциклы с атомами азота, кислорода, серы. Номенклатура. Строение гетероциклов. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Конденсированные гетероциклы. Роль гетероциклов в природе и различных областях производства	Пр	2	10	
1.2	Важнейшие методы синтеза, реакция Юрьева. Зависимость свойств от природы гетероатома. Ориентация реакций замещения в пятичленных гетероциклах и ее объяснение. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов.	Ср	2	25	
	Раздел 2. Тема 2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.				
2.1	Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла, гемоглобина. Фурфурол, его получение и использование в синтезе.	Пр	2	10	
2.2	Индол и его производные. Синтез реакцией Фишера, химические свойства. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола).	Ср	2	28	
	Раздел 3. Тема 3. Шестичленные кислородные гетероциклы				
3.1	Группа пирана. Пиран. Изомерия. Строение. Аномерный эффект. Катион пироксония. Производство □-пирона. Кумалиновая кислота. γ-пирон. Производные γ-пирона и пироксониевые соединения. Хелидоновая кислота.	Пр	2	10	
3.2	Хромоны и флавоны. Строение. Синтез флавонов. Антоцианидины. Ксантоны. Растительные инсектициды. Пиранозные формы моносахаридов. Понятие о красящих веществах растений.	Ср	2	25	

	Раздел 4. Тема 4. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним гетероатомом.				
4.1	Пиридин. Синтез простейших производных пиридина, их нахождение в природе. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, свойства атома азота. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина. Расщепление пиридинового кольца.	Пр	3	5	
4.2	Реакция Чичибабина, нуклеофильный механизм реакции. Таутомерия □- и □-окиси и аминопиридинов. Протонная подвижность водорода в метильных группах □- и □-пиколинов. Реакции рециклизации пиридиновых оснований (Кост).	Ср	3	23	
	Раздел 5. Тема 5. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.				
5.1	Группа азолов. Классификация, номенклатура, изомерия. А. Пиразол и его производные. Способы получения. Электронное строение. Стабильность цикла. Способность к таутомерии. Основность. Реакции электрофильного замещения. Ориентация. Реакции восстановления. Пиразон. Представления о лекарственных препаратах (антипирин, пирамидон, анальгин).	Пр	3	5	
5.2	Б. Имидазол и его производные. Строение молекулы. Способы получения. Реакции электрофильного замещения .Биологическое значение производных имидазола. Гистидин, гистамин, дибазол. Системные фунгициды. Биномил. В. Тиазол и его производные. Строение молекулы. Способы получения. Химические свойства. Сходство с пиридином. Лекарственные препараты (норсульфазол, сульфазол, фталазол, промизол, пенициллины). Бензтиазолы. Кантакс, альтакс – ускорители вулканизации.	Ср	3	25	
	Раздел 6. Тема 6. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.				
6.1	Группа азинов. Классификация, номенклатура, изомерия. А. Пиразин. Пиперазин. Дикетопиперазин. Бензопиразин. Антразин. Индантрен. Феназин, феноксазин, фентиазин – хромофоры. Метиленовый голубой.	Пр	3	5	

6.2	Б. Пиримидин. Электронное строение молекулы. Ориентация нуклеофильных и электрофильных реагентов. Получение пиримидина. Производные пиримидина: урацил, тимин, цитозин. Таутомерия. Витамины: В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), кокарбоксилаза. Барбитуровая кислота и барбитураты.	Ср	3	25	
	Раздел 7. Тема 7. Бициклические гетероциклы				
7.1	А. 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. Нуклеотиды. Строение полинуклеотидной цепи. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Нуклеопротеиды. Коферменты. Г. Группа птиридина. Птирины. Фолиевая кислота.	Ср	3	20	
	Раздел 8. Контроль				
8.1	Контроль	Экзамен	3	36	

Список образовательных технологий

1	Игровые технологии
2	Проектная технология
3	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
4	Технологии развития критического мышления

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

«Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

Билет 1

5. Напишите формулы 2-метилтиофена, □-оксипирролидина.

6. Чем можно объяснить большую прочность красителя индиго? Ответ поясните схемой.

7. Напишите схему превращения пятичленных гетероциклов по Юрьеву.

8. Напишите схему реакции фурфурола с бромом.

9. Напишите схему взаимных превращений синего и белого индиго.

Билет 2

1. Напишите схему получения амида пирослизевой кислоты.

2. Напишите схему сульфирования тиофена.

3. Приведите схему синтеза индиго из антраниловой кислоты.

4. Приведите схему синтеза фурацилина – семикарбазона 5-нитрофурфурола из 5-нитрофурфурола.

