

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»
в городе Ташкенте (Республика Узбекистан)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Исполнительный директор

_____ Б.Э. Нурматов

«29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Современные направления и методы получения
биологически активных веществ**

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

**Магистерская программа – «Химическая технология биологически
активных веществ»**

Квалификация «магистр»

Ташкент 2024

Программа составлена: к.х.н., доцентом кафедры химии и технологии органического синтеза С.Н. Мантровым;

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии органического синтеза

«26» апреля 2024 г., протокол №7

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **18.04.01 Химическая технология** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Химии и технологии органического синтеза** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение двух семестров.

Дисциплина **«Современные направления и методы получения биологически активных веществ»** относится к дисциплинам по выбору части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и рассчитана на изучение во 2 и 3 семестрах обучения. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органического синтеза, в частности в области химии и технологии органических веществ.

Цель дисциплины - ознакомление с современными направлениями и тенденциями в области методов получения биологически-активных соединений, повышение научной и методологической компетенций студента, необходимых для решения профессиональных задач, связанных с проведением научно-исследовательской работы.

Задачи дисциплины –

- изучить современные методы получения биологически активных веществ, тенденции развития и проблемы химии биологически активных веществ;
- освоить разработку схем синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза;
- сформировать навыки владения методами анализа и синтеза целевых биологически активных веществ;

Дисциплина **«Современные направления и методы получения биологически активных веществ»** преподается во 2 и 3 семестрах. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.	Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121 н, Обобщенная трудовая функция С. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. С /01.6. Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам (уровень квалификации – б).
			ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.	
			ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
		ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты.	ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов.	
		ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.	ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.	

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
		ПК-5. Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.	ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.	
			ПК-5.3. Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные тенденции развития и проблемы химии биологически активных веществ;
- теоретические основы современных методов получения биологически активных веществ;
- способы разделения и анализа пространственных изомеров;
- примеры каталитических процессов в химии биологически активных веществ;
- примеры стереонаправленного синтеза биологически активных веществ.
- методы синтеза и применения меченных изотопами биологически активных веществ,
- принципы создания супрамолекулярных ансамблей,

Уметь:

- разработать схемы синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза;
- анализировать альтернативные методы синтеза конкретных веществ с учетом доступности реагентов, стадийности, селективности процесса;

Владеть:

- методами критического анализа способов синтеза биологически активных веществ;
- методами стереонаправленного синтеза целевых биологически активных веществ;
- методами сборки супрамолекулярных структур с заданными свойствами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.	ЗЕ	Акад. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	2	72	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	0,95	34	0,95	34
в том числе в форме практической подготовки	0,95	34	0,47	17	0,47	17
Лекции	0,95	34	0,47	17	0,47	17
Практические занятия	0,95	34	0,47	17	0,47	17
в том числе в форме практической подготовки	0,95	34	0,47	17	0,47	17
Самостоятельная работа	3,11	112	1,05	38	2,05	74
Контактная самостоятельная работа	3,11	0,2	1,05	0,2	2,05	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		111,8		37,8		74
Виды контроля:						
Экзамен	1	36	-	-	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3	-	-	1	0,3
Подготовка к экзамену		35,7		-		35,7

Вид итогового контроля:			Зачет	Экзамен		
--------------------------------	--	--	--------------	----------------	--	--

Вид учебной работы	Всего		Семестр			
			1 семестр		2 семестр	
	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.	ЗЕ	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	162	2	54	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	51	0,95	25,5	0,95	25,5
Лекции	0,945	25,5	0,47	12,75	0,47	12,75
Практические занятия	0,945	25,5	0,47	12,75	0,47	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,945	25,5	0,47	12,75	0,47	12,75
Самостоятельная работа	3,11	84	1,05	28,5	2,05	55,5
Контактная самостоятельная работа	3,11	0,15	1,05	0,15	2,05	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		83,85		28,35		55,5
Виды контроля:						
Экзамен	1	27	-	-	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,23	-	-	1	0,23
Подготовка к экзамену.		26,77		-		26,77
Вид итогового контроля:			Зачет		Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лек- ции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работ ы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Введение	4	1	1	-	1	1	-	-	2
2.	Раздел 1. Планирование синтеза сложных органических молекул с применением ретросинтеза	26	4	4	-	4	4	-	-	18
2.1	Ретросинтез. Основные понятия. Правила и методы построения ретросинтетического дерева.	13	2	2	-	2	2	-	-	9
2.2	Ретроны. Типы и применение ретронов при осуществлении ретросинтеза	13	2	2	-	2	2	-	-	9
3.	Раздел 2. Стереоселективный синтез БАВ	42	12	12	-	12	12	-	-	18
3.1	Пространственная изомерия. Номенклатура и способы обозначения. Методы анализа и разделения пространственных изомеров	9	1	2	-	1	1	-	-	6
3.2	Методы синтеза чистых энантио- и диастереомеров с применением хиральных реагентов и хиральных вспомогательных веществ	19	6	7	-	6	6	-	-	6
3.3	Методы синтеза чистых энантио- и диастереомеров с применением хиральных катализаторов.	14	5	3	-	5	5	-	-	6
4.	Раздел 3. Основы супрамолекулярной химии. Применение супрамолекулярных систем в технологии биологически-активных веществ	58,5	12	9,5	-	12	12	-	-	37

