

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 26.03.2025 13:42:10
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«__» _____ 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ ПРИВИЛЕГИРОВАННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки
04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры
Медицинская химия

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Факультет химической и биотехнологии
Кафедра молекулярной биотехнологии

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент		доцент Новикова Д.С.

Рабочая программа дисциплины «Химия привилегированных гетероциклических систем» обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии протокол от «14» февраля 2025 № 10

Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от «20» февраля 2025 № 7

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г. Изотова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.	5
4. Содержание дисциплины.	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	6
4.2. Занятия лекционного типа.	6
4.3. Занятия семинарского типа.	7
4.3.1. Семинары, практические занятия.	7
4.3.2. Лабораторные работы.	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.5. Темы контрольных работ.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	9
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-2 Способен использовать знания теоретических основ медицинской химии и смежных наук для планирования, организации и проведения экспериментальных работ в рамках исследований по разработке лекарственных препаратов</p>	<p>ПК-2.3 Углубление знаний в области химии гетероциклических соединений, составляющих основу биологически активных веществ и лекарственных препаратов</p>	<p>Знать: классификацию, номенклатуру, методы получения и свойства, области применения важнейших гетероциклических соединений, используемых в медицинской химии;</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания химии привилегированных гетероциклических систем для разработки синтетических стратегий, прогнозирования биохимических свойств и осуществления модификаций в заданном направлении;</p> <p>Владеть: знаниями о строении, реакционной способности и современных методах синтеза и функционализации привилегированных гетероциклических систем, практическими навыками синтеза избранных гетероциклических соединений в лабораторных условиях</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Химия привилегированных гетероциклических систем» (Б1.В.05) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на 1 и 2 курсах в 2 и 3 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин бакалавриата, а также дисциплин «Введение в медицинскую химию» и «Хроматографические методы анализа и выделения соединений и их прекурсоров». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия привилегированных гетероциклических систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Современные подходы к поиску и разработке новых лекарственных средств», «Избранные аналитические методы при производстве лекарственных препаратов», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/180
Контактная работа с преподавателем:	114
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36(16)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36(16)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	39
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет – 2 семестр Экзамен/27 – 3 семестр

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Классификация и номенклатура гетероциклических соединений	4	16	-	22	ПК-2	ПК-2.3
2	Синтез и реакционная способность основных привилегированных гетероциклических соединений	32	20	36	17	ПК-2	ПК-2.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Введение. Гетероциклические соединения как скаффолд лекарственных препаратов. Определение, типы гетероатомов. Классификация гетероциклических соединений по размеру кольца, по типу гетероатомов и их количеству. Номенклатура гетероциклических соединений.	2	Л, ЛВ
1	Понятие ароматичности. Концепция ароматичности Хюккеля. Ароматические гетероциклы, критерии ароматичности. Реакции, характерные для ароматических гетероциклических соединений.	2	Л, ЛВ
2	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Насыщенные гетероциклы и ненасыщенные гетероциклы. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Насыщенные гетероциклы и ненасыщенные гетероциклы. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Насыщенные гетероциклы и ненасыщенные гетероциклы. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Насыщенные гетероциклы и ненасыщенные гетероциклы. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Конденсированные системы пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Конденсированные системы пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Конденсированные системы шестичленных гетероциклов с одним гетероатомом. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ
2	Конденсированные системы шестичленных с двумя гетероатомами. Строение, свойства, методы получения, основные реакции.	4	Л, ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Название гетероциклических соединений по исторической номенклатуре, номенклатуре ИЮПАК, конденсированной системе, по систематической номенклатуре Ганча-Видмана. Правила нумерации цикла, выбор основного компонента.	8	3	КрСт
1	Гетероциклы как структурные фрагменты биологически активных соединений. Гетероциклы в составе природных антибиотиков, порфиринов, коферментов, витаминов, нуклеиновых кислот.	8	3	МГ
2	Разработка синтетической стратегии получения гетероциклического ядра. Разбор конкретных примеров.	20	10	МГ

4.3.2. Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Синтез изатинов по Зандмейеру.	8	4	
2	Получение оксиндолов по реакции Кижнера-Вольфа.	8	4	
2	Получение бензилиденоксиндолов по реакции Кневенгеля.	6	2	
2	Синтез пиразолопиримидинов из аминопиразолов.	8	4	
2	Получение изоиндолинонов.	6	2	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Классификация и номенклатура гетероциклических соединений.	8	Контрольная работа №1
1	Гетероциклические фрагменты в составе лекарственных препаратов. Взаимосвязь структуры гетероциклического остова и проявляемой биологической активности.	14	Контрольная работа №2
2	Именные реакции, приводящие к образованию гетероциклических систем.	8	Устный опрос
2	Спектральные характеристики рассмотренных гетероциклических соединений.	9	Контрольная работа №3

4.5. Темы контрольных работ

Контрольная работа №1. Охарактеризовать предложенную структуру с точки зрения гетероциклической системы. Дать название согласно указанной номенклатуре.

Контрольная работа №2. Охарактеризовать предложенную структуру с точки зрения биологической активности. Предложить синтетическую схему.

Контрольная работа №3. Определить структуру гетероциклической системы по спектральным характеристикам.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГИ(ТУ) на сайте: <https://media.spbti.ru/index.php?lang=ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета во 2 семестре и экзамена в 3 семестре.

Экзамен и зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Виды гетероциклических систем. Ароматичность, критерии ароматичности, правило Хюккеля.
2. Сравнительный анализ реакционной способности пятичленных гетероциклов с одним и двумя гетероатомами в реакциях электрофильного и нуклеофильного замещения.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и одно практическое задание, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Пурин. Строение, способы получения, химические свойства. Пуриновые основания в качестве стимулирующих и противовирусных агентов.
2. Особенности спектральной идентификации оксиндолов и изатинов.
3. Практическое задание.

Пример практического задания: предложите синтетическую схему для получения лекарственного препарата на основе гетероциклического фрагмента.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Денисов, В. Я. Органическая химия: учебник / В. Я. Денисов, Д. Л. Мурышкин Т. В. Чуйкова М. – Москва: Высшая Школа, 2009. – 544 с. – ISBN 978-5-06-005743-0.
2. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебник для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и химико-технологическим направлениям подготовки дипломированных специалистов : В 2-х т. / В. Ф. Травень. - М. : Академкнига, 2008. – ISBN 978-5-94628-318-2. Т. 1. – 2008. – 727 с. – ISBN 978-5-94628-320-5.
3. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебник для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и химико-технологическим направлениям подготовки дипломированных специалистов : В 2-х т. / В. Ф. Травень. - М. : Академкнига, 2008. – ISBN 978-5-94628-318-2. Т. 2. – 2008. – 582 с. – ISBN 978-5-94628-322-9.

б) электронные учебные издания:

4. Миронович, Л. М. Гетероциклические соединения с тремя и более гетероатомами : учебное пособие для вузов / Л. М. Миронович. — 2-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. – ISBN 978-5-8114-9629-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197559> (дата обращения: 05.12.2024). – Режим доступа: по подписке.
5. Берестовицкая, В. М. Химия гетероциклических соединений / В. М. Берестовицкая, Э. С. Липина. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 256 с. – ISBN 978-5-507-46165-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/302210> (дата обращения: 05.12.2024). – Режим доступа: по подписке.
6. Гаврилова, Н. А. Химия гетероциклических соединений. Азотсодержащие гетероциклы : учебное пособие / Н. А. Гаврилова. – Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. – 96 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/147478> (дата обращения: 05.12.2024). – Режим доступа: по подписке.
7. Галочкин, А. И. Органическая химия. Книга 4. Гетерофункциональные и гетероциклические соединения / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – ISBN 978-5-507-48766-0. – Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/362921> (дата обращения: 23.01.2025). – Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<https://media.spbti.ru/index.php?lang=ru>

Электронно-библиотечные системы:
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

Сайт фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ): <http://bibl.lti-gti.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химия привилегированных гетероциклических систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Общие поисковые системы: <https://www.google.com/>, <https://ya.ru/>

Справочно-поисковая система “Chemnet” химического факультета Московского государственного университета: <https://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

База данных химических молекул и их активности в биологических экспериментах Национального центра биотехнологической информации (NCBI): <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

База данных биоактивных молекул с лекарственными свойствами ChEMBL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl>

База данных лекарственных веществ с химической, фармакологической и фармацевтической информацией DrugBank: <https://go.drugbank.com>

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами мультимедийной и оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используются научно-исследовательские комнаты, оснащенные специализированной мебелью и оборудованием.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химия привилегированных
гетероциклических систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способен использовать знания теоретических основ медицинской химии и смежных наук для планирования, организации и проведения экспериментальных работ в рамках исследований по разработке лекарственных препаратов	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<p>ПК-2.3 Углубление знаний в области химии гетероциклических соединений, составляющих основу биологически активных веществ и лекарственных препаратов</p>	<p>Знает классификацию, номенклатуру, методы получения и свойства, области применения важнейших гетероциклических соединений, используемых в медицинской химии</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-24 к зачету, №1-45 к экзамену, контрольная работа №1</p>	<p>Слабо ориентируется в классификации и номенклатуре гетероциклических соединений, испытывает затруднения в перечислении методов получения и свойств важнейших гетероциклических соединений, затрудняется привести пример применения гетероциклических соединений в медицинской химии</p>	<p>Ориентируется в классификации и номенклатуре гетероциклических соединений, перечисляет не все методы получения и свойства важнейших гетероциклических соединений, приводит примеры применения гетероциклических соединений в медицинской химии с подсказкой</p>	<p>Уверенно ориентируется в классификации и номенклатуре гетероциклических соединений, перечисляет методы получения и свойства важнейших гетероциклических соединений без ошибок, приводит примеры применения гетероциклических соединений в медицинской химии</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<p>Умеет использовать теоретические знания химии привилегированных гетероциклических систем для разработки синтетических стратегий, прогнозирования биохимических свойств и осуществления модификаций в заданном направлении</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №4-24 к зачету, №4-45 к экзамену. Решает задачи на получение и химические превращения избранных гетероциклических соединений</p>	<p>Имеет слабые представления о химии привилегированных гетероциклических систем, испытывает затруднения в разработке синтетических стратегий, прогнозирования биохимических свойств и осуществления модификаций в заданном направлении. Решает с грубыми ошибками или неполностью задачи на получение и химические превращения избранных гетероциклических соединений</p>	<p>Использует теоретические знания химии привилегированных гетероциклических систем с помощью преподавателя, способен разработать синтетическую стратегию, спрогнозировать биохимические свойства и осуществить модификации в заданном направлении с несущественными ошибками. Решает задачи на получение и химические превращения избранных гетероциклических соединений с незначительными ошибками</p>	<p>Уверенно теоретические знания химии привилегированных гетероциклических систем, самостоятельно синтетические стратегии, прогнозирует биохимические свойства и осуществляет модификации в заданном направлении. Безошибочно решает задачи на получение и химические превращения избранных гетероциклических соединений</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<p>Владеет знаниями о строении, реакционной способности и современных методах синтеза и функционализации привилегированных гетероциклических систем, практическими навыками синтеза избранных гетероциклических соединений в лабораторных условиях</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №4-24 к зачету, №4-50 к экзамену. Защищает отчеты по лабораторным работам</p>	<p>Демонстрирует слабое владение знаниями о строении, реакционной способности и современных методах синтеза и функционализации привилегированных гетероциклических систем. Выполняет лабораторные работы с ошибками в расчете и неполным описанием эксперимента</p>	<p>Демонстрирует владение знаниями о строении, реакционной способности и современных методах синтеза и функционализации привилегированных гетероциклических систем. Выполняет лабораторные работы без ошибок, но не все особенности синтеза может объяснить</p>	<p>Демонстрирует уверенное владение знаниями о строении, реакционной способности и современных методах синтеза и функционализации привилегированных гетероциклических систем. Уверенно применяет. Выполняет, объясняет и подробно описывает ход лабораторной работы</p>

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы к зачету:

1. Классификация и номенклатура гетероциклических соединений.
2. Виды гетероциклических систем. Ароматичность, критерии ароматичности, правило Хюккеля.
3. Неароматические гетероциклические системы.
4. Реакции гетероциклизации. Механизм циклообразования.
5. Строение пиррола.
6. Строение тиофена и фурана.
7. Строение пиридинов.
8. Строение диазинов.
9. Строение катиона пиридиния и родственных систем.
10. Строение пиридонов и пиронов.
11. Строение бициклических гетероароматических соединений.
12. Таутомерия гетероциклических систем.
13. Мезоионные соединения.
14. Реакции электрофильного присоединения к атому азота в ароматических гетероциклических системах.
15. Реакции электрофильного замещения при атоме углерода в ароматических гетероциклических системах.
16. Реакции нуклеофильного замещения при атоме углерода в ароматических гетероциклических системах.
17. Реакции радикального замещения при атоме углерода в ароматических гетероциклических системах.
18. Депротонирование атома азота в ароматических гетероциклических системах.
19. Металлоорганические производные ароматических гетероциклических систем.
20. Реакции, катализируемые палладием в ароматических гетероциклических системах.
21. Окисление и восстановление гетероциклических соединений.
22. Насыщенные азотсодержащие циклы.
23. Насыщенные кислородсодержащие циклы.
24. Насыщенные серосодержащие циклы.

б) Вопросы к экзамену:

1. Гетероциклические соединения как скаффолд лекарственных препаратов.
2. Классификация гетероциклических соединений по размеру кольца, по типу гетероатомов и их количеству.
3. Номенклатура гетероциклических соединений. Правила нумерации цикла, выбор основного компонента.
4. Пиррол и его производные. Основные методы получения и реакционная способность.
5. Ацидофобность пирролов. Реакции электрофильного замещения. Синтез порфиринов.
6. Химические свойства пирролов. Реакции по атому азота, реакции присоединения и циклоприсоединения.
7. Индол. Основные методы получения и реакционная способность.
8. Способы получения оксиндолов. Строение оксиндолов и их реакционная способность.
9. Способы получения изатинов. Строение оксиндолов и их реакционная способность.
10. Фуран и его производные. Основные методы получения. Свойства и реакции фурана и его производных.

11. Бензофураны. Особенности строения, способы получения и биологическая активность.
12. Тиофен и его производные. Основные методы получения. Реакции и свойства.
13. Имидазол и его производные. Методы получения, реакции и свойства имидазола.
14. Пиразол. Синтез кольца и реакционная способность.
15. Общие методы получения оксазолов, их реакционная способность и свойства.
16. Общие методы получения изоксазолов, их реакционная способность и свойства.
17. Общие методы получения тиазолов, их реакционная способность и свойства.
18. Общие методы получения изотиазолов, их реакционная способность и свойства.
19. Реакционная способность и методы синтеза бензаннелированных азолов.
20. Особенности строения триазолов, методы их получения.
21. Тетразолы. Основные методы получения, свойства и применение в медицинской химии в качестве биоизостера.
22. Сравнительный анализ реакционной способности пятичленных гетероциклов с одним и двумя гетероатомами в реакциях электрофильного и нуклеофильного замещения.
23. Методы синтеза пиридинового кольца.
24. Свойства гетероциклов пиридинового ряда. Реакции электрофильного замещения.
25. Свойства гетероциклов пиридинового ряда. Реакции нуклеофильного замещения, реакции по атому азота.
26. Восстановленные формы пиридина. Устойчивость дигидропиридинов.
27. NH-кислотность алкилпиридинов. Реакции конденсации.
28. Пиридинкарбоновые кислоты, получение и свойства.
29. Синтез и свойства хинолинов.
30. Синтез и свойства изохинолинов.
31. Реакции электрофильного замещения в хинолинах и изохинолинах. Реакции окисления.
32. Конденсированная система акридина. Способы получения, практическое применение.
33. Конденсированная система фенантридина. Способы получения, практическое применение.
34. Способы построения пиримидина и его производных.
35. Реакционная способность пиримидинов и их производных.
36. Синтез пиазина и его свойства.
37. Пурин. Строение, способы получения, химические свойства.
38. Пуриновые азотистые основания.
39. Пиримидиновые азотистые основания.
40. Лактим-лактамина таутомерия азотистых оснований.
41. Синтез, свойства, применение пирролидинов.
42. Синтез, свойства, применение пиперидинов.
43. Структура и свойства морфолина.
44. Структура и свойства пиперидина.
45. Дикетопиперазины как аналоги циклических дипептидов.
46. Особенности спектральной идентификации соединений ряда пиридина.
47. Особенности спектральной идентификации оксиндолов и изатинов.
48. Особенности спектральной идентификации циклических аминов (пирролидина, пиперидина).
49. Особенности спектральной идентификации циклических аминов (морфолина, пиперазина).
50. Особенности спектральной идентификации пиразоло[1,5-а]пиримидинов.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.