

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

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.27

Химическая технология

Учебный план: 2026-2027 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) специализация "Медицинская химия"

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, 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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	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	
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 очистка осадительной ванны»		2	2	6	2	

Тема 4. Классификация и основные характеристики химико-технологических процессов. Понятие технологического режима Практическое занятие: «Принципы оптимизации режима химико-технологического процесса»		1	2		2	
Раздел 2. Интенсификация и повышение экологической чистоты химико-технологических процессов						
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»		4	1		2	Ko
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»		4	1	8	2	
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»		2	1	8	2	
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»		1	2	6	2	
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	Ko
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	

Раздел 4. Физико-химические закономерности технологических процессов. Сырье. Энергия, вода						
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	Ко
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		4	4	8	2	
Раздел 5. Важнейшие химические производства						
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 хлормagneйевого 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		4	6	8	5	Ко

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	
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 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-3	Описывает расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения Применяет знания протекания химических процессов при получении основных неорганических и органических веществ для планирования работ химической направленности Обработывает и интерпретирует полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач
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

6.2 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.	

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ 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 повышения 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.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

6.3.3 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)/моль R] в химико-технологическом процессе с химической реакцией: $aA + bB \rightarrow rR(MA, MB, MR, - \text{молярные массы компонентов})$.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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.

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 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
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лезова, С. П.	Химическая технология	Москва: Издательский Дом МИСиС	2020	http://www.iprbookshop.ru/106746.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

7.2 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/.

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows
Интернет-тренажеры в сфере образования

7.4 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