4.1	Предмет супрамолекулярной химии. Основные понятия и определения	19	5	4	-	5	5	-	-	10
4.2	Супрамолекулярные ансамбли с заряженными частицами. «Хозяева» катионов и анионов	27	5	4	-	5	5	-	-	18
4.3	«Хозяева» нейтральных молекул	12,5	2	1,5	-	2	2	-	-	9
5.	Раздел 4. Методы синтеза и применение органических соединений, меченых изотопами	49,5	5	7,5	-	5	5	-	-	37
5.1	Номенклатура соединений, меченных изотопами. Методы синтеза биологически-активных соединений, меченных изотопами	49,5	5	7,5	-	5	5	-	-	37
	ИТОГО:	180	34	34	-	34	34	-	-	112
	Экзамен	36								
	ИТОГО	216								

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. Описание основных разделов курса. Структура курса и правила рейтинговой системы. Современные проблемы и тенденции в химии биологически активных веществ. Терминология и основные понятия.

Раздел 1. Планирование синтеза сложных органических молекул с применением ретроанализа. Планирование органического синтеза. Ретроанализ. Основные понятия ретросинтетического анализа. Трансформы и их основные типы. Синтоны. Соответствие синтонов и реагентов. Ретроны частичные и полные. Различные стратегии ретроанализа. Стратегии, базирующиеся на трансформах, на ретронах, на функциональных группах; топологические и стереохимические стратегии. Бифункциональные ретроны. Ретроны функциональных групп. Применение ретроанализа на примерах синтеза БАВ.

Раздел 2. Стереоселективный синтез БАВ. Пространственная изомерия. Энантиомеры и диастереомеры. Способы изображения пространственного строения молекулы: клиновидная проекция, проекции Ньюмена и Фишера. Относительная и абсолютная конфигурация. Номенклатура пространственных изомеров. Методы анализа пространственных изомеров. Способы определения энантиомерной чистоты с помощью различных методов (оптические методы, хроматография, спектроскопия ЯМР). Методы расщепления рацематов для получения чистых энантиомеров: метод Пастера, разделение через диастереомерные соединения (кристаллизация, хроматография), хроматография на хиральных носителях, химические и ферментативные методы. Методы синтеза чистых энантио- и диастереомеров. Реакции, не затрагивающие хиральный центр и реакции, приводящие к обращению конфигурации. Стереоселективный синтез, исходящий из энантиомерно чистого соединения и основанный на асимметрической индукции. Модели Циммермана-Трэкслера, Крама и Фелкина-Ана. Модель хелатирования по Краму. Хиральные реагенты восстановления кетонов на основе гидридов алюминия и бора. Асимметрическое аллилирование. Примеры энантиоселективных реакций с участием вспомогательных хиральных реагентов. Вспомогательные реагенты Эванса, Эндерса-Кори, Оппольцера, Щёлкопфа. Вспомогательные хиральные реагенты на основе (-)-8-фенилмента, амидов сульфеновых кислот. Принципы, лежащие в основе асимметрического катализа. Оптически-активные лиганды, используемые в катализаторах, содержащие хиральные атомы углерода или фосфора. Методы их получения и применение. Стереоселективное каталитическое гидрирование алкенов, спиртов, азометинов. Катализаторы Нойори и Ноулса. Каталитическое гидрирование кетонов методом Кори-Бакши-Шибата (Ицуно-Кори). Энантиоселективное эпоксибирование олефинов. Катализаторы Шарплеса. Катализаторы окисления олефинов на основе комплексов марганца. Энантиоселективное эпоксибирование по методу Ши. Асимметрическое дигидроокисливание олефинов под действием комплексов осмия. Асимметрический катализ присоединения металорганических соединений по карбонилу кетонов. Примеры энантиоселективных реакций с участием ферментов. Энантиоселективный органокатализ. Примеры реакций с участием органических катализаторов на основе оптически-активных оснований и кислот.

