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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат: 7d15b88066d31dcb1847af0d7d99b718672f8b21
Владелец: Луканин Павел Владимирович
Действителен: с 11.02.2020 по 31.12.2022

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Химия гетероциклических соединений

Учебный план: ФГОС3++m180401.12-12_22-12.plx

Кафедра: 12 Органической химии

Направление подготовки: (специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки: (специализация) Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
1	УП	17	34	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	3	
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	

Санкт-Петербург
2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

Доктор химических наук, профессор — Анисимова Н.А.

От кафедры составителя: — Тришин Ю.Г.
Заведующий кафедрой органической химии

От выпускающей кафедры: — Тришин Ю.Г.
Заведующий кафедрой

Методический отдел: — Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области химии гетероциклических соединений.

1.2 Задачи дисциплины:

•Сформировать знания об основах химии гетероциклических соединений и важнейших направлениях их практического использования.

•Сформировать навыки синтеза и исследования свойств гетероциклических соединений.

•Рассмотреть методы установления строения гетероциклических соединений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен обрабатывать , анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать методику и средства решения задачи
Знать: классификацию, методы получения и свойства важнейших классов гетероциклических соединений;
Уметь: использовать теоретические знания химии гетероциклических соединений для разработки оптимальных методов их синтеза
Владеть: методами синтеза гетероциклических соединений в лабораторных условиях и их реализацией в промышленных масштабах

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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение в химию гетероциклических соединений	1					К,Л
Тема 1. Общие представления о гетероциклических соединениях Разнообразие гетероциклических систем. Распространение в природе и значение ге -тероциклов. Гетероциклы как структурные фрагменты биологически активных соединений: природных антибиотиков, порфиринов, коферментов, витаминов, нуклеиновых кислот. Лабораторная работа № 1. Номенклатура гетероцикли-ческих соединений.		2	5	5,5	ИЛ	
Тема 2. Номенклатура гетероциклических соединений Классификация гетероциклических соединений по размеру цикла и количеству гетероатомов. Название гетероциклических соединений по исторической номенклатуре, номенклатуре ИЮПАК, конденсированной системе, по систематической номенклатуре Ганча-Видмана. Правила нумерации цикла, выбор основного компонента. Лабораторная работа №2. Получение и свойства пяти-членных гетероциклов.		2	6	5	ИЛ	
Раздел 2. Основные типы гетероциклических соединений.						Ко,Л,К

Тема 3. Малые циклы с одним гетероатомом Особенности строения малых циклов (напряжение, инверсия атома азота). Трёхчленные гетероциклы. Общие и частные методы синтеза замещенных азиридинов, оксиранов и тииранов. Химические свойства. Реакции раскрытия цикла. Нуклеофильное и электрофильное раскрытие кольца. Реакции фрагментации (элиминирование гетероатома). Реакции по гетероатому. Четырехчленные гетероциклы. Получение замещенных азетов, оксетов, тие-тов. Химические свойства: реакции электрофильного раскрытия кольца (гидролиз β-лактонов и β-лактамов в присутствии различных катализаторов) и нуклеофильного раскрытия кольца (реакция щелочного гидролиза β-лактонов и их взаимодействие с аммиаком). β-Лактамные антибиотики Лабораторная работа №3. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.		2	3	8	ИЛ	
Тема 4. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом Фуран, пиррол, тиофен. Значение пятичленных гетероциклов. Электронное строение и ароматичность пятичленных гетероциклов. Общие и частные ме-тоды синтеза. Синтез Пааля-Кнорра (дегидратация 1,4-дикарбонильных соединений), синтез фуранов по Фейтсу-Бенари (взаимодействие α-галоидкетонов с β-кетоэфирами в присутствии оснований), синтез пирролов по Кнорру (конденсация α-аминокетонов с кетонами или кетоэфирами), синтез тиофенов по Хинсбергу (взаимодействие α-дикетонов с диэтиловым эфиром тиодиуксусной кислоты). Химические свойства: реакции электрофильного замещения (взаимодействие с кислотами, галогенами, алкилирование, ацилирование). Реакции нуклеофильного замещения (активация гетероциклов). Кислотно-основные свойства и ацидофобность пятичленных гетероциклов. Реакции окисления. Порфирины. Производные пиразола (антипирин, анальгин, бутадион). Производные пирролидона (пирацетам, γ-аминомасляная кислота). Лабораторная работа №4. Конденсированные пятичленные гетероциклы.		3	9	9	ИЛ	

Тема 5. Конденсированные пятичленные гетероциклы Бензофуран (кумарин), бензопиррол (индол), бензотиофен. Индол и его значение. Электронное строение и ароматичность. Синтез индолов по Фишеру (превращение фенилгидразонов альдегидов или кетонов в производные индола), Маделунгу (циклодегидратация N-ацил-о-толуидинов сильными основаниями), Рейсерту (восстановление о-нитрофенилпировиноградной кислоты и ее производных), Неницеску (конденсация 1,4-бензохинонов с эфирами β-аминокрото-новой кислоты), Бишлеру (взаимодействие ариламинов с α-галоид-, α-окси- или α-ариламинокетонами в кислой среде). Синтез бензофурана и бензо[b]тиофена (бромирование кумарина или его производных). Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: взаимодействие с уксусным ангидридом, хлорангидридом уксусной кислоты, уксусной, азотной и соляной кислотами, галогенами. Реакции нуклеофильного и радикального замещения: реакция Реймера-Тимана, металлирование, взаимодействие с реактивом Гриньяра. Природные соединения, родственные индолу (триптофан, серотонин, резерпин, стрихнин). Лабораторная работа №5.Получение и свойства производных индола.		3	2	10	ИЛ	
Тема 6. Шестичленные гетероциклы Пиридин и его гомологи. Электронное строение и ароматичность. Получение пиридина по Ганчу (конденсация β-кетоэфиров, альдегидов и аммиака). Модификация метода Ганча. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: взаимодействие с пятиокисью азота, олеумом, нитратом натрия, азотной и серной кислотами, галогенами. Реакции нуклеофильного и радикального замещения: реакции с амидом натрия, металлорганическими соединениями и реактивами Гриньяра, этилатом натрия, бромирование по радикальному механизму. Реакции боковой цепи: окисление, взаимодействие с сильными основаниями, получение N-окисей пиридинов. Пиридиновые ко-ферменты (никотин, пиридоксин, пиридоксамин). Производные пиридина (никотин, никотиновая кислота, никотинамид, гидразид изоникотиновой кислоты, фтивазид, альдозон). Производные урацила (фторурацил, метилурацил, оратат калия).		2		9,25	ИЛ	

Тема 7. Бензоконденсированиие гетероциклы Хинолин и изохинолин. Синтез хинолинов по Скраупу (конденсация первичных ароматических аминов с α,β-ненасыщенными карбонильными соединениями), Фридлендеру и Пфитцингеру (конденсация о-аминопроизводных ароматических альдегидов или кетонов с карбонильными соединениями, имеющими группу -CH2CO-). Синтез изохинолинов по Бишлеру-Напиральскому (циклодегидратация ацилпроизводных (β-фенилэтиламинов), Пиктэ-Шпенглеру (кон -денсация β- арилэтиламинов с карбонильными соединениями в кислой среде), Померанцу - Фричу (конденсация ароматических альдегидов с аминоацеталями с последующей циклизацией образовавшихся оснований Шиффа). Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: бромирование, нитрование, сульфирование. Реакции нуклеофильного замещения: взаимодействие с реактивом Гриньяра, галогеналкилами. Реакции боковой цепи: взаимодействие с галогеналкилами, ангидридами кислот, спиртами, хлористым тионилом. Ориентирующее влияние заместителя в кольце. Лабораторная работа №6. Шестичленные гетероциклы. Бензоконденсированные шестичленные гетероциклы		3	9	10	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		51,25		56,75		

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-2	1. Знает представители основных классов гетероциклических соединений и их свойства. 2. Характеризует основные физические и химические свойства гетероциклических соединений. 3. Использует знание основ химии гетероциклических соединений.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный	Умение решения предложенных задач в

	уровень знаний по химии гетероциклических соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой.	форме цепочки химических реакций. Называет все образующиеся соединения.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может описать основных свойств представителей гетероциклических соединений; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может осуществить предложенных химических превращений, назвать образующиеся промежуточные соединения.

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 1	
1	Характеристика общих методов синтеза гетероциклических систем. Процесс циклизации на примере нуклеофильного присоединения у sp2-гибридного атома углерода по альдольному типу.
2	Процесс циклизации на примере нуклеофильной атаки гетероатомом атома углерода карбонильной группы.
3	Общая характеристика внутримолекулярной циклизации реакцией SN. Факторы, влияющие на скорость реакции SN.
4	Процесс циклизации. Номенклатура типов замыкания цикла. Геометрия переходных состояний. Нуклеофильные атаки по связям C–X, C=X, C≡X. Реакции, участвующие в процессе внутримолекулярной циклизации (SN, AN).
5	Особенности замыкания циклов по связям C=N (изонитрилов) и C≡N (нитрилов). Типы замыкания цикла и характер образующихся гетероциклических систем.
6	Номенклатура гетероциклических соединений.
7	Общая характеристика химических свойств трехчленных гетероциклов.
8	Нуклеофильное и электрофильное раскрытие трёхчленного кольца. Реакции фрагментации.
9	Общие методы синтеза малых циклов. Получение азиридинов по методу Габриэля и Венкера.
10	Получение оксиранов реакцией эпоксидирования (щелочной перекисью водорода и надкислотами). Механизмы реакций.
11	Основные методы синтеза оксиранов: внутримолекулярная циклизация спиртов, нуклеофильное алкилирование карбонильных соединений (реакция Дарзана), эпоксидирование.
12	Электронное строение азиридина. Инверсия по атому азота (ротамеры). Торсионный и энергетический барьер.
13	Сравнительная характеристика ароматичности пятичленных гетероциклов с бензолом.
14	Тиофен: электронное строение, химическая активность, значение.
15	Общая характеристика реакции AN по карбонильной группе, сопровождающаяся замыканием цикла.
16	Фуран: электронное строение, химическая активность, значение.
17	Пиррол: электронное строение, химическая активность, значение.
18	Реакции SE пятичленных гетероциклов.
19	Электронное строение пятичленных гетероциклов на примере пиррола, фурана, тиофена.
20	Получение фурана циклизацией 1,4-дикарбонильных соединений.
21	Бензоконденсированные системы: индол как представитель бензоконденсированных систем. Реакции SE и SN.
22	Лабораторные и промышленные методы синтеза фурана.
23	Процесс циклоприсоединения на примере реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения. 1,3-Диполи и диполярофилы.
24	Получение пиррола из 1,3- (метод Кнорра) и 1,4-дикарбонильных соединений.
25	Пиридин и его производные. Реакции нуклеофильного замещения в пиридине.
26	Процесс циклоприсоединения на примере реакции Дильса-Альдера. Особенности этой реакции и механизмы реализации.
27	Реакции SE пиридина по атому азота и атомам углерода цикла. Факторы, облегчающие реакции SE.

28	Алкилпроизводные пиридина. Реакции алкилирования, ацилирования, конденсации альдольного типа.
29	Пиридин и его производные. Реакции нуклеофильного замещения в пиридине.
30	Строение и химические свойства хинолина и изохинолина.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания(задачи,кейсы) находятся в Приложении к данной РПД

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

Время на подготовку ответа 20 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Балыкова, И. А., Новикова, Г. А.	Строение и реакционная способность гетероцикличных соединений	Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия	2008	http://www.iprbookshop.ru/6227.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Диденко Т. А., Реутова О. А.	Общая химия	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского	2015	http://www.iprbookshop.ru/59627.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Химическая информационная сеть [Электронный ресурс]. URL: www.chemnet.ru

Химический портал [Электронный ресурс]. URL: www.chemnavigator.com

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

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: http://www.iprbookshop.ru/

Электронная библиотека ВШТЭ СПБ ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://nizrp.narod.ru

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: https://www.scopus.com

Библиотека Химического факультета МГУ [Электронный ресурс] URL: http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Б-339	Рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления , сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска