

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«\_04\_» \_\_\_\_ 04 \_\_\_\_ 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.02**

Химия гетероциклических соединений

Учебный план: 2024-2025 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки: специализация "Медицинская химия"  
(специализация)

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
5	УП	51	34	34	34	27	5	Экзамен
	РПД	51	34	34	34	27	5	
Итого	УП	51	34	34	34	27	5	
	РПД	51	34	34	34	27	5	

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденным приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

кандидат химических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Шалыгина В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области химии гетероциклических соединений, позволяющие реализовать закономерности химических процессов и знания свойств гетероциклических соединений в решении профессиональных задач.

### 1.2 Задачи дисциплины:

рассмотреть принципы классификации и номенклатуры гетероциклических соединений;  
раскрыть особенности строения гетероциклических соединений различных классов, основные виды их химических превращений и факторы, определяющие их реакционную способность;  
рассмотреть основные методы синтеза гетероциклических соединений различных классов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Органическая химия  
Общая и неорганическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### **ПК-5: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области химии, в том числе медицинской**

**Знать:** принципы и методы синтеза гетероциклических соединений, содержащих различные функциональные группы с целью анализа научных экспериментальных данных и планирования научных исследований в области медицинской химии

**Уметь:** обосновать применение тех или иных реагентов, позволяющих модифицировать гетероциклические системы с целью разработки новых препаратов и БАВов

**Владеть:** навыками применения методов синтеза гетероциклических соединений, содержащих атомы азота, кислорода или серы с целью разработки новых препаратов и БАВов

### **ПК-7: Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области химии, в том числе медицинской**

**Знать:** основы научных направлений в области химии гетероциклических соединений и методы синтеза структур с заданными свойствами

**Уметь:** анализировать различные методы получения гетероциклических структур с заданными свойствами и выбирать наиболее приемлемые для синтеза

**Владеть:** навыками синтеза пяти- и шестичленных гетероциклических соединений с заданными свойствами

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Ведение в химию гетероциклических соединений. Классификация и номенклатура гетероциклических соединений	5						,3
Тема 1. Предмет «Химия гетероциклических соединений». Распространенность и роль гетероциклических соединений в природе. Гетероциклы в фармацевтической промышленности. Лабораторная работа: Техника безопасности при выполнении лабораторных работ по курсу «Химия гетероциклических соединений».		2		2		ГД	
Тема 2. Классификация гетероциклических соединений. Классификация гетероциклических соединений по числу и характеру гетероатомов в молекуле, размеру цикла, степени ненасыщенности цикла, наличию конденсированных структур. Практическое занятие: Классификация гетероциклических соединений.		2	2			ГД	
Тема 3. Номенклатура гетероциклических соединений. Тривиальные названия гетероциклических соединений. Систематическая номенклатура ИЮПАК для гетероциклических соединений. Система Ганча и Видемана. Лабораторная работа: Физические свойства гетероциклических соединений. Спектральные свойства гетероциклических соединений. Практическое занятие: Номенклатура гетероциклических соединений.		2	2	2	4	ГД	
Раздел 2. Насыщенные и частично ненасыщенные гетероциклические соединения							
Тема 4. Методы синтеза кольца. Насыщенные азотсодержащие гетероциклы насыщенные кислородсодержащие гетероциклы насыщенные серосодержащие гетероциклы.		3			ГД	,3	
Тема 5. Реакционная способность насыщенных и частично ненасыщенных гетероциклических соединений. Реакции соединений с пяти- и шестичленными циклами (пирролидины и пиперидины, пираны и восстановленные фураны).		3			ГД		

<p>Тема 6. Реакционная способность насыщенных и частично ненасыщенных гетероциклических соединений. Реакции соединений с трех- и четырехчленными циклами. Металлирование.</p> <p>Лабораторная работа: Насыщенные и частично ненасыщенные гетероциклические соединения</p> <p>Практическое занятие: Насыщенные и частично ненасыщенные гетероциклические соединения.</p>		3	6	6	6	ГД	
<p>Раздел 3. Строение ароматических гетероциклических соединений, общая реакционная способность, общие методы синтеза</p>							
<p>Тема 7. Строение пяти- шестичленных гетероциклических систем. Строение бициклических ароматических соединений. Таутомерия гетероциклических систем. Мезоионные соединения.</p>		3				ГД	
<p>Тема 8. Реакционная способность ароматических гетероциклических соединений. Реакции электрофильного присоединения к атому азота. Реакции электрофильного замещения при атоме углерода. Реакции нуклеофильного замещения при атоме углерода. Реакции радикального замещения при атоме углерода. Депротонирование атома азота. Образование металлоорганических соединений. Реакции, катализируемые палладием. Окисление и восстановление гетероциклических соединений.</p>		3				ГД	,3
<p>Тема 9. Общие методы синтеза ароматических гетероциклических соединений. Типы реакций и комбинации реагентов. Электроциклические процессы. Нитрены и о-хинондиметаны в синтезе гетероциклических соединений.</p> <p>Лабораторная работа: Строение ароматических гетероциклических соединений. Групповые и индивидуальные реакции идентификации гетероциклических соединений.</p> <p>Практическое занятие: Строение ароматических гетероциклических соединений.</p>		3	6	6	6	ГД	
<p>Раздел 4. Основные классы ароматических гетероциклических соединений</p>							
<p>Тема 10. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.</p> <p>Реакции и методы синтеза пирролов.</p> <p>Реакции и методы синтеза фуранов.</p> <p>Реакции и методы синтеза тиафенов.</p>		3				ГД	,3

<p>Тема 11. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Синтез кольца индолов и изоиндолов, бензо[b]тиофенов и бензо[b]фуранов, бензо[c]тиофенов и бензо[c]фуранов. Реакции с электрофильными и нуклеофильными реагентами. Реакции с окислителями и восстановителями. Реакции с раскрытием цикла. Реакции с основаниями. Электроциклические реакции. Реакции N- и C-металлированных соединений.</p>	3				ГД	
<p>Тема 12. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Реакции и методы синтеза 1,3-азолов (имидазолов, тиазолов, оксазолов). Реакции и методы синтеза 1,2-азолов (пиразолов, изотиазолов, изоксазолов). Бензаннелированные азолы. Лабораторная работа: Пятичленные ароматические гетероциклы. Практическое занятие: Пятичленные ароматические гетероциклы. Методы получения и реакционная способность.</p>	3	6	6	6	ГД	
<p>Тема 13. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридины. Синтез кольца. Общая характеристика реакционной способности пиридинов. Реакции с электрофильными и нуклеофильными реагентами. Реакции с основаниями. Реакции C-металлированных пиридинов. Реакции со свободными радикалами. Реакции пиридил-радикалов. Реакции с восстановителями. Электроциклические реакции. Фотохимические реакции. Производные пиридина, содержащие различные функции. N-оксиды пиридина. Четвертичные пиридиновые соли. Соли пирилия и пироны. Общая характеристика реакционной способности и методы синтеза.</p>	3				ГД	
<p>Тема 14. Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Методы синтеза хинолинов и изохинолинов. Общая характеристика реакционной способности хинолинов и изохинолинов. Реакции с электрофильными и нуклеофильными реагентами. Реакции с основаниями. Реакции C-металлированных хинолинов и изохинолинов. Реакции со свободными радикалами. Электроциклические реакции. Фотохимические реакции. N-оксиды хинолина и изохинолина. Четвертичные хинолиновые и изохинолиновые соли. Производные хинолина и изохинолина, содержащие различные функции. Соли и катионы бензопирилия и бензопироны. Общая характеристика реакционной способности и методы синтеза.</p>	3				ГД	

Тема 15. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Синтез диазинов (синтез пиридазинового кольца, синтез пиримидинового кольца, синтез пиразинового цикла). Общая характеристика реакционной способности пиридазинов, пиримидинов, пиразинов. Лабораторная работа: Шестичленные ароматические гетероциклы. Практическое занятие: Шестичленные ароматические гетероциклы. Методы получения и реакционная способность.	3	6	6	6	ГД
Тема 16. Нуклеиновые кислоты, нуклеозиды и нуклеотиды. Методы синтеза пуринового кольца. Реакции пуринов с электрофильными реагентами, со свободными радикалами, с окислителями и восстановителями. Реакции пуринов с основаниями. Реакции металлизированных пуринов. Производные пуринов, содержащие различные функции.	3				ГД
Тема 17. Гетероциклы, содержащие узловой атом азота. Индолизины, азоиндолизины, Хинолизиниевые соли и родственные соединения. Пирролизины. Методы синтеза и реакционная способность.	3				ГД
Тема 18. Гетероциклы, содержащие более двух гетероатомов. Синтез кольца азолов, оксадиазолов и тиадиазолов, азинов. Общая характеристика реакционной способности. Лабораторная работа: Твердофазные реакции в синтезе гетероциклов. Практическое занятие: Биядерные гетероциклические соединения с несколькими гетероатомами. Гетероциклы, содержащие узловой атом азота. Гетероциклы, содержащие более двух гетероатомов. Методы получения и реакционная способность.	3	6	6	6	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	51	34	34	34	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		121,5		58,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-5	Классифицирует и называет по номенклатуре гетероциклические соединения. Формулирует принципы и методы синтеза гетероциклических соединений; характеризует их химические свойства. Обосновывает применение тех или иных реагентов, позволяющих синтезировать или модифицировать гетероциклические системы Проводит эксперимент по синтезу гетероциклических соединений, их очистке и идентификации	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

ПК-7	<p>Излагает методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области химии гетероциклических соединений.</p> <p>Применяет методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований в области химии гетероциклических соединений.</p> <p>Формирует программы проведения исследований в области синтеза, очистки и идентификации гетероциклических соединений.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
------	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Обучающийся ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы.</p> <p>Обучающийся показывает правильное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, выбором решения, правильно пишет уравнения реакций.</p>	
4 (хорошо)	<p>Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Обучающийся допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы.</p> <p>Обучающийся показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в решении, правильно пишет уравнения реакций.</p> <p>Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Обучающийся допускает погрешности при ответе на вопросы.</p> <p>Обучающийся показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в решении, затрудняется написать уравнения реакций.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество принципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя.</p> <p>Обучающийся показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в решении.</p> <p>Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.</p> <p>Обучающийся показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в решении.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Непонимание заданного вопроса</p> <p>Обучающийся не понимает условие задачи, не может предложить варианты решения. Не знает свойства веществ. Не может написать химические формулы.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого</p>	