5. Напишите протофериновое ядро, содержащееся в витамине В12.

Билет 3

1. Напишите схему превращения пролина в хлорангидрид и амид.

2. Какие свойства (кислые, основные) должен иметь серотонин?

3. Как объяснить ароматический характер пятичленных гетероциклов?

4. Напишите структурную формулу порфина.

5. Как можно доказать ароматический характер тиофена?

Билет 4

1. Как изменяются основные свойства пиррола при его частичном и полном гидрировании?

2. Приведите таутомерные формы изатина и схему реакции, которой можно доказать существование кислотной таутомерной формы.

3. Приведите схему синтеза фурана из слизевой кислоты.

4. Как из индиго можно получить изатин? Напишите схему.

5. Как фурфурол реагирует с бисульфитом натрия?

Билет 5

1. Напишите формулу 5,5'-дисульфоиндиго (индигокармина). Какие группы обусловливают его растворимость в воде?

2. Что такое гетероциклы? Дайте определение, напишите формулу и название пятичленного гетероцикла с 2 гетероатомами азота.

3. Напишите схему получения оксима фурфурола.

4. По какой схеме триптофан в организме превращается в индол?

5. Как называют по номенклатуре ИЮПАК трех- и четырехчленные насыщенные азотистые гетероциклы?

Билет 6

1. Напишите схему реакции серебряного зеркала для фурфурола.

2. Напишите формулы □–метилпиррола.

3. Напишите схему реакции нитрования тиофена.

4. Напишите формулы в схеме: янтарная кислота→ аммонийная соль янтарной кисоты→амид янтарной кислоты→ имид янтарной кислоты→ пиррол.

5. Напишите формулу гетероауксина и его рациональное название.

Билет 7

1. Как фуран реагирует с бромом?

2. Какой реакцией можно доказать основной характер пирролидина?

3. Напишите схему сульфирования пиррола.

4. Напишите формулу кумарона. Где он используется?

5. Получите пирролкалий и сравните со свойствами фенолятов.

«Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

1. Что такое соли пироксония (пирилиевые соли)? Схема их получения.

2. Напишите изомеры пиридинкарбоновых кислот и дайте им названия.

3. Напишите формулу кумарина (бензо-□-пирона) и схему его взаимодействия с щелочью.

4. Назовите ядра, входящие в состав акридина, и пронумеруйте атомы.

5. Напишите формулу диэтиламида никотиновой кислоты.

6. Чем объясняются слабые основные свойства пиридина?

7. Напишите схему восстановления хинолина и назовите продукты.

8. Схема реакции электрофильного замещения в пиридиновом ядре.

9. Реакции, доказывающие основные свойства пиридина.

10. Напишите схему получения 5-нитро-8-оксихинолина (лекарственный препарат-5-НОК), исходя из 8-оксихинолина.

11. Напишите схему получения дикетопиперазина из гликокола.

12. Напишите формулу тетрагидропирана.

13. Напишите формулы соединений в следующей схеме:

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

«Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

Каждый вопрос оценивается в 2 балла

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 pH 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, м-динитробензол, тиофен, п-ксилол, бензол.

10. Напишите схему реакции нитрования пиррола.

«Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

Каждый ворос оценивается в 2 балла.

1. Напишите схему взаимодействия пиперазина с серной кислотой.

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

3. Напишите формулы □-пирана и □-пирона.

4. Напишите схему окисления лепидина (□-метилхинолина) и назовите продукт реакции.

5. Назовите и напишите формулы конденсированных систем, в состав которых входит □-пирон.

6. Напишите схему получения амида □-пиридинкарбоновой кислоты (витамин РР).

7. Напишите схему взаимодействия 8-оксихинолина со щелочью.

8. Напишите схему взаимодействия хромона с соляной кислотой.

9. Напишите схему диазотирования □-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.

«Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами».

Каждый вопрос оценивается в 1 балл

1. Как норсульфазол будет реагировать с соляной кислотой?

2. Как реагирует имидазол с соляной кислотой?

3. Как гистамин реагирует с азотистой кислотой?

4. Как бензимидазол реагирует с соляной кислотой?

5. Напишите схему взаимодействия пиразола с серной кислотой (образование соли).

6. Приведите схему синтеза антипирина.

7. Как можно получить кислый азокраситель из норсульфазола (через стадию диазотирования)?

8. Приведите схему синтеза имидазола и его второе название.

9. Напишите формулу пенициллина и назовите циклы, которые входят в его состав. Каким методом было доказано наличие в пенициллине □-лактамного кольца?

10. Приведите схему синтеза амидопирина из антипирина и рациональное название конечного продукта.

11. Напишите уравнение превращения гистидина в гистамин.

12. Приведите формулу антипирина, его рациональное название.

13. Приведите формулы трех важнейших азолов и схему реакции одного из них с соляной кислотой.

14. Проведите алкилирование тиазола.

15. Что получается при нитровании 4-метилтиазола?

«Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами».

Каждый вопрос оценивается в 0,5 балла

1. Напишите возможные таутомерные формы цитозина.

2. Что такое нуклеозиды? Приведите пример.

3. Напишите формулу теобромина и приведите его рациональное название.

4. Перечислите продукты, получающиеся при гидролизе нуклеиновых кислот (с указанием промежуточных продуктов).

5. Приведите схему получения пурина из мочевой кислоты.

6. Дайте определение РНК и ДНК. Где они содержатся?

7. Напишите формулу пурина. Назовите гетероциклы, из которых он состоит, и пронумеруйте атомы.

8. Напишите формулу участка нуклеиновой кислоты, состоящего из двух нуклеотидов.

9. Напишите схему синтеза барбитала (веронала).

10. Напишите формулу гуанозина.

11. Напишите структурную формулу уридинтрифосфата (УТФ).

12. Напишите формулу кофеина, назовите его по рациональной номенклатуре.

13. Напишите структурные формулы оснований – производных пиримидина, входящих в состав нуклеиновых кисло

14. Что такое барбитураты? Где они применяются?

15. Напишите схему взаимодействия фентиазина с бромом.

16. Напишите формулы оснований – производных пурина, входящих в состав нуклеиновых кислот.

17. Напишите структурную формулу цитидинмонофосфата.

18. Назовите и напишите формулы шестичленных гетероциклов с двумя атомами азота (азинов).

19. Напишите формулу теофиллина. Приведите рациональное название.

20. Напишите формулу метиленовой сини.

21. Назовите основания, входящие в состав нуклеиновых кислот.

22. Напишите схему гидролиза гуанозинмонофосфата.

23. Напишите таутомерны3 формы ксантина. Как называется этот вид таутомерии?

24. Напишите формулу нуклеозида тимидина, образованного тимином и дезоксирибозой.

25. Напишите схемы реакций, доказывающих слабые основные и кислотные свойства гипоксантина.

26. Напишите формулу пиразина.
27. Напишите формулу средней натриевой соли мочевой кислоты.
28. Напишите формулу аденозиндифосфата (АДФ).
29. Что такое мурексидная проба и где она применяется?
30. Напишите открытую и циклическую форму D–рибозы, а также приведите схему образования нуклеозида из □-D-рибофуранозы и урацила.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

БАНК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Вариант заданий №1
Билет 1
1. Дайте определение, что такое гетероциклические соединения, приведите примеры пятичленных гетероциклов (с одним гетероатомом).
2. Напишите формулу строения пиридина.
Билет 2
1. Напишите схему реакции восстановления синего индиго в белое.
2. Напишите формулу строения фурана.
Билет 3
1. Дайте определение, что такое алкалоиды, где они встречаются в природе.
2. Напишите формулу строения фурана.
Билет 4
1. Напишите формулы строения двух таутомерных форм мочевой кислоты.
2. Перечислите известные вам алкалоиды.
Билет 5
1. Укажите реактивы, осаждающие алкалоиды.
2. Напишите формулу строения бензопиридина (хинолина).
Билет 6
1. Напишите уравнение реакции пиридина с водой; какую реакцию на лакмус имеет водный раствор пиридина?
2. Напишите формулу строения □-амино-□-индолилпропионовой кислоты (триптофана).
Билет 7
1. Укажите, в чем проявляется основной характер алкалоидов. Как выделить свободное основание алкалоида?
2. Напишите формулу строения бензопиррола (индола).
Билет 8
1. Что такое гетероциклические соединения? Приведите примеры пяти- и шестичленного гетероциклов с одним атомом азота.
2. Напишите формулу барбитуровой кислоты (2,4,6-триоксипиримидина).

Билет 9
1. Укажите, в чем проявляется кислотный характер мочевой кислоты.
2. Напишите таутомерные формы урацила (2,6-диоксипиримидина).
Билет 10
1. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования триптофана.
2. Напишите формулу строения пиримидина.
Билет 11
1. Перечислите известные вам алкалоиды.
2. Напишите формулу строения пиразола.

Билет 12
1. Укажите реактивы, с помощью которых можно осадить алкалоиды.
2. Напишите формулу строения имидазола.
Билет 13
1. Напишите формулу строения пурина; какие гетероциклы входят в его состав?

2. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования гистидина.

Билет 14

1. Напишите формулы строения двух таутомерных форм мочевой кислоты; укажите, какие она образует соли.

2. Напишите формулу строения □-пиридинкарбоновой (никотиновой) кислоты.

Билет 15

1. Напишите формулу строения ксантина (2,6-диоксипурина).

2. Напишите формулу строения пиррола.

Билет 16

1. Напишите формулу строения пурина и укажите, какие гетероциклы входят в его состав.

2. Напишите формулу строения амида □-пиридинкарбоновой кислоты (витамин РР).

Вариант заданий №2

1. Назовите следующие соединения:

2. Напишите структурные формулы соединений:

а) 2,5-диметилфурана; б) □-бромтиофена; в) □,□'-диметилпиррола;

г) 2-аминопиридина; д) □-пиридин-сульфокислоты;

е) 4-индолкарбоновой кислоты.

3. Получите из фурана соединения:

4. Сравните основные (щелочные) свойства пиридина и пиперидина.

5. Сравните основные (щелочные) свойства пиррола и пирролидина.

6. Напишите уравнения реакций, происходящих при пропускании над нагретым до 450□С оксидом алюминия (реакция Юрьева) веществ:

а) □-метилфурана с метиламином; б) тиофена с этиламином; в) □-метилпиррола с сероводородом.

7. Без учета резонанса определите, по какому атому азоту будет протонироваться: а) имидазол; б) пурин.

8. Напишите таутомерные формы: а) 2-аминопиридина;

б) 4-оксипиридина; в) урацила; г) тимина; д) цитозина; е) аденина; ж) гуанина.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

- Классификация гетероциклов.
- Синтез Пааля-Кнорра.
- Реакция Юрьева.
- Строение молекулы фурана (пиррола, тиофена).
- Реакция электрофильного замещения на примере пиррола (тиофена, фурана).
- Относительная активность пятичленных гетероциклов в реакциях SEAr.
- Производные фурана (пиррола, тиофена).
- Способы получения шестичленных гетероциклов.
- Строение шестичленных гетероциклов на примере пиридина.
- Основные свойства пиридина.
- Нуклеофильные свойства пиридина.
- Реакции электрофильного замещения.
- Реакция Чичибабина.
- Реакция присоединения.
- Производные пиридина.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ДЛЯ МАГИСТРОВ II КУРСА (3 СЕМЕСТР)

1. Классификация пяти- и шестичленных гетероциклов с двумя гетероатомами.
2. Строение азолов и пиримидина.

3. Кислотно-основные свойства азолов.
4. Кислотно-основные свойства пиримидина.
5. Реакции с электрофильными реагентами по атому азоту.
6. Реакции электрофильного замещения.
7. Реакции нуклеофильного замещения.
8. Производные азолов.
9. Производные пиримидина.
10. Производные пурина.
11. Общие представления о нуклеиновых кислотах.
12. Нуклеозиды и нуклеотиды.
13. Общие представления об алкалоидах.
14. Антибиотики.
15. Биологически-активные вещества в сельском хозяйстве.

8.3. Требования к рейтинг-контролю

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература

Основная

Шифр	Литература
Л.1.1	Галочкин А. И., Ананьина И. В., Органическая химия. Книга 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения, Санкт-Петербург: Лань, 2024, ISBN: 978-5-507-48766-0, URL: https://e.lanbook.com/book/362921
Л.1.2	Галочкин А. И., Ананьина И. В., Гетерофункциональные и гетероциклические соединения, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-3582-1, URL: https://e.lanbook.com/book/206132

Дополнительная

Шифр	Литература
Л.2.1	Миронович Л. М., Гетероциклические соединения с тремя и более гетероатомами, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-9629-7, URL: https://e.lanbook.com/book/197559

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	https://xumuk.ru/:

Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	WinDjView
5	OpenOffice

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС IPRbooks
5	ЭБС «Лань»
6	ЭБС BOOK.ru
7	ЭБС ТвГУ
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-405	комплект учебной мебели, насос ВНВП, роторный испаритель, компьютер, горелка, шкаф, эл. печь

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Чтение данного курса предусмотрено для формирования у студентов умения свободно владеть вопросами, связанными с изучением структуры гетероциклических соединений, связи между строением и реакционной способностью и механизмами реакций. Курс «Гетероциклические соединения» включает проведение практических занятий, на которых с помощью решения большого количества упражнений и задач, семинаров и коллоквиумов, у студентов развиваются навыки к применению усвоенного ими теоретического и фактического материала, что вместе с тем способствует развитию интенсивной самостоятельной работы.