

**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

«Технология биологически активных веществ»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

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

Квалификация «магистр»

Ташкент 2024

Программа составлена: к.т.н., ассистентом кафедры химии и технологии органического синтеза Р.Р. Дашкиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
химии и технологии органического синтеза
«26» апреля 2024 г., протокол №7

1. ЦЕЛЬ 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 одного семестров.

Дисциплина **«Технология биологически активных веществ»** относится к части дисциплин учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам «Физическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», но главным образом в дисциплинах «Основы проектирования производств биологически активных веществ», «Применение САПР для проектирования производств биологически активных веществ и химико- фармацевтических средств» и «Современное технологическое и аппаратурное оформление процессов химической технологии».

Цель дисциплины – повышение научно-технической и методологической компетенций магистранта, необходимых для решения профессиональных задач, связанных с проведением научно-исследовательской работы; формирование у обучающихся систематизированных знаний о методах разработки современных инновационных химико-технологических производств по получению биологически активных веществ; ознакомление с современным уровнем развития, тенденциями развития и проблемами науки и техники в области технологии получения биологически активных веществ.

Задачи дисциплины – углубленное изучение технологических основ аппаратурного оформления и организации современных химических производств по получению биологически активных веществ;

- приобретение навыков по расчету и подбору соответствующего технологического оборудования под заданный процесс, а также составлению современных технологических схем производства по получению биологически активных веществ;

- развитию у студентов профессиональных навыков для решения конкретных практических задач.

Знания, приобретаемые студентами в процессе освоения этой дисциплины, используются студентами при выполнении курсового проекта и дипломной работы.

Дисциплина **«Технология биологически активных веществ»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

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-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.	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 – 6).
			ПК-3.2. Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов	
			ПК-3.3. Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов	
		ПК-4. Способен проводить поисковые исследования инновационных технологических процессов в области биологически активных веществ.	ПК-4.1. Знает теорию технологических процессов получения 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-4.3. Владеет методами разработки технологий биологически активных веществ.	
		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-5.5. Владеет навыками практической работы для осуществления научных исследований в области химии и технологии биологически активных веществ	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные тенденции развития технологии биологически активных веществ;
- основы каталитических процессов в химии и технологии биологически активных веществ;
- принципы выбора аппаратного оформления процессов в технологии биологически активных веществ;
- теоретические основы подготовки сырья в технологии биологически активных веществ.

Уметь:

- критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ;
- обосновывать выбор темы научного исследования, ставить его цели и задачи, формулировать проблему, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие методы научного познания.

Владеть:

- методами синтеза биологически активных веществ;
- теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ;
- основами каталитических процессов в химии и технологии биологически активных веществ.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,59	93	69,75
Контактная самостоятельная работа	2,59	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		92,6	69,45
Вид контроля:			
Экзамен	1,00	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,00	0,3	0,23
Подготовка к экзамену.		35,7	26,77
Вид итогового контроля:	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.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
	Введение. Основные понятия	6	-	2	-	-	-	-	-	4
1.	Раздел 1. Технологическое проектирование	44	10	5	-	5	5	5	5	29
1.1	Этапы и состав работ технологического проектирования	11	2	1	-	1	1	1	1	8
1.1	Экономические аспекты технологического проектирования	11	2	1	-	1	1	1	1	8
1.1	Комплексный подход к выбору оптимальной химической схемы синтеза	22	6	3	-	3	3	3	3	13
2.	Раздел 2. Безопасность и контроль качества при масштабировании процессов	47	12	5	-	6	6	6	6	30
2.1	Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Критерии оценивания. Риски. Метод анализа HAZOP	33	8	3	-	4	4	4	4	22
2.2	Система менеджмента качества для производств химической продукции	14	4	2	-	2	2	2	2	8
3.	Раздел 3. Оптимизация технологических схем производства биологически активных веществ	47	12	5	-	6	6	6	6	30

3.1	Программное обеспечение для технологического проектирования	15	4	1	-	2	2	2	2	10
3.2	Проектирование химических процессов. Материальный, тепловой и энергетический балансы.	22	6	3	-	3	3	3	3	13
3.3	Оборудование для разделения веществ.	10	2-	1	-	1	1	1	1	7
	ИТОГО	144	-	17	-	17	17	17	17	93
	Экзамен	36	-	-	-	0,3	-	-	-	35,7
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Основные понятия

Продукты химической промышленности. Классификация. Жизненный цикл продуктов тонкой химии на фоне других продуктов. Разработка технологии. Принципы и виды многоассортиментных заводов.

Раздел 1. Технологическое проектирование

Этапы создания производства новых продуктов тонкой химии. План разработки технологии. Этапы разработки проектов технологических установок и производств. Проектная и рабочая документация, требования к оформлению. Перечень ключевых исходных данных для технологической части проекта. Концепция модульных блоков оборудования для организации гибких производств биологически активных веществ. Выход, стоимость реагентов, риски при выборе схем синтеза продуктов. Материальный баланс. Сырьевая себестоимость.

Раздел 2. Безопасность и контроль качества при масштабировании процессов

Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Критерии оценивания. Критические параметры процессов. Экспериментальные методы оценки критических параметров. Характеристики безопасности реакции. Прогнозирование характеристик безопасности реакции. Метод анализа HAZOP. Способы уменьшения класса опасности. Система менеджмента качества для производств химической продукции.

Раздел 3. Оптимизация технологических схем производства биологически активных веществ

Программное обеспечение для технологического проектирования. Общие вспомогательные программы для проектирования в соответствии с этапами проектирования. САД-системы. Оптимизация работы периодических технологических схем производства биологически активных веществ. Загрузка технологического оборудования. Программные продукты для управления многоассортиментными производствами. Материальный, тепловой, энергетический балансы их взаимосвязь, связь с технологическим проектированием.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1.	– современные тенденции развития технологии биологически активных веществ;		+	+	+
2.	– основы каталитических процессов в химии и технологии биологически активных веществ;		+	+	+
3.	– принципы выбора аппаратного оформления процессов в технологии биологически активных веществ;		+	+	+
4.	– теоретические основы подготовки сырья в технологии биологически активных веществ.		+	+	+
	Уметь:				
5.	– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ.		+	+	+
6.	– обосновывать выбор темы научного исследования, ставить его цели и задачи, формулировать проблему, выбирать и применять к предмету своего исследования соответствующие методы научного познания		+	+	+
	Владеть:				
7.	– методами синтеза биологически активных веществ;		+		+
8.	– теоретическими основами современных методов получения биологически активных веществ.		+	+	+
9.	– основами каталитических процессов в химии и технологии биологически активных веществ		+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
10.	– ПК-3. Способен применять современные приборы и методы	– ПК-3.1. Знает экспериментальные методы и их приборное и аппаратное оформление для исследования веществ и материалов.	+	+	+

11.	исследования, планировать,	– ПК-3.2. Умеет организовывать проведение экспериментов и испытаний веществ и материалов.	+	+	+
12.	организовывать и проводить эксперименты и испытания, корректно обрабатывать и анализировать полученные результаты.	– ПК-3.3. Владеет приемами обработки, анализа и представления результатов эксперимента, навыками подготовки научно-технических отчетов.	+	+	+
13.	– ПК-4. Способен проводить поисковые исследования	– ПК-4.1. Знает теорию технологических процессов получения биологически активных веществ.	+	+	+
14.	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.	+	+	+
15.		– ПК-4.3. Владеет методами разработки технологий биологически активных веществ.	+	+	+
16.	– 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.	+	+	+
17.		– ПК-5.5. Владеет навыками практической работы для осуществления научных исследований в области химии и технологии биологически активных веществ	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Этапы и состав работ технологического проектирования. Экономические аспекты технологического проектирования	2
2		Комплексный подход к выбору оптимальной химической схемы синтеза	3
3	2	Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Критерии оценивания. Риски. Метод анализа HAZOP	4
4		Система менеджмента качества для производств химической продукции	2
5	3	Программное обеспечение для технологического проектирования. Оборудование для разделения веществ.	2
6		Проектирование химических процессов. Материальный, тепловой и энергетический балансы.	4
		Итого:	17

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Технология биологически активных веществ*», а также дает знания о моделировании технологического процесса, материальном, тепловом и энергетическом балансе технологического процесса, классе опасности процесса. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально 6 баллов за лабораторную работу №1, 7 баллов за лабораторную работу №2 и №3 за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают

№ п/п	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Определение класса опасности процесса. Методы понижения класса опасности.	5
2	2	Моделирование технологического процесса разделения веществ	6
3	3	Построение материального, теплового и энергетических балансов технологического процесса	6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- работа с рекомендованной учебной и научной литературой, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

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 рабочей 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 контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Пример задания на курсовой проект ВАРИАНТ 1

Максимальная оценка – 100 баллов.

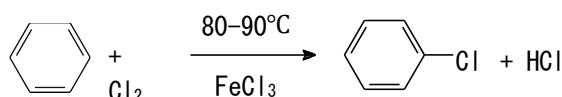
Процесс получения хлорбензола. Мощность производства 10 т/год

1. Рассчитать материальный баланс производства, тепловой баланс реакторного узла и теплообменника, ректификационную колонну и произвести механические расчеты реакторного оборудования.

2. Создать технологическую схему производства, сделать эскиз реактора и выполнить компоновочное решение.

3. Пользуясь открытыми источниками стоимости химического сырья рассчитать себестоимость продукта.

Хлорбензол получают жидкофазным хлорированием бензола элементарным хлором в колонне, заполненной насадкой из стальных и керамических колец Рашига при температуре кипения реакционной массы.



Выход продукта 92—95%.

Требования к целевому продукту и исходному сырью

Бензол— содержание C_6H_6 99.5 %, воды н/б 0.4 %.

Хлор электролизный – содержание Cl_2 75 %, H_2 2.0 %.

Хлорбензол – прозрачная бесцветная жидкость, содержание C_6H_5Cl 95 %, бензола 0.1—0.3 %, полихлоридов 0.73—1.0 %. Реакция водной вытяжки – нейтральная.

Таблица 1. Материальный баланс процесса хлорирования бензола.

Приход		Расход	
Наименование	кг/т	Наименование	кг/т
1. Стадия азеотропной осушки бензола			
1.Бензол исходный, в т.ч.:	748,0	1.Дистиллят (азеотроп), в т.ч.:	34,9
бензол	745,0	бензол	31,8
вода	3,0	вода	3,1
2.Бензол со стадии 4, в т.ч.:	1659,0	2.Куб, в т.ч.:	2435,0
бензол	1654,0	бензол	2430,0
хлорбензол	5,0	хлорбензол	5,0
3.Бензол со стадии адсорбции-конденсации абгазов	31,0		
4. Бензол со стадии осушки, в т.ч.:	31,9		
бензол	31,8		
вода	0,1		
Итого:	2469,9	Итого:	2469,9
2. Стадия хлорирования			
1. Газообразный хлор, в т.ч.:	815,0	1. Хлорированная жидкость, в т.ч.:	2714,5
хлор	652,0	бензол	1662,0
инерты	163,0	хлорбензол	1015,0
2. Сухой бензол, в т.ч.:	2435,0	полихлориды	35,0
бензол	2430,0	хлористый водород	2,5
хлорбензол	5,0	2. Абгазы, в т.ч.:	1929,5
3. Бензол кислый абгазный, в т.ч.:	1399,0	бензол	805,0
бензол	767,0	хлорбензол	615,0
хлорбензол	615,0	инерты	163,0
хлористый водород	17,0	хлористый водород	346,5
Итого:	4649,0	3. Потери (хлор)	5,0
		Итого:	4649,0
3. Стадия нейтрализации хлорированной жидкости			
1.Хлорированная жидкость, в т.ч.:	2714,5	1. Органический слой, в т.ч.:	2708,0
бензол	1662,0	бензол	1660,0
хлорбензол	1020,0	хлорбензол	1013,0
полихлориды	35,0	полихлориды	35,0
хлористый водород	2,5	2.Водный слой, в т.ч.:	606,5

2.Водный раствор NaOH (40 %), в т.ч.:	600,0	вода	361,2
вода	360,0	NaOH	237,3
NaOH	240,0	NaCl	4,0
		бензол	2,0
		хлорбензол	2,0
Итого:	3314,5	Итого:	3314,5
4. Стадия обезбензоливания			
Нейтральная хлорированная жидкость со стадии 3, в т.ч.:	2708,0	1. Дистиллят-бензол, в т.ч.:	1659,0
бензол	1660,0	бензол	1654,0
хлорбензол	1013,0	хлорбензол	5,0
полихлориды	35,0	2. Кубовый хлорбензол- сырец, в т.ч.:	1042,0
		хлорбензол	1007,0
		полихлориды	35,0
		3. Потери, в т.ч.:	7,0
		бензол	6,0
		хлорбензол	1,0
Итого:	2708,0	Итого:	2708,0
5. Стадия перегонки хлорбензола-сырца			
1.Хлорбензол (сырец), в т.ч.:	1042,0	1. Дистиллят-хлорбензол, в т.ч.:	1000,0
хлорбензол	1007,0	хлорбензол	998,5
полихлориды	35,0	полихлориды	1,5
		2. Кубовые полихлориды	36,5
		3.Потери, в т.ч.:	5,5
		хлорбензол	5,0
		полихлориды	0,5
Итого:	1042,0	Итого:	1042,0
6. Стадия абсорбции хлористого водорода			
1.Хлористый водород со стадии 2, в т.ч.:	530,5	1. Соляная кислота 27,5%, в т.ч.:	1203,0
хлористый водород	329,5	вода	870,0
бензол	38,0	хлористый водород	328,0
инерты	163,0	бензол	5,0
2.Вода	931,0	2. Хвостовые абгазы, в т.ч.:	258,5
		водяной пар	61,0
		хлористый водород	1,5
		инерты	163,0
		пары бензола	33,0
Итого:	1461,5	Итого:	1461,5
7. Стадия конденсации абгазов			
1.Хвостовые абгазы, в т.ч.:	258,5	1.Конденсат, в т.ч.:	89,0
водяной пар	61,0	бензол	31,0

хлористый водород	1,5	вода	57,0
инерты	163,0	хлористый водород	1,0
пары бензола	33,0	2.Пары (сброс):	169,5
		инерты	163,0
		пары воды	4,0
		пары бензола	2,0
		хлористый водород	0,5
Итого:	258,5	Итого:	258,5

Рецикл со стадии 3 не учтен в материальном балансе.

Примеры тем курсового проекта

1. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 2000 т/год.
2. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 2000 т/год.
3. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 2000 т/год.
4. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 2000 т/год.
5. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 3000 т/год.
6. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 3000 т/год.
7. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 3000 т/год.
8. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 3000 т/год.
9. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 4000 т/год.
10. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 4000 т/год.
11. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 4000 т/год.
12. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 4000 т/год.
13. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 5000 т/год.
14. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 5000 т/год.
15. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 5000 т/год.
16. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 5000 т/год.
17. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 10000 т/год.
18. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 10000 т/год.
19. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 10000 т/год.

20. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 10000 т/год.
21. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 15000 т/год.
22. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 15000 т/год.
23. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 15000 т/год.
24. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 15000 т/год.
25. Производство уксусной кислоты по методу BASF Process с использованием катализатора Cobalt-catalyzed производительностью 20000 т/год.
26. Производство уксусной кислоты по методу Monsanto process с использованием катализатора Rhodium-catalyzed производительностью 20000 т/год.
27. Производство уксусной кислоты по методу Liquid-phase oxidation с использованием катализатора Manganese или cobalt производительностью 20000 т/год.
28. Производство уксусной кислоты по методу BP с использованием катализатора Iridium-catalyzed methanol carbonylation производительностью 20000 т/год.
29. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 2000 т/год.
30. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 3000 т/год.
31. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 4000 т/год.
32. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 5000 т/год.
33. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 10000 т/год.
34. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 15000 т/год.
35. Производство метилendifенилдиизоцианата производительностью 20000 т/год.
36. Производство метилизоцианата производительностью 2000 т/год.
37. Производство метилизоцианата производительностью 3000 т/год.
38. Производство метилизоцианата производительностью 4000 т/год.
39. Производство метилизоцианата производительностью 5000 т/год.
40. Производство метилизоцианата производительностью 10000 т/год.
41. Производство метилизоцианата производительностью 15000 т/год.
42. Производство метилизоцианата производительностью 20000 т/год.
43. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 2000 т/год.
44. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 3000 т/год.
45. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 4000 т/год.
46. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 5000 т/год.
47. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 10000 т/год.
48. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 15000 т/год.
49. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 20000 т/год.
50. Производство толуилendifенилдиизоцианата производительностью 30000 т/год.

Требования к выполнению проекта

Расчёт и обоснование проекта получения требуемого продукта с требуемой производительностью с расчётом операционных и капитальных затрат, включающий следующие разделы:

1. Введение
2. Технологическая часть
 - 2.1. Научно-технические основы проектируемого производства
 - 2.2. Характеристика сырья, вспомогательных материалов, продуктов производства и энергетических средств.
 - 2.3. Технологическая схема с описанием, разработанная в ChemCAD

- 2.4. Материальный баланс
- 2.5. Технологический расчет реактора синтеза
 - 2.5.1 Кинетика
 - 2.5.2 Теплообмен
- 2.6. Конструктивно-механические расчеты
 - 2.6.1 Расчет основных характеристик выбранного реактора.
- 2.7. Контроль производства
 - 2.7.1 Аналитический контроль
 - 2.7.2 Система контрольно-измерительных приборов
 - 2.7.3 Система средств регулирования
- 3. Экономические расчёты
 - 3.1. Себестоимость продукта, операционные затраты, включая затраты на сырьё, электроэнергию, тепло и фонд оплаты труда.
 - 3.2. Капитальные затраты, включая оборудование
 - 3.3. Срок окупаемости

Приложение А

- 1. Технологическая схема принципиальная.
- 2. Программа расчёта в ChemCAD.
- 3. Программа расчёта в MS Excel.
- 4. Презентация.

Различные разделы курсового проекта оцениваются в соответствии с нижеследующей таблицей при суммарных максимальных 100 баллов.

Раздел	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3	A1	A4	Доклад	Ответы на вопросы	ИТОГО:
Баллы	3	3	10	10	10	5	4	5	8	2	20	20	100

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы №1, №2 и №3 (3 семестр) составляет 20, 10 и 10 баллов за каждую работу.

Раздел	Контрольные вопросы
Раздел 1. Технологическое проектирование	1. Этапы создания производства новых продуктов тонкой химии. 2. План разработки технологии. 3. Этапы разработки проектов технологических установок и производств. 4. Проектная и рабочая документация, требования к оформлению. 5. Перечень ключевых исходных данных для технологической части проекта 6. Концепция модульных блоков оборудования для организации гибких производств биологически активных веществ 7. Выход, стоимость реагентов, риски при выборе схем синтеза продуктов 8. Материальный баланс. 9. Сырьевая себестоимость.
Раздел 2. Безопасность и	1. Оценка безопасности процессов. 2. Классы опасности.

контроль качества при масштабировании процессов	3. Критерии оценивания опасности процессов 4. Критические параметры процессов. 5. Экспериментальные методы оценки критических параметров. 6. Характеристики безопасности реакции. 7. Прогнозирование характеристик безопасности реакции. 8. Метод анализа HAZOP. 9. Способы уменьшения класса опасности. 10. Система менеджмента качества для производств химической продукции.
Раздел 3. Оптимизация технологических схем производства биологически активных веществ.	1. Программное обеспечение для технологического проектирования. 2. Общие вспомогательные программы для проектирования в соответствии с этапами проектирования. 3. САД-системы. 4. Оптимизация работы периодических технологических схем производства биологически активных веществ 5. Загрузка технологического оборудования. 6. Программные продукты для управления многоассортиментными производствами. 7. Материальный, тепловой, энергетический балансы их взаимосвязь, связь с технологическим проектированием.

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

Вариант 1

1. Этапы разработки проектов технологических установок и производств.
2. Выполнить подбор схемы синтеза 2,2',2'',2'''-(3,6,9,12-тетрааза-1(2,6)-пиридинациклотридекафан-3,6,9,12-тетраил) тетрауксусной кислоты

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Система менеджмента качества для производств химической продукции.
2. Задача по промышленной безопасности

В реакторе периодического типа действия проводят две различные реакции. Первая реакция – гидрирование карбонильной группы сахара в водородом в изопропиловом спирте при давлении водорода в 4 бара и температуре 80°C. Энтальпия реакции составляет 350 кДж/моль, плотность РМ 780 кг/м³, начальная концентрация сахара в РМ составляет 1 моль/л, теплоемкость реакционной массы – 3 кДж/кг·К, энергия активации для основной реакции – 50 кДж/моль, энергия активации побочной реакции разложения 30 кДж/моль, максимальные скорости тепловыделения для основной и побочной реакции соответственно 3 и 40 Вт/кг. Общая теплота разложения составляет 210 кДж/кг и TD24 = 170°C.

Вторая реакция – ацилирование ароматического соединения при помощи прикапывания раствора хлорацетилхлорида в хлороформе при давлении в системе 1.5 бара и температуре 10°C. Максимальная степень накопления во время реакции составляет 35%. Общая теплота реакции составляет 147 кДж/кг, плотность РМ 1500 кг/м³, теплоемкость реакционной массы – 0,95 кДж/кг·К, энергия активации для основной реакции – 37 кДж/моль, энергия активации побочной реакции разложения 25 кДж/моль, максимальные скорости

тепловыделения для основной и побочной реакции соответственно 5 и 25 Вт/кг. Общая теплота разложения составляет 89 кДж/кг и $TD_{24} = 50^{\circ}\text{C}$.

Построить график и определить класс опасности. Предложить варианты понижения класса опасности до 1-2 уровня. Изобразить схематически полученные ситуации (график температур процесса в соответствии с классом опасности). Определить конечную температуру процесса разложения. Определить время достижения максимальной скорости основной и побочных реакций.

Реактор оснащен двумя предохранительными мембранами на 5 и 2 бар, которые переключаются в зависимости от реакции. Предложить и обосновать схему подключения мембран с реактором.

Систему считать адиабатической

Давление, бар	Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	
	Изопропанол	Хлороформ
1	82,1	60,7
2	100,9	83,6
3	113,1	98,8
4	122,4	110,4
5	130,0	120,1

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вариант 1

1. Оптимизация работы периодических технологических схем производства биологически активных веществ
2. Составить материальный и тепловой балансы для процесса получения этилгексилового эфира 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты мощностью 5000 т/год.

Примеры контрольных вопросов к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1.

1. Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Критерии оценивания опасности процессов. Критические параметры процессов.
2. Экспериментальные методы оценки критических параметров процесса.
3. Техника проведения эксперимента.
4. Обработка полученных данных и определение скорости тепловыделения.
5. Методы понижения класса опасности.
6. Техника безопасности при выполнении работы, правила работы с используемыми реагентами.

Лабораторная работа № 2.

1. Программы, используемые для моделирования технологических процессов.
2. Математические модели, используемые при расчете процессов разделения.
3. Алгоритм расчета процессов разделения.
4. Методы оптимизации процессов разделения.
5. Техника безопасности при выполнении работы.

Лабораторная работа № 3.

1. Материальный баланс. Алгоритм расчета. Взаимосвязь технологических операций в материальном балансе.
2. Тепловой баланс. Алгоритм расчета. Программы, используемые для расчета тепловых балансов.
3. Энергетический баланс. Алгоритм расчета. Программы, используемые для расчета энергетических балансов.
4. Взаимосвязь материального, теплового и энергетического балансов.
5. Оптимизация технологической схемы на основе материального и теплового балансов.
6. Техника безопасности при выполнении работы.

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

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и 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).

Примеры теоретических вопросов:

1. Разработка технологии. Многоассортиментные заводы.
2. Технологическое проектирование. Этапы и состав работ. Экономические аспекты проектирования.
3. Оценка химической схемы синтеза. Критерии сравнения.
4. Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Критерии оценивания. Примеры.
5. Оценка безопасности процессов. Классы опасности. Способы уменьшения класса опасности. Риски. Примеры.
6. Оценка безопасности процессов. Метод анализа HAZOP. Примеры.
7. Программное обеспечение для проектирования. Общие вспомогательные программы для проектирования в соответствии с этапами проектирования. CAD-системы. Примеры. Сравнение.
8. Проектирование химического процесса. Этапы проведения процесса. Материальный, тепловой, энергетический балансы, их взаимосвязь с проектом и между собой. Материалы и гидравлические особенности при выборе оборудования.
9. Оборудование для разделения веществ. Особенности. Сравнение. Выбор сепараторов.
10. Система менеджмента качества для производств химической продукции.

Пример экзаменационной задачи:

Вариант 1

В реакторе периодического типа действия проводят реакцию получения хлорангидрида из ацетоксиуксусной кислоты. Реакцию проводят при помощи дозирования тионилхлорида в реактор поддерживая температуру реакционной массы ниже 30°C. Максимальная степень накопления во время реакции составляет 40%. Систему считать адиабатической.

Параметры реактора:

- объем реактора.....3,0 м³,
- давление в реакторе..... 1 атм,

Масса загружаемых веществ:

- ацетоксиуксусная кислота 197, кг,
- хлористый метилен 1866, кг,
- триэтиламин 337, кг
- тионилхлорид..... 573, кг,
- вода 30, кг,

Параметры реакционной массы:

- энтальпия реакции..... 250 кДж/моль,
- плотность реакционной массы 1326, кг,
- теплоемкость реакционной массы 1,185, кДж/кг·К
- начальная концентрация исходной кислоты..... 0,693 моль/л,
- температура при которой происходит полное разложение за 24 часа 60, °С,
- общая теплота разложения 89, кДж/кг,
- температура кипения хлористого метилена..... 43, °С,

Результаты синтезов:

№ загрузки	1	2	3	4	5	6
Выход, %	94	94	95	96	93	94
Время, ч	30	32	31	30	27	31
Качество	Q1	Q2	Q1	Q1	Q3	Q1

Задание:

1. Рассчитать показатели процесса (AE, VTO, E-factor, PMI, QSL, $PEI_{\text{выхода}}$, $PEI_{\text{времени}}$. **(4 балла)**.
2. Построить график температур процесса и определить класс опасности. Определить конечную температуру разложения. **(4 балла)**.
3. Предложить вариант понижения класса опасности до 1-2 уровня, построить график температур для полученной ситуации. Определить конечную температуру разложения. **(4 балла)**.
4. Предложить обвязку реактора и систему регулирования для данного процесса. **(4 балла)**.
5. Перечислить возможные отклонения во время проведения процесса и способы их устранения или уменьшения вероятности возникновения. **(4 балла)**.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Технология биологически активных веществ*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» (Должность, наименование кафедры) _____ <u>А.У. Абдурахимова</u>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Филиал РХТУ им. Д.И. Менделеева в г. Ташкенте (Республика Узбекистан)

(Подпись) _____ (И. О. Фамилия) «__» _____ 20__ г.	18.04.01 Химическая технология Магистерская программа – «Химическая технология биологически активных веществ»
Технология биологически активных веществ	

Билет № 1

1. Оценка химической схемы синтеза. Критерии сравнения.

2. В реакторе периодического типа действия проводят реакцию получения хлорангидрида из ацетоксиуксусной кислоты. Реакцию проводят при помощи дозирования тионилхлорида в реактор поддерживая температуру реакционной массы ниже 30°C. Максимальная степень накопления во время реакции составляет 40%. Систему считать адиабатической.

Параметры реактора:

- объём реактора..... 3,0 м³,
- давление в реакторе..... 1 атм,

Масса загружаемых веществ:

- ацетоксиуксусная кислота 197, кг,
- хлористый метилен 1866, кг,
- триэтиламин 337, кг
- тионилхлорид..... 573, кг,
- вода 30, кг,

Параметры реакционной массы:

- энтальпия реакции..... 250 кДж/моль,
- плотность реакционной массы 1326, кг,
- теплоемкость реакционной массы 1,185, кДж/кг·К
- начальная концентрация исходной кислоты..... 0,693 моль/л,
- температура при которой происходит полное разложение за 24 часа 60, °С,
- общая теплота разложения 89, кДж/кг,
- температура кипения хлористого метилена..... 43, °С,

Результаты синтезов:

№ загрузки	1	2	3	4	5	6
Выход, %	94	94	95	96	93	94
Время, ч	30	32	31	30	27	31
Качество	Q1	Q2	Q1	Q1	Q3	Q1

Задание:

1. Рассчитать показатели процесса (AE, VTO, E-factor, PMI, QSL, PEI_{выхода}, PEI_{времени}). **(4 балла).**
2. Построить график температур процесса и определить класс опасности. Определить конечную температуру разложения. **(4 балла).**
3. Предложить вариант понижения класса опасности до 1-2 уровня, построить график температур для полученной ситуации. Определить конечную температуру разложения. **(4 балла).**
4. Предложить обвязку реактора и систему регулирования для данного процесса. **(4 балла).**
5. Перечислить возможные отклонения во время проведения процесса и способы их устранения или уменьшения вероятности возникновения. **(4 балла)**

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии/ Ю.А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. - М.: Химия, 2011. – 1229 с.
2. Баранов Д.А. Процессы и аппараты химической технологии/ Баранов Д.А., — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 408 с.
3. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Иозеп [и др.] ; под ред. Иозеп А.А.. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 356 с.

Б. Дополнительная литература

1. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. / Н.Н. Мельников // М.: Химия, 1987. - 712 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- «Химико-фармацевтический журнал» ISSN 0023-1134
- Журнал «Кинетика и катализ» ISSN 0453-8811
- Журнал «Химическая промышленность сегодня» ISSN 0023-110X
- Журнал «Фармацевтическая промышленность»

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет (*при необходимости*):

- <https://gmpnews.ru/>
- <http://www.remedium.ru/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – по 3 разделам дисциплины, (общее число слайдов – 486);

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, Skype, 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 «*Технология биологически активных веществ*» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных 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.

Лаборатория для проведения лабораторных работ, оборудованная, лабораторной мебелью, лабораторной посудой.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Учебные пособия по дисциплине.

Раздаточный материал к разделам дисциплины.

Раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине. Электронные презентации к разделам дисциплины.

Справочные материалы в печатном и электронном виде.

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.

Мультимедийный проектор в комплекте с ноутбуком, Оверхед проектор Medium 524 Р 3-х линзовый.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками полимерных материалов.

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.	WINDOWS 8.1 Professional Get Genuine	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочно
2.	Micosoft Office Standard 2013	Контракт № 62-64ЭА/2013 от 02.12.2013	бессрочная
3.	WINHOME 10 Russian OLV NL Each AcademicEdition	Контракт № 28-35ЭА/2020 от 26.05.2020	бессрочно
4.	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)
5.	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 разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<p>Раздел 1. Технологическое проектирование</p>	<p><i>Знать:</i> –современные тенденции развития технологии биологически активных веществ; –принципы выбора аппаратного оформления процессов в технологии биологически активных веществ; –принципы и методы оптимизации процессов в технологии биологически активных веществ; –физико-химические основы современных и перспективных технологий биологически активных веществ; <i>Уметь:</i> –составлять и анализировать технологические схемы основных процессов в технологии биологически активных веществ, а также оптимизировать и оценивать их эффективность. –рассчитывать, оценивать и находить оптимальное технологическое решение с требуемыми характеристиками для конкретных процессов в технологии биологически активных веществ – критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ <i>Владеть:</i> –методами оценки и расчета основного технологического оборудования производств биологически активных веществ; –принципами разработки современного оборудования производств биологически активных веществ.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторную работу №1 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>
<p>Раздел 2. Безопасность и контроль качества при масштабировании процессов</p>	<p><i>Знать:</i> –современные тенденции развития технологии биологически активных веществ; –принципы выбора аппаратного оформления процессов в технологии биологически активных веществ; –принципы и методы оптимизации процессов в технологии биологически активных веществ; –физико-химические основы современных и перспективных технологий биологически активных веществ; <i>Уметь:</i> –составлять и анализировать технологические схемы основных процессов в технологии биологически активных веществ, а также оптимизировать и оценивать их эффективность.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторную работу №2 (3 семестр)</p> <p>Оценка за экзамен (3 семестр)</p>

	<p>–рассчитывать, оценивать и находить оптимальное технологическое решение с требуемыми характеристиками для конкретных процессов в технологии биологически активных веществ</p> <p>– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>–методами оценки и расчета основного технологического оборудования производств биологически активных веществ;</p> <p>–принципами разработки современного оборудования производств биологически активных веществ.</p>	
<p>Раздел 3. Оптимизация технологических схем</p>	<p><i>Знать:</i></p> <p>–современные тенденции развития технологии биологически активных веществ;</p> <p>–принципы выбора аппаратного оформления процессов в технологии биологически активных веществ;</p> <p>–принципы и методы оптимизации процессов в технологии биологически активных веществ;</p> <p>–физико-химические основы современных и перспективных технологий биологически активных веществ;</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>–составлять и анализировать технологические схемы основных процессов в технологии биологически активных веществ, а также оптимизировать и оценивать их эффективность.</p> <p>–рассчитывать, оценивать и находить оптимальное технологическое решение с требуемыми характеристиками для конкретных процессов в технологии биологически активных веществ</p> <p>– критически анализировать и оценивать новые и существующие научные и технологические достижения и гипотезы в химии и химической технологии биологически активных веществ</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>–методами оценки и расчета основного технологического оборудования производств биологически активных веществ;</p> <p>–принципами разработки современного оборудования производств биологически активных веществ.</p>	<p>Оценка за Контрольную работу №3 (3 семестр)</p> <p>Оценка за лабораторную работу №3 (3 семестр)</p> <p>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
«Технология 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 11:56:36