Раздел 3. Основы супрамолекулярной химии. Применение супрамолекулярных систем в технологии биологически-активных веществ. Предмет супрамолекулярной химии. Основные понятия. Варианты нековалентных взаимодействия гость-хозяин. Клатраты и кавитаты. Эффекты, обуславливающие прочность связывания молекул «гость-хозяин». Макроциклический и хелатный эффекты. Взаимосвязь. Эффект предорганизации «хозяина». Количественные характеристики, определяющие сродство и селективность супрамолекулярного связывания «гостя» с «хозяином». Межмолекулярные взаимодействия и их природа: электростатические силы, ион-дипольные взаимодействия, водородная связь, стэкинг-взаимодействие, ван-дер-ваальсовы силы. Самосборка,

темплатный синтез. Основные типы супрамолекулярных ансамблей и типичные субстраты. Примеры супрамолекулярных ансамблей. «Хозяева» катионов. Поданды, краун-эфиры, криптанды, лариат-эфиры, сферанды, каликс-арены. «Хозяева» анионов. Макроциклы на основе солей аммония и гуанидиния, металлоценов. Нейтральные «хозяины» анионов, содержащие амидные и сульфамидные связи. Антикراуны. Биологическая активность и применение «хозяев» ионов. Ионофоры. «Хозяева» нейтральных молекул. Циклодекстрины, кукурбитурилы, карциранды, циклофаны.

Раздел 4. Методы синтеза и применение органических соединений, меченных изотопами. Номенклатура соединений, меченных изотопами. Методы синтеза и анализа биологически-активных соединений, меченных изотопами. Исходные вещества для синтеза соединений, меченных изотопами углерода, водорода или азота. Реакции, используемые для введения изотопов в заданное положение структуры. Применение соединений, меченных изотопами в химии биологически-активных веществ и медицине.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– современные тенденции развития и проблемы химии биологически активных веществ;	+	+	+	+
2	– теоретические основы современных методов получения биологически активных веществ;	+	+	+	+
3	– способы разделения и анализа пространственных изомеров;		+		
4	– примеры каталитических процессов в химии биологически активных веществ;	+	+	+	+
5	– примеры стереонаправленного синтеза биологически активных веществ;		+		
6	– методы синтеза и применения меченных изотопами биологически активных веществ;				+
7	– принципы создания супрамолекулярных ансамблей;			+	
	Уметь:				
8	– разработать схемы синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза;	+	+	+	+
9	– анализировать альтернативные методы синтеза конкретных веществ с учетом доступности реагентов, стадийности, селективности процесса;	+	+	+	+
	Владеть:				
10	– методами критического анализа способов синтеза биологически активных веществ;	+	+	+	+
11	– методами стереонаправленного синтеза целевых биологически активных веществ;		+		
12	– методами сборки супрамолекулярных структур с заданными свойствами.			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
13	ПК-2. Способен к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи.	ПК-2.1. Знает алгоритм поиска, оценки и анализа научно-технической информации.	+	+	+
14		ПК-2.2. Умеет обобщать и систематизировать научно-техническую информацию.			

15		ПК-2.3. Владеет навыками соотнесения результатов собственной научной работы с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследования.	+	+	+	+
16	ПК-3. Способен применять современные приборы и методы исследования, планировать, организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты.	ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов.	+	+	+	+
17	ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.	ПК-4.2. Умеет производить поисковые работы для разработки новых методов получения и анализа биологически активных веществ.	+	+	+	+
18	ПК-5. Способен осуществлять самостоятельные научные исследования в области химии и технологии биологически активных веществ.	ПК-5.1. Знает методы получения, особенности производства, свойства и механизмы действия биологически активных веществ различных классов.	+	+	+	+
19		ПК-5.3. Умеет использовать теоретические знания по химии и технологии биологически активных веществ для решения конкретных задач научно-исследовательской деятельности.	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Количество акад. часов
1	1	Современные проблемы и тенденции в химии биологически активных веществ, терминология и основные понятия.	1
2	1	Планирование органического синтеза.	1
3		Синтоны.	1
4		Ретроны частичные и полные.	2
5	2	Пространственная изомерия. Энантиомеры и диастереомеры.	1
6		Методы расщепления рацематов для получения чистых энантиомеров.	1
7		Методы синтеза чистых энантио- и диастереомеров.	6
8		Ассиметрическое аллилирование	2
9		Энантиоселективный органокатализ.	2
10	3	Предмет супрамолекулярной химии. Основные понятия.	5
11		Межмолекулярные взаимодействия и их природа.	5
12		Основные типы супрамолекулярных ансамблей и типичные субстраты.	1
13		Циклодекстрины, кукурбитурилы, карциранды, циклофаны.	1
14	4	Методы синтеза и анализа биологически-активных соединений, меченных изотопами.	2,5
15		Реакции, используемые для введения изотопов в заданное положение структуры.	2,5
Итого:			34

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума учебным планом дисциплины *«Современные направления и методы получения биологически активных веществ»* не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- решение индивидуальных домашних заданий;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;

- написание реферата;
- подготовку к сдаче **зачета** (2 семестр) и **экзамена** (3 семестр) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение индивидуальных домашних заданий (максимальная оценка 100 баллов), реферативно-аналитической работы (максимальная оценка 20 баллов), контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов) и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Для текущего контроля предусмотрено написание реферата (20 баллов).

1. *Биологически-активные ионофоры. Синтез и применение*
2. *Синтез и применение антикраунов*

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.

Для текущего контроля предусмотрено 7 индивидуальных домашних заданий и 2 контрольных работы. Максимальная оценка за индивидуальные домашние задания №1-7 (2 семестр) составляет 100 баллов по 10-15 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы №1 и №2 (III семестр) составляет 40 баллов, по 20 баллов за каждую работу.

Раздел 1.

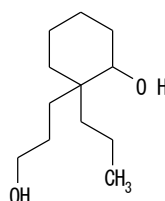
1. Основные понятия ретросинтетического анализа.
2. Трансформы и их основные типы.

Раздел 1. Ретросинтез. Трансформы и синтоны. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Индивидуальное домашнее задание содержит 3 вопроса: 1 вопрос – 4 балла, 2 вопрос – 6 баллов и 3 вопрос - 5 баллов.

Индивидуальное домашнее задание №1

Вариант 1. Для вещества, указанного на рис, необходимо представить схему синтеза. Для этого необходимо:

1. Изобразить «дерево» ретросинтеза и отметить на нем применяемые трансформы и синтоны.
2. Используя полученное «дерево» выбрать подходящий вариант синтеза, определив доступность эквивалентов синтонов, используемых в данном синтезе. Наличие эквивалента-реактива определяется по каталогу <http://www.sigmaaldrich.com>. При этом его цена не должна превышать 200 руб/г.
3. Представить путь синтеза с примерными условиями проведения.



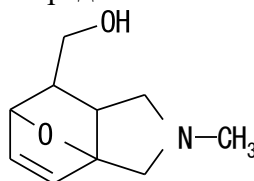
Вопрос №1	Вопрос №2	Вопрос №3	Итого
4	6	5	15

Раздел 1. Стратегии ретроанализа. Ретроны. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Индивидуальное домашнее задание содержит 3 вопроса, 1 вопрос – 8 балла, 2 вопрос – 3 баллов и 3 вопрос - 4 баллов.

Индивидуальное домашнее задание №2

Вариант 1. Для вещества, указанного на рис, необходимо представить схему синтеза. Для этого необходимо:

1. . Используя стратегию, базирующуюся на трансформах, осуществить ретроанализ соединения, изображенного на рисунке. В процессе ретроанализа использовать «мощные реакции».
2. Отметить в работе два любых, использованных ретрона.
3. По результатам ретроанализа предложить схему синтеза вещества.



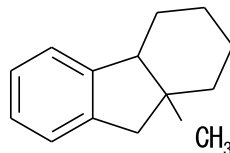
Вопрос №1	Вопрос №2	Вопрос №3	Итого
8	3	4	15

Раздел 1. Ретроны циклов. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 3. Максимальная оценка – 15 баллов. Индивидуальное домашнее задание содержит 2 вопроса, 1 вопрос – 8 балла, 2 вопрос – 7 баллов.

Индивидуальное домашнее задание №3

Вариант 1.

1. Используя ретроны пятичленных и/или шестичленных циклов, проведите ретроанализ, для представленного на рисунке, вещества.
2. На основе ретроанализа предложите две различные схемы синтеза целевой структуры из соединений, продающихся в <http://www.sigmaaldrich.com>.



Вопрос №1	Вопрос №2	Итого
8	7	15

Раздел 2.

1. Пространственная изомерия. Энантиомеры и диастереомеры. Номенклатура пространственных изомеров.
2. Способы изображения пространственного строения молекулы: клиновидная проекция, проекции Ньюмена и Фишера.

Раздел 2. Номенклатура и изображение пространственных изомеров. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 4. Максимальная оценка – 10 баллов, содержит 5 вопроса, по 2 баллов за вопрос.

Индивидуальное домашнее задание №4

Вариант 1.

1. Исходя из названия вещества – (4R,6S)-6-Бромокт-1-ен-4-ол, изобразите его проекционную формулу Фишера.
2. Нарисуйте структурную формулу этого соединения, обозначая взаимное расположение функциональных групп с помощью «летящих клиньев».
3. Изобразите проекционные формулы для одного энантиомера и одного диастереомера данного соединения.
4. Нарисуйте структурные формулы этих изомеров, обозначая взаимное расположение функциональных групп с помощью «летящих клиньев».
5. Дайте название этим изомерам.

Вопрос №1	Вопрос №2	Вопрос №3	Вопрос №4	Вопрос №5	Итого
2	2	2	2	2	10

Раздел 2. Синтез одного стереоизомера из оптически-чистого исходного вещества. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 5. Максимальная оценка – 15 баллов. Индивидуальное домашнее задание содержит 2 вопроса, 1 вопрос – 5 балла, 2 вопрос – 10 баллов.

Индивидуальное домашнее задание №5

Вариант 1.

1. Исходя из названия - 2-((S)-4-Метилпиперазин-2-ил)-этиламин, нарисуйте структурную формулу соединения, обозначив взаимное расположение функциональных групп с помощью «летящих клиньев».
2. Предложите синтез целевой структуры, используя доступные оптически-активные соединения, содержащие необходимый хиральный центр. Доступность определяется наличием и стоимостью в каталоге Sigma-Aldrich (менее 700 руб за грамм). Синтез не должен приводить к образованию рацематов, то есть должна сохраняться энантиомерная чистота вещества. Запрещается применять оптически-активные катализаторы и вспомогательные реагенты, приводящие к образованию новых хиральных центров. Нельзя использовать реакции, основанные на индукции

Вопрос №1	Вопрос №2	Итого
5	10	15

Раздел 2. Ассиметрическая индукция. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 6. Максимальная оценка – 15 баллов. Индивидуальное домашнее задание содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Индивидуальное домашнее задание №6

Вариант 1.

1. Исходя из названия, нарисуйте структурные формулы (R)-3-Хлоробутан-2-она (вещество А) и (3S,4S)-3-Амино-4-имидазол-1-ил-3-метилпентановой кислоты (вещество Б).
2. Предложите синтез целевой структуры Б, применив в качестве исходного оптически-активное соединение А. Для синтеза можно использовать методы ассиметрической индукции 1.2 и 1.3, а также реакции, затрагивающие хиральный центр, но не приводящие к нарушению оптической чистоты продуктов или полупродуктов синтеза. Запрещается применять синтез, основанный на применении вспомогательных оптически-активных веществ и хиральных катализаторов.

3. Для стадий, в которых за счет ассиметрической индукции образуется оптически-активный изомер, применить и изобразить соответствующую модель и показать, что образуется именно этот изомер.

Вопрос №1	Вопрос №2	Вопрос №3	Итого
5	5	5	15

Раздел 2. Вспомогательные хиральные реагенты. Примеры вопросов к индивидуальному домашнему заданию № 7. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Индивидуальное домашнее задание №7

Вариант 1.

1. Исходя из названия, нарисуйте структурные формулы пропионовой кислоты (вещество А) и (2R,5S)-2-Амино-5-метилгександиол-1,6 (вещество Б).

2. Предложите синтез целевой структуры Б, применив в качестве исходного соединения А. Для синтеза можно использовать любые ахиральные вещества и оптически-активные вспомогательные реагенты.

3. Для стадий, в которых образуется оптически-активный изомер применить и изобразить соответствующую модель и показать, что образуется именно этот изомер.

Вопрос №1	Вопрос №2	Вопрос №3	Итого
5	5	5	15

Раздел 2. Ассиметрический катализ. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Пример билет к контрольной работе №1

Вариант 1.

1. Для двух соединений: (S)-4-(4-метоксибензил)-оксазолидин-2-он и (S)-1-фенилгексан-3-ол, нарисовать структурную формулу с учетом взаимного расположения заместителей.

2. Предложить синтез данных структур, в первом случае в качестве одного из реагентов использовать глицин, во втором – бензол. Остальные реагенты не должны содержать хиральных атомов. На стадии получения оптически-чистого целевого изомера использовать только методы ассиметрического катализа.

Вопрос №1	Вопрос №2	Итого
10	10	20

Раздел 3. Основы супрамолекулярной химии. Применение супрамолекулярных систем в технологии биологически-активных веществ.

1. Предмет и основные понятия супрамолекулярной химии.

2. Типы межмолекулярных взаимодействий.

Раздел 4. Синтез соединений, меченых изотопами. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 20 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

1. Номенклатура соединений, меченых изотопами.

2. Методы синтеза соединений, меченых изотопами.

Пример билет к контрольной работе №2

Вариант 1.

1. Используя в качестве источника изотопа ^{13}C [^{13}C] углекислый газ, предложите синтез 2-метил[6- ^{13}C] адипиновой кислоты. Для синтеза целевого продукта могут быть применены любые реагенты, имеющие природный состав изотопов.

2. Используя в качестве источника изотопа ^2H тяжелую воду, LiAlD_4 или D_2 , а также, применяя любые неорганические и вспомогательные органические реагенты, предложите схему синтеза $[\text{}^2\text{H}_2]$ метилбензола из толуола.

Вопрос №1	Вопрос №2	Итого
10	10	20

8.3 Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса.

1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов.

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Ретросинтез. Основные понятия и допущения. Трансформ, ретрон, синтон. Примеры. Принципы подхода к планированию синтеза.

2. Виды трансформов. Правила выбора трансформов. Типы стратегий в ретросинтезе. Примеры.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (III семестр).

Экзамен по дисциплине «Современные направления и методы получения биологически активных веществ» проводится в III семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-5 учебной программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» _____ А.У. Абдурахимова «__» _____ 20__ г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Филиал РХТУ им. Д.И. Менделеева в г. Ташкенте (Республика Узбекистан)
	18.04.01 Химическая технология
	Магистерская программа «Химическая технология биологически активных веществ»
	«Современные направления и методы получения биологически активных веществ»
Экзаменационный билет № 1 1. Виды трансформов. Правила выбора трансформов. Типы стратегий в ретросинтезе. Примеры. 2. Хиральные реагенты, применяемые в асимметрическом синтезе. Отличие от вспомогательных реагентов и асимметрических катализаторов. Хиральные восстановители на основе гидридов алюминия и боранов. Механизм индукции.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Травень В. Ф. Органическая химия: учебник для вузов; в 2 т. / В. Ф. Травень. - М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2015. — ISBN 978-5-9963-2938-0
2. Основы современного органического синтеза: учебное пособие. В. А. Смит, А. Д. Дильман. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с.
3. Кочетков К.А., Калистратова А.В. Региоселективный синтез биологически активных веществ: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2017.

Б. Дополнительная литература

1. Ли Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006, 456 с.
2. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. – М.: "Химия", 1991.
3. Бакстон Ш., Робертс С. Введение в стереохимию органических соединений. М.: Мир, 2005. 311 с. **4**
4. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. Новосибирск: Наука, 1998. 333 с.
5. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л. Супрамолекулярная химия. □ М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. Т. 1-2. – 895 с.
6. Ласло П. Логика органического синтеза: в 2-х томах: Пер. с франц. Т. 2 — М.: Мир, 1998. — 200 с.
7. Илиел Э., Вайлен С., Дойл М. Основы органической стереохимии. Издательство: Бином. Лаборатория знаний, 2007 г. 704 с. **5**
8. Ногради М. Стереоселективный синтез М.: "МИР", 1989. 408 с.
9. Смит М. Органическая химия Марча. Реакции, механизмы, строение: в 4-х томах: пер. с англ. под ред. М. А. Юровской. — М.: Лаборатория знаний, 2022. — 2038 с. — ISBN 978-5-00101-872-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/266447> (дата обращения: 26.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Граник В.Г. "Основы медицинской химии", Вузовская книга, 2001 – 371 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- электронные презентации к разделам лекционного курса, графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал
- раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134
- Журнал «Chemosensors» ISSN 2227-9040

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЕИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, отдельные специализированные модули LMS.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2024 составляет 1 559 436 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Современные направления и методы получения биологически активных веществ»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Графики и таблицы, иллюстрирующие лекционный материал.

Раздаточный материал к разделам лекционного курса.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами.

Проекторы и экраны.

Копировальные аппараты.

Локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине.
Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Срок окончания действия лицензии
1.	Антиплагиат.BY3 5.0	Контракт №34-523К/2024 от 08.05.2024	19.05.2025
2.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
3.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
4.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
5.	Microsoft Office Standard 2019 В составе: <ul style="list-style-type: none">• Word• Excel• Power Point• Outlook	Контракт №175- 262ЭА/2019 от 30.12.2019	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
6.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Договор № 99-155ЭА-223/2024	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Планирование синтеза сложных органических молекул с применением ретросинтеза	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -современные тенденции развития и проблемы химии биологически активных веществ; -теоретические основы современных методов получения биологически активных веществ; <p><i>Умеет:</i></p>	<p>Оценка за домашнее индивидуальное задание №1-3 (по 15 баллов каждое) (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> -разработать схемы синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза; -анализировать альтернативные методы синтеза конкретных веществ с учетом доступности реагентов, стадийности, селективности процесса; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -методами критического анализа способов синтеза биологически активных веществ; 	
Раздел 2. Стереоселективный синтез БАВ	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -способы разделения и анализа пространственных изомеров; -примеры каталитических процессов в химии биологически активных веществ; -примеры стереонаправленного синтеза биологически активных веществ. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -разработать схемы синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза; -анализировать альтернативные методы синтеза конкретных веществ с учетом доступности реагентов, стадийности, селективности процесса; <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -методами критического анализа способов синтеза биологически активных веществ; -методами стереонаправленного синтеза целевых биологически активных веществ; 	<p>Оценка за домашнее индивидуальное задание №4-7 (10, 15, 15 и 15 баллов соответственно) (2 семестр);</p> <p>Оценка за Контрольную работу №1 (20 баллов), (2 семестр)</p> <p>Оценка за зачет (2 семестр)</p>

<p>Раздел 3. Основы супрамолекулярной химии. Применение супрамолекулярных систем в технологии биологически-активных веществ</p>	<p><i>Знает:</i> -принципы создания супрамолекулярных ансамблей, <i>Умеет:</i> -анализировать альтернативные методы синтеза конкретных веществ с учетом доступности реагентов, стадийности, селективности процесса; <i>Владеет:</i> -методами сборки супрамолекулярных структур с заданными свойствами.</p>	<p>Оценка за реферат (20 баллов) (2 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)</p>
<p>Раздел 4. Методы синтеза и применение органических соединений, меченых изотопами</p>	<p><i>Знает:</i> -методы синтеза и применения меченных изотопами биологически активных веществ, <i>Умеет:</i> -разработать схемы синтеза биологически активных веществ с учетом принципов стратегии органического синтеза; <i>Владеет:</i> -методами критического анализа способов синтеза биологически активных веществ;</p>	<p>Оценка за Контрольную работу №2 (20 баллов), (3 семестр) Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Современные направления и методы получения биологически активных
веществ»**

основной образовательной программы

Направление подготовки 18.04.01 – Химическая технология
Магистерская программа «Химическая технология биологически активных
веществ»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Макаров Николай Александрович
И.о. директора, Филiaal РХТУ
им. Д.И. Менделеева в г.
Ташкенте (Республика
Узбекистан)

Подписан: 04:02:2026 11:56:43