	человека. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.	
--	---	--

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Классификация гетероциклических соединений (с примерами)
2	Номенклатура гетероциклических соединений (с примерами)
3	Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Примеры ароматических, неароматических и антиароматических систем.
4	Строение шестичленных гетероароматических соединений. Строение пиридина, диазинов, катиона пиридиния и родственных систем.
5	Строение пятичленных гетероароматических систем. Строение пиррола. Строение тиюфена и фурана. Строение азолов.
6	Строение бициклических гетероароматических соединений.
7	Таутомерия гетероциклических систем. Примеры.
8	Строение мезоионных соединений. Примеры.
9	Строение насыщенных и частично ненасыщенных гетероциклических соединений.
10	Реакции гетероциклических соединений с электрофильными реагентами. Реакции электрофильного присоединения к атому азота. Реакции электрофильного замещения при атоме углерода. Механизм ароматического электрофильного замещения. Примеры реакций для шестичленных и пятичленных гетероциклических систем.
11	Общая характеристика реакций нуклеофильного замещения при атоме углерода в гетероциклических соединениях (с примерами). Викариозное нуклеофильное замещение в гетероциклических соединениях.
12	Реакции радикального замещения при атоме углерода. Реакции с нуклеофильными радикалами. Реакция Минисци (с примерами). Реакции радикального замещения при атоме углерода. Реакции с электрофильными радикалами.
13	Депротонирование атома азота в гетероциклических соединениях.
14	Металлирование гетероциклических соединений. Классификация металлоорганических соединений гетероциклов Реагенты для их получения. Примеры реакций.
15	Реакции гетероциклических соединений, катализируемые палладием. Примеры.
16	Типы реакций, обычно используемые для синтеза гетероциклических систем. Типичные комбинации реагентов. Электроциклические процессы в синтезе гетероциклических соединений. Синтезы с участием нитренов и орто-хинондиметанов. Примеры.
17	Синтез кольца пиридинов. Типовые реагенты. Условия реакций.
18	Методы синтеза кольца хинолинов и изохиноинов. Типовые реагенты. Условия реакций.
19	Синтез пиридазинового кольца. Типовые реагенты. Условия реакций.
20	Синтез пиримидинового кольца. Типовые реагенты. Условия реакций.
21	Синтез пиразинового цикла. Типовые реагенты. Условия реакций.
22	Синтез кольца тиюфенов. Типовые реагенты. Условия реакций.
23	Синтез кольца фуранов. Типовые реагенты. Условия реакций.
24	Синтез кольца индолов. Типовые реагенты. Условия реакций.
25	Синтез кольца бензо[b]тиюфенов и бензо[b]фуранов. Типовые реагенты. Условия реакций.
26	Синтезы изоиндолов, бензо[c]тиюфенов и бензо[c]фуранов. Типовые реагенты. Условия реакций
27	Методы синтеза колец бензо-1,3-азолов и бензо-1,2-азолов. Типовые реагенты. Условия реакций.
28	Синтез кольца пуринов. Типовые реагенты. Условия реакций.
29	Синтез индолизинов. Типовые реагенты. Условия реакций.
30	Синтез кольца азолов, оксадиазолов и тиadiaзолов. Типовые реагенты. Условия реакций.
31	Синтез кольца азинов. Типовые реагенты. Условия реакций.
32	Синтез кольца насыщенных азотсодержащих гетероциклов. Типовые реагенты. Условия реакций.
33	Синтез кольца насыщенных кислородсодержащих гетероциклов. Типовые реагенты. Условия реакций.
34	Синтез кольца насыщенных серосодержащих гетероциклов. Типовые реагенты. Условия реакций.
35	Реакционная способность насыщенных азотсодержащих гетероциклов. Примеры химических превращений.

36	Реакционная способность индолизинов, азаиндолизинов, хинолизиниевых солей, пирролизинов и цклазинов. Примеры химических превращений.
37	Химические свойства пуринов. Реакции пуринов с электрофильными реагентами. Присоединение по атому азоту. Замещение по атому углерода. Реакции пуринов со свободными радикалами, окислителями, восстановителями, нуклеофильными реагентами.
38	Химические свойства пуринов. Реакции пуринов с основаниями. Реакции металлирования пуринов.
39	Производные пуринов. Окси- и аминопурины. Алкилпурины. Пуринкарбоновые кислоты.
40	Химические свойства 1,2 – азолов. Реакции 1,2-азолов с электрофильными реагентами. Присоединение по атому азоту. Замещение по атому углерода. Реакции 1,2-азолов с окислителями, восстановителями, нуклеофильными реагентами.
41	Химические свойства 1,2 – азолов. Реакции 1,2 – азолов с основаниями. Реакции металлирования 1,2 – азолов. Электроциклические реакции.
42	Алкилпроизводные 1,2-азолов. Четвертичные соли 1,2-азолов. Окси- и amino-1,2-азолы.
43	Химические свойства 1,3 – азолов. Реакции 1,3-азолов с электрофильными реагентами. Присоединение по атому азоту. Замещение по атому углерода. Реакции 1,3-азолов с окислителями, нуклеофильными реагентами. Реакции с раскрытием цикла. Реакции замещения атома галогена.
44	Химические свойства 1,3 – азолов. Реакции 1,3 – азолов с основаниями. Реакции металлирования 1,2 – азолов. Электроциклические реакции.
45	Алкилпроизводные 1,3-азолов. Четвертичные соли 1,3-азолов. Окси- и amino-1,3-азолы. N-оксиды 1,3-азолов.
46	Химические свойства изоиндолов, бензо[с]тиофенов и бензо[с]фуранов. Реакции с электрофильными реагентами. Электроциклические реакции. Фталоцианины.
47	Химические свойства бензо[б]тиофенов и бензо[б]фуранов. Реакции электрофильного замещения по атому углерода. Реакции присоединения по атому серы в бензотиофене. Реакции с нуклеофильными реагентами.
48	Химические свойства бензо[б]тиофенов и бензо[б]фуранов. Реакции с окислителями и восстановителями. Электроциклические реакции. Реакции с основаниями.
49	Реакционная способность C-металлированных бензо[б]тиофенов и бензо[б]фуранов. Окси- и аминобензо[б]тиофены. Окси- и аминобензо[б]фураны.
50	Индолы. Реакции с электрофильными реагентами - протонирование, нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, алкилирование, реакции с альдегидами и кетонами, нитрилами и нитросоединениями.
51	Индолы. Реакции с электрофильными реагентами – с иминиевыми ионами (реакция Манниха), диазосочетание и нитрозирование, электрофильное металлирование.
52	Индолы. Реакции с окислителями, с нуклеофильными реагентами, с основаниями. Реакции металлированных индолов.
53	Индолы. Реакции со свободными радикалами, с восстановителями, с карбенами. Электроциклические и фотохимические реакции.
54	Алкилиндолы. Аминоиндолы. Гидроксииндолы. Азаиндолы. Индолкарбоновые кислоты. Химические свойства.
55	Фураны. Реакции с электрофильными реагентами - протонирование, нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, алкилирование, реакции с альдегидами и кетонами.
56	Фураны. Меркурирование. Реакции с электрофильными реагентами – с иминами и иминиевыми солями. Реакции с окислителями, с нуклеофильными реагентами, с основаниями.
57	Фураны. Реакции металлированных фуранов. Реакции со свободными радикалами, с восстановителями. Фотохимические реакции.
58	Фураны. C-X производные фурана. Реакции с участием заместителей.
59	Аминофураны. Оксифураны. Фуранкарбоновые кислоты и их эфиры. Химические свойства.
60	Пирролы. Реакции с электрофильными реагентами - протонирование, нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, алкилирование, реакции с альдегидами и кетонами.
61	Пирролы. Реакции с электрофильными реагентами – с иминами и иминиевыми ионами, сочетание с солями диазония. Реакции с окислителями, с нуклеофильными реагентами, с основаниями.
62	Пирролы. Реакции металлированных пирролов. Реакции со свободными радикалами, с восстановителями, с карбенами и карбоидами. Фотохимические реакции.
63	Реакции пиррил-C-X-соединений.
64	Пирролальдегиды и пирролкетоны. Пирролкарбоновые кислоты и их эфиры. Галогенпирролы. Окси- и аминопирролы. Химические свойства.
65	Тиофены. Реакции с электрофильными реагентами – реакции замещения по атому углерода, реакции присоединения по атому серы. Реакции с окислителями, нуклеофильными реагентами, основаниями, восстановителями, свободными радикалами.
66	Реакции C-металлированных тиофенов. Электроциклические реакции. Фотохимические реакции.
67	Тенилпроизводные. Тиофенальдегиды. Тиофенкетоны. Тиофенкарбоновые кислоты и их эфиры. Гидрокси- и аминотиофены.

68	Пиридин. Реакции с электрофильными реагентами – реакции замещения по атому углерода, реакции присоединения по атому азота. Реакции с окислителями, нуклеофильными реагентами, основаниями, восстановителями, свободными радикалами. Пиридил-радикалы.
69	Реакции C-металлированных пиридинов. Электроциклические реакции. Фотохимические реакции.
70	Окси- и аминопиридины. Алкилпиридины. Пиридиновые альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их эфиры. Четвертичные пиридиновые соли. N-оксиды пиридина. Химические свойства.
71	Хинолины и изохинолины. Реакции с электрофильными реагентами – реакции замещения по атому углерода, реакции присоединения по атому азота. Реакции с окислителями, нуклеофильными реагентами, основаниями, восстановителями, свободными радикалами.
72	Реакции C-металлированных хинолинов и изохинолинов. Электроциклические реакции. Фотохимические реакции.
73	Окси- и аминохинолины и изохинолины. Алкилхинолины и алкилизохинолины. Хинолин- и изохинолинкарбоновые кислоты и их эфиры. Четвертичные хинолиновые и изохинолиновые соли. N-оксиды хинолина и изохинолина. Химические свойства.
74	Реакции катионов пирилия – реакции с электрофильными реагентами, присоединение нуклеофильных реагентов, реакции нуклеофильного замещения, реакции со свободными радикалами, с восстановителями. Реакции с диенофилами, циклоприсоединение.
75	Бензопироны (хромоны, кумарины и изокумарины). Реакции с электрофильными реагентами. Реакции с окислителями. Реакции с нуклеофильными реагентами.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Вещество состава C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>N легко вступает в реакцию азосочетания с солями диазония, вступает в реакцию метилмагниййодидом, давая соединение C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>NMgI и выделяя метан. Определите структурную формулу вещества C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>N.

2. Соединение состава C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub> обладает следующими свойствами: 1) не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра; 2) дает оксим; 3) при действии окислителей образует □-тиофенкарбоновую кислоту. Определите структурную формулу вещества.

3. Вещество имеет состав C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>N. Установите строение этого вещества, исходя из следующих данных: 1) вещество гидрируется на платине, превращаясь в вещество состава C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>N; 2) реагирует с реактивом Гриньяра с образованием соединения C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>NMgI, которое реагирует с ацетилхлоридом, давая вещество C<sub>7</sub>H<sub>9</sub>NO, а с хлорметаном – C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N; 3) является слабой кислотой, дает соли с амидом натрия; 4) при окислении образует 3-пирролкарбоновую кислоту.

4. Какие исходные арилгидразоны и карбонильные соединения необходимо взять, чтобы по реакции Фишера получить следующие вещества: 1) □-метилиндол; 2) N-фенил-□-метилиндол; 3) □-фенил-□-этилиндол; 4) 1-фенил-2-метилиндол; 5) 2,3-диметил-5-хлориндол? Все реакции напишите.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Анисимова Н.А.	Химия гетероциклических соединений. Ч.1. Основы номенклатуры. Моногетероциклические соединения с одним гетероатомом	Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201912899">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201912899</a>

Травень В. Ф.	Органическая химия (Лаборатория знаний) : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. III. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372725">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372725</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Суздалев, К. Ф.	Основы химии гетероциклических соединений	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/87744.html">http://www.iprbookshop.ru/87744.html</a>
Носова, Э. В.	Химия гетероциклических биологически активных веществ	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/68512.html">http://www.iprbookshop.ru/68512.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>

4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.

5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:[http://sutd.ru/studentam/extramural\\_student/](http://sutd.ru/studentam/extramural_student/).

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия со студентами проводятся в специализированных помещениях кафедры - лекционных и учебных аудиториях; лаборатории, оборудованной специализированной мебелью, испытательным и измерительным оборудованием.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска