

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.27 Химическая технология

Учебный план: 2025-2026 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки: специализация "Медицинская химия"
(специализация)

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия					
7	УП	48	32	64	45	27	6	Экзамен
	РПД	48	32	64	45	27	6	
Итого	УП	48	32	64	45	27	6	
	РПД	48	32	64	45	27	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утверждённым приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

Зыкова Ирина Викторовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Новоселов Николай
Петрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области общих закономерностей протекания химико-технологических процессов и организации работы химического производства.

1.2 Задачи дисциплины:

рассмотреть структуру химического производства и его технологических компонентов, раскрыть принципы оптимизации параметров химико-технологических процессов, продемонстрировать способы интенсификации химико-технологических процессов, применяемых в химической промышленности, показать особенности применения химического оборудования, рассмотреть критерии его выбора.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

- Физическая химия
- Органическая химия
- Общая и неорганическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения
Знать: основы теории химических процессов и реакторов; методику выбора реактора и расчёта процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии, используя базы данных профессионального назначения.
Уметь: выбрать эффективный тип реактора на основе теоретических моделей; провести расчёт технологических параметров для заданного процесса.
Владеть: навыками проведения типовых расчетов на основе материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов.
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач
Знать: методологию исследования взаимодействия химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях; основные реакционные процессы и реакторы химической и биотехнологии.
Уметь: рассчитать основные характеристики химического процесса; определить оптимальные физико-химические параметры химико-технологического процесса.
Владеть: навыками расчёта и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Основные закономерности химической технологии	7						,Ко
Тема 1. Направления развития химической технологии. Принципы развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий Практическое занятие: «Требования к организации безотходного производства»		2	1		2		
Тема 2. Критерии оценки эффективности химического производства. Структура и химико-технологические системы производства, технологические связи Практическое занятие: «Принципы оптимизации структуры химико-технологических систем»		2	2		2		

<p>Тема 3. Технологические компоненты химического производства. Энергия и сырье в химическом производстве. Промышленная водоподготовка Практическое занятие: «Принципы энерго-, ресурсосбережения в химической промышленности» Лабораторная работа: «Флотационная»</p>		2	2	6	2		
<p>Тема 4. Классификация и основные характеристики химико-технологических процессов. Понятие технологического режима Практическое занятие: «Принципы оптимизации режима химико-технологического процесса»</p>		1	2		2	ГД	
<p>Раздел 2. Интенсификация и повышение экологической чистоты химико-технологических процессов</p>							
<p>Тема 5. Влияние кинетических и термодинамических факторов на интенсивность химико-технологического процесса. Оптимальный температурный режим химико-технологического процесса Практическое занятие: «Определение кинетических и термодинамических характеристик химико-технологического процесса»</p>		4	1		2		,Ko
<p>Тема 6. Промышленный катализ. Механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов. Контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа Практическое занятие: «Определение показателей каталитического химико-технологического процесса» Лабораторная работа: «Каталитическое разложение пероксида водорода»</p>		4	1	8	2		
<p>Тема 7. Гетерогенные химико-технологические процессы. Скорость, равновесие и механизм гетерогенных процессов. Способы интенсификации гетерогенных процессов Практическое занятие: «Определение режима гетерогенного химико-технологического процесса» Лабораторная работа: «Изучение процесса растворения твердых тел»</p>		2	1	8	2		
<p>Тема 8. Принципы повышения экологической чистоты химико-технологических процессов. Очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства Практическое занятие: «Основные методы и технические средства защиты окружающей среды» Лабораторная работа: «Анализ работы фильтра очистки вентгазов от оксидов азота»</p>		1	2	6	2	ГД	

Раздел 3. Химические реакторы						
Тема 9. Классификация химических реакторов по различным признакам. Основные математические модели процессов в химических реакторах. Конструктивные особенности химических реакторов Практическое занятие: «Принципы расчета параметров химических реакторов»	4	1		2		,Ко
Тема 10. Материальный и тепловой баланс в химических реакторах. Температурный режим работы химических реакторов Практическое занятие: «Принципы составления материального и теплового баланса»	4	2		2		
Тема 11. Сравнение химических реакторов различных типов. Принципы выбора химического реактора. Проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах Практическое занятие: «Принципы моделирования процессов, протекающих в химическом реакторе» Лабораторная работа: «Изучение моделей химических реакторов»	2	1	4	2		
Тема 12. Организация химико-технологического процесса. Актуальные проблемы основных химических производств Практическое занятие: «Важнейшие химические производства и их технологические особенности»	4	1		2	ГД	
Раздел 4. Физико-химические закономерности технологических процессов. Сырье. Энергия, вода						,Ко
Тема 13. Технологические и технико-экономические показатели химического производства. Понятия о химико-технологическом процессе. Классификация процессов. Химический реактор и химический процесс, протекающий в нем. Классификация реакторов. Равновесная степень превращения. Гомогенные процессы и используемые для них реакторы. Влияние параметров на скорость реакции. Закономерность массообмена в гетерогенных процессах: газ-жидкость (Г-Ж), жидкость-твердое тело (Ж-Т), газ-твердое тело (Г-Т). Практическое занятие: Технологические и технико-экономические показатели химического производства. Лабораторная работа: Определение дисперсности, плотности твердых сыпучих материалов, плотности и вязкости жидкостей Лабораторная работа: Моделирование процесса ионообменной сорбции в динамическом режиме	4	2	6	2		

<p>Тема 14. Сырье. Энергия, вода. Понятия о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства. Виды и классификация сырья. Подготовка сырья к переработке. Обогащение сырья. Виды и источники энергии, применяемые в химико-технологических процессах. Вода и ее применение в химико-технологических процессах. Практическое занятие: Расчет параметров по сырью. Практическое занятие: Расчет водопотребления, расчет энергопотребления Лабораторная работа: Определение показателей качества природных вод. Водоподготовка для предприятий отрасли медицинской химии</p>		4	4	8	2	ИЛ	
<p>Раздел 5. Важнейшие химические производства</p>							,Ко
<p>Тема 15. Важнейшие производства химической отрасли Производство серной кислоты. Производство аммиака и азотной кислоты. Производство фосфорной кислоты Электрохимические производства. Производство металлов. Производство силикатных материалов Практическое занятие: Расчет ТЭП в производстве кислот Практическое занятие: Расчет ТЭП в электрохимическом производстве Практическое занятие: Расчет ТЭП в производстве металлов и силикатов Лабораторная работа: Получение искусственного карналлита из хлормagneиевого щелока Лабораторная работа: Приготовление и очистка рассола в производстве кальцинированной соды Лабораторная работа: Анализ промышленной серной кислоты Лабораторная работа: Электрохимическое получение хлора и щелочи электролизом водных растворов хлорида натрия</p>		4	6	8	5		

Тема 16. Химические производства в области медицинской химии Производство высокомолекулярных соединений. Оборудование, процессы, предприятия СПб и ЛО в области медицинской химии. Практическое занятие: Составление технологических и операционных схем по конкретным производствам ВМС. Лабораторная работа: Анализ формалина. Анализ фенола. Получение и анализ фенолоформальдегидного олигомера Лабораторная работа: Получение фенолоформальдегидного новолачного олигомера. Получение фенолоформальдегидного резольного олигомера Лабораторная работа: Получение и анализ карбамидоформальдегидного олигомера марки КФ-А		4	3	10	12	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		48	32	64	45		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5			24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		146,5			69,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	Описывает расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	Вопросы устного собеседования
	Применяет знания протекания химических процессов при получении основных неорганических и органических веществ для планирования работ химической направленности Обрабатывает и интерпретирует полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	Практико-ориентированные задания
ОПК-4	Формулирует общие закономерности протекания химико-технологических процессов, перечисляет основные направления развития химической технологии, понимает особенности организации систем химического производства Определяет основные направления оптимизации технологических показателей, объективно оценивает эффективность промышленного производства с учетом актуальных требований, обеспечивает улучшение технологического режима Использует методы расчета и анализа работы оборудования химического производства, применяет на практике способы оптимизации технологических показателей процесса и структуры промышленного производства	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к выбору материала при подготовке к промежуточной аттестации.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на использовании основных источников информации. Присутствуют незначительные пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основан исключительно на использовании лекционных материалов. При понимании сущности предмета в целом имеются существенные пробелы в знаниях.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Присутствуют многочисленные грубые ошибки.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Направления развития химической технологии. Принципы энерго-, ресурсосбережения в химической промышленности
2	Развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий. Требования к организации безотходного производства
3	Основные показатели эффективности химических производств. Качество продукта
4	Функциональная и иерархическая структура химических производств. Основные технологические компоненты
5	Понятие химико-технологической системы производства. Анализ химико-технологических систем. Виды технологической связи
6	Классификация видов сырья. Подготовка сырья. Методы очистки и обогащения сырья. Использование отходов производства
7	Промышленная водоподготовка. Виды и качество потребляемой в производстве воды
8	Энергетические проблемы производства. Классификация и сравнение видов энергии. Основы рационального использования энергии
9	Классификация видов топлива. Методы переработки топлива. Важнейшие нефтепродукты
10	Классификация и основные характеристики химико-технологических процессов. Понятие технологического режима, принципы его оптимизации
11	Термодинамический анализ химических процессов и его применение на практике. Определение термодинамических характеристик реакции
12	Равновесие в химических процессах. Влияние различных факторов на положения равновесия. Действие термодинамических факторов на показатели химико-технологических процессов
13	Скорость химических процессов. Определение кинетических характеристик реакции. Действие кинетических факторов на показатели химико-технологических процессов
14	Влияние температуры на характеристики технологических процессов. Оптимальный температурный режим химико-технологического процесса
15	Влияние концентрации реагирующих веществ и давления на характеристики технологических процессов. Кинетические кривые
16	Гетерогенные некаталитические химико-технологические процессы. Равновесие и скорость гетерогенных процессов. Понятие области протекания и режима гетерогенного процесса

17	Механизм и способы интенсификации гетерогенных химико-технологических процессов различных видов. Классификация гетерогенных химико-технологических процессов
18	Механизм и основные показатели каталитических химико-технологических процессов. Применение каталитических процессов в химической промышленности
19	Виды и оборудование каталитических химико-технологических процессов. Контактные массы и оборудование для гетерогенного катализа
20	Принципы повышение экологической чистоты химико-технологических процессов. Основные методы и технические средства защиты окружающей среды. Очистка промышленных выбросов и сточных вод химического производства.
21	Применение химических реакторов в химическом производстве. Классификация химических реакторов. Требования, предъявляемые к промышленным химическим реакторам
22	Материальный баланс в химических реакторах. Анализ работы химических реакторов. Критерии выбора химического реактора
23	Реактор идеального вытеснения. Вывод характеристического уравнения
24	Реакторы идеального смешения непрерывного и периодического действия. Вывод характеристического уравнения
25	Каскад реакторов идеального смешения. Вывод уравнения, определение числа ступеней каскада
26	Температурный режим работы реакторов. Уравнение теплового баланса реактора в интегральном и дифференциальном виде
27	Политермический режим работы реакторов. Вывод уравнений теплового баланса
28	Изотермический и адиабатический режим работы реакторов. Вывод уравнений теплового баланса. Расчет адиабатического изменения температуры
29	Конструктивные особенности химических реакторов. Примеры, характерные для действующего производства
30	Проведение химико-технологических процессов в реальных реакторах. Примеры, характерные для действующего производства
31	Производство серной кислоты.
32	Производство аммиака и азотной кислоты.
33	Производство фосфорной кислоты.
34	Электрохимические производства.
35	Производство металлов.
36	Производство силикатных материалов.
37	Химические производства в области медицинской химии.
38	Производство высокомолекулярных соединений.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. При температуре 773 К константа скорости окисления оксида серы (IV) в оксид серы (VI) составляет $k_1 = 3,20 \cdot 10^5$. Определите константу скорости k_2 этой реакции при температуре 793 К. Энергия активации реакции составляет 87900 кДж/моль.

2. Энергия активации реакции $2A + B = 2C$, протекающей при температуре 1073 К составляет 89700 кДж/моль. В результате применения катализатора она снизилась до 59000 кДж/моль. Другие параметры остались неизменными. При какой температуре реакция с участием катализатора может протекать с прежней скоростью?

3. Этиловый спирт образуется при взаимодействии этилена с водой. Рассчитайте выход этилового спирта Фэт при условии многократной циркуляции этилена, если практический расходный коэффициент этилена $\beta = 0,69$ т/т этилового спирта.

4. Как называются химические производства, в которых действуют замкнутые системы водоснабжения без сброса сточных вод в водоемы? Приведите конкретные примеры

5. Рассчитайте расходные коэффициенты K_A и K_B для реагентов А и В [моль А(В)/мольR] в химико-технологическом процессе с химической реакцией: $aA + bB \rightarrow rR(MA, MB, MR, - \text{молярные массы компонентов})$.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Обязательное выполнение программы практических занятий, лабораторных работ успешное прохождение текущего контроля.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Клементьева, А. В.	Химическая технология	Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет»	2019	http://www.iprbookshop.ru/99523.html
Собачкина, Т. Н., Петров, Е. С., Баранова, Ю. Б., Андреева, Г. В., Кудрина, Н. В., Мухаметзянова, А. А., Гильманова, Р. З.	Химическая технология органических веществ	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/95061.html
Швалёв, Ю. Б., Горлушко, Д. А.	Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы	Томск: Томский политехнический университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/96108.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Панов В. П., Бусыгин Н. Ю.	Инженерная защита окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049
Лезова, С. П.	Химическая технология	Москва: Издательский Дом МИСиС	2020	http://www.iprbookshop.ru/106746.html
Самарин В. П.	Общая химическая технология. Лабораторный практикум	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2568
Спицкий С. В.	Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2015811
Закгейм, А. Ю.	Общая химическая технология. Введение в моделирование химико- технологических процессов	Москва: Логос	2014	http://www.iprbookshop.ru/66419.html
Власов П. П.	Энерго- ресурсосберегающие процессы в защите окружающей среды	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017608
Ветошкин А. Г.	Основы инженерной защиты окружающей среды	Москва: Инфра- Инженерия	2016	http://www.iprbookshop.ru/51730.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
4. Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL:http://sutd.ru/studentam/extramural_student/.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- Microsoft Windows
- Интернет-тренажеры в сфере образования

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

Лабораторные стенды, необходимые для развития практических навыков при проведении лабораторного практикума

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска