

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 <small>(индекс дисциплины)</small>	Химия гетероциклических соединений <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: 12 <small>Код</small>	Органической химии <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки: 18.04.01	Химическая технология
Профиль подготовки: Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза	
Уровень образования: магистратура	

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	108		
	Аудиторные занятия	54		
	Лекции			
	Лабораторные занятия	18		
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	54		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	1		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная	3									
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 180401 Химическая технология

и на основании учебного плана № m180401.12-12_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области химии гетероциклических соединений.

1.3. 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.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОК-8	способность находить творческие решения социальных и профессиональных задач, готовность к принятию нестандартных решений	1, 2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) электронное строение основных типов гетероциклических соединений, 2) основы химического поведения гетероциклических соединений, 3) наиболее важные направления практического использования гетероциклов; Уметь: 1) использовать полученные знания о гетероциклических соединениях в практической деятельности в качестве специалиста в области химии и технологии тонкого органического синтеза; 2) обращаться с гетероциклическими соединениями с соблюдением правил техники безопасности. Владеть: 1) навыками экспериментальной работы с гетероциклическими соединениями, 2) современными методами исследования гетероциклических соединений и их применением в технологии тонкого органического синтеза;		
ПК- 2	готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи	1,2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) особенности свойств гетероциклических соединений, 2) техники безопасности при работе с гетероциклическими соединениями, Уметь: 1) определять принадлежность гетероциклов к определенному типу гетероциклических соединений, 2) использовать полученные знания о гетероциклических соединениях в практической деятельности в качестве специалиста в области химии и технологии тонкого органического синтеза; Владеть: 1) основой номенклатуры гетероциклических соединений, 2) навыками экспериментальной работы с гетероциклическими соединениями.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Введение в химию гетероциклических соединений			
Тема 1. Общие представления о гетероциклических соединениях Разнообразие гетероциклических систем. Распространение в природе и значение гетероциклов. Гетероциклы как структурные фрагменты биологически активных соединений: природных антибиотиков, порфиринов, коферментов, витаминов, нуклеиновых кислот.	6		
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.	12		
Текущий контроль 1 . Проверочная работа	4		
Учебный модуль 2 . Основные типы гетероциклических соединений.			
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 тиранов. Химические свойства. Реакции раскрытия цикла. Нуклеофильное и электрофильное раскрытие кольца. Реакции фрагментации (элиминирование гетероатома). Реакции по гетероатому. Четырехчленные гетероциклы. Получение замещенных азетов, оксетов, тиетов. 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	10		
Тема 4. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом Фуран, пиррол, тиофен. Значение пятичленных гетероциклов. Электронное строение и ароматичность пятичленных гетероциклов. Общие и частные методы синтеза. Синтез Пааля-Кнорра (дегидратация 1,4-дикарбонильных соединений), синтез фуранов по Фейтсу-Бенари (взаимодействие α -галоидкетонов с β -кетозэфирами в присутствии оснований), синтез пирролов по Кнорру (конденсация α -аминокетонов с кетонами или кетозэфирами), 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).	16		
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 -аминокротоновой 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, металлизирование, взаимодействие с реак-	14		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
тивом Гриньяра. Природные соединения, родственные индолу (триптофан, серотонин, резерпин, стрихнин).			
Тема 6. Шестичленные гетероциклы Пиридин и его гомологи. Электронное строение и ароматичность. Получение пиридина по Ганчу (конденсация β-кетозэфиров, 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 коферменты (никотин, пиридоксин, пиридоксамин). Производные пиридина (никотин, никотиновая кислота, никотинамид, гидразид изоникотиновой кислоты, фтивазид, альдозон). Производные урацила (фторурацил, метилурацил, оратад калия).	11		
Тема 7. Бензоконденсирование гетероциклы Хинолин и изохинолин. Синтез хинолинов по Краупу (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 -CH ₂ CO-). Синтез изохинолинов по Бишлеру-Напиральскому (циклодегидратация ацилпроизводных (β-фенилэтиламинов), Пиктэ-Шпенглеру (конденсация 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.	20		
Текущий контроль 2. Коллоквиум	3		
Текущий контроль 2. Проверочная работа	4		
Текущий контроль 2. Защита лабораторных работ.	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачет	6		
ВСЕГО:	108		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрены

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Номенклатура гетероциклических соединений.	1	9				
4	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.	1	4				
5	Конденсированные пятичленные гетероциклы.	1	5				
6	Шестичленные гетероциклы	1	9				
7	Бензоконденсированные шестичленные гетероциклы	1	9				
ВСЕГО:			36				

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Получение и свойства пятичленных гетероциклов.	1	9				
7	Получение и свойства производных индола.	1	9				
ВСЕГО:			18				

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Проверочная работа	1	2				
2	Коллоквиум	1	1				
2	Защита лабораторных работ	1	2				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	38				
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	1	10				
Подготовка к зачету	1	6				
ВСЕГО:			54			

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Юровская М.А. Химия ароматических гетероциклических соединений [Электронный ресурс]/ Юровская М.А.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 209 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37112>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Реутов О.А. Органическая химия. Часть 4 [Электронный ресурс]/ Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – Классический университетский учебник. - 2013.- 727 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4603>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Балыкова И.А. Структура и реакционная способность гетероциклических соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов 2-го курса очного и заочного отделения фармацевтического факультета / Балыкова И.А., Новикова Г.А. - Кемерово: Кемеровская государственная медицинская академия, 2008. - 80 с.4. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6227>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Химическая информационная сеть [Электронный ресурс]. URL: www.chemnet.ru
2. Химический портал [Электронный ресурс]. URL: www.chemnavigator.com
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: www.iprbookshop.ru
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом (ноутбук, медиапроектор);
2. Учебные лаборатории по химии и технологии органических веществ. Перечень используемого лабораторного оборудования: приборы (испаритель роторный LABOROTA-4000), установки для синтеза (прямая, фракционная, вакуумная перегонки), химреактивы, химическая посуда, спектрофотометр СФ-2000.

8.5. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации по следующим темам: «Малые и средние циклы», «Пятичленные гетероциклы», «Шестичленные гетероциклы», «Пиррол», «Фуран», «Тиофен», «Индол».

Плакаты: Виды перегонки: «Прямая перегонка», «Вакуумная перегонка», «Фракционная перегонка», «Перегонка с паром».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Практические занятия способствуют закреплению теоретических знаний; овладением умениями и навыками, предусмотренными целями конкретной темы или раздела программы; ознакомлению с новыми методами исследования; изучению на практике методов научных исследований; развитие инициативы и самостоятельности в работе. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Решение задач.
Лабораторные работы	Лабораторные работы способствуют приобретению навыков экспериментальной работы по получению органических веществ, что необходимо для подготовки обучающихся к научным исследованиям, они дают наглядное представление о химико-технологических процессах получения гетероциклических соединений. Выполнение экспериментальных работ согласно методикам.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, подготовки к коллоквиумам и зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОК-8 (1,2)	1. Способен осуществить синтез основных представителей гетероциклических соединений в соответствии со знанием их физико-химических свойств и техники безопасности. 2. Использует знание основ химии гетероциклических соединений в практической деятельности в качестве специалиста в области химии и технологии тонкого органического синтеза;	1. Устное собеседование 2. Практическое задание (задача).	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Практические задания (15 заданий).
ПК-2 (1,2)	1. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации, выбору методик и средств решения задач. 2. Может осуществлять химический эксперимент с использованием полученных знаний о гетероциклических соединениях в практической деятельности в качестве специалиста	1. Устное собеседование 2. Практическое задание (задача).	1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Практические задания (15 заданий).

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний по химии гетероциклических соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой. Умение решения предложенных задач в 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.

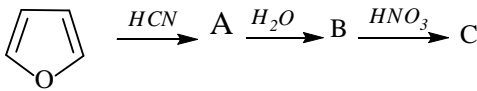
10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Характеристика общих методов синтеза гетероциклических систем. Процесс циклиза-	1

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

10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<p>Заполните предложенную схему реакции. Назовите образующиеся продукты.</p> 	<p>А) 3-цианофуран, В) 3-карбоксифуран, С) 2-нитро-3-карбоксифуран. Электроотрицательный заместитель в положении-3 (CN) увеличивает электрофильность фуранового кольца.</p>

	Почему продукт A можно нитровать азотной кислотой (в отличие от фурана)?	ца.
2	Напишите реакции S_E тиофена. В чём отличие этих реакций для тиофена и фурана? Укажите причину.	Тиофен, в отличие от фурана и пиррола не является ацидофобным, поэтому нитруется и сульфировается минеральными кислотами

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета;

- Время на подготовку ответа 20 минут.