Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 15:57:20
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

Кафедра «Процессы и аппараты химической технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

Направление подготовки/специальность

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/специализация

Профиль «Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств»

Квалификация

Бакалавр

Формы обучения

очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент кафедры «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н., доцент /Ю.Г. Пикулин/

Согласовано:
Зав. кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н., /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 12
5. Материально-техническое обеспечение 14
6. Методические рекомендации 14
7. Фонд оценочных средств 16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель изучения дисциплины «Общая химическая технология» – развитие у будущих инженеров технологического и экологического мышления, необходимого при разработке, конструировании и эксплуатации химического оборудования, машин и аппаратов.

Инженер должен уметь проектировать, конструировать и эксплуатировать технологическое оборудование химической промышленности и смежных с ней отраслей, особенно оборудование для защиты окружающей среды. Грамотное выполнение этой работы невозможно без знания технологических особенностей протекающих процессов, закономерностей выбора технологического режима, методов рационального использования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, экологических принципов.

Изучение учебной дисциплины направлено на подготовку обучающихся к осуществлению деятельности в соответствии с профессиональными стандартами, приведёнными в Приложении к федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденному приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 г. N 680.

Обучение по дисциплине «Общая химическая технологи» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности. ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности на химических и нефтехимических производствах, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения по предотвращению, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения, и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях.
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и	ИОПК-1.1. Умеет применять естественнонаучные и химические знания при решении технологических задач и проблем в экологии. ИОПК-1.2. Умеет понимать природу и химические связи различных классов

свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	химических элементов, соединений и материалов и возможности их рационального использования. ИОПК-1.3. Умеет анализировать механизм химических реакций при проектировании технологических процессов и в решении экологических задач

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая химическая технология» (Б1.2.3) относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров.

Дисциплина связана со следующими дисциплинами ООП: «Промышленная экология», «Переработка отходов нефтехимических производств», «Процессы и аппараты химической технологии», «Безопасность жизнедеятельности», «Организация сбора и переработки отходов производства», «Процессы и аппараты переработки отходов», «Процессы и аппараты очистки сточных вод», «Монтаж и ремонт оборудования отрасли», «Процессы и аппараты защиты атмосферы».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часов.

3.1 Виды учебной работы и трудоёмкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа студента (СРС)**	**72**	72
	В том числе:		
2.1	Реферат		
2.2	Тестирование	+	+
2.3	Курсовой проект		
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачёт/диф. зачёт/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоёмкость, часы					
		Всего	Аудиторная работа				СРС
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	3-й семестр						
1	Тема 1. Введение. Химическая технология как наука.	8	2	2	-	-	4
2	Тема 2. Критерии эффективности технологических процессов.	8	2	2	-	-	4
3	Тема 3. Химический процесс на молекулярном уровне: использование физико-химических закономерностей.	8	2	2	-	-	4
4	Тема 4. Химический процесс на молекулярном уровне: использование кинетических закономерностей.	8	2	2	-	-	4
5	Тема 5. Химический процесс на макроуровне.	8	2	2	-	-	4
6	Тема 6. Модели изотермических реакторов.	8	2	2	-	-	4
7	Тема 7. Графическая интерпретация численных методов определения концентрации реагента на выходе из проточного реактора идеального смешения.	8	2	2	-	-	4
8	Тема 8. Реакторы с неидеальной структурой потока.	8	2	2	-	-	4
9	Тема 9. Реакторы с неидеальной структурой потока (продолжение).	8	2	2	-	-	4
10	Тема 10. Тепловые режимы химических реакторов.	8	2	2	-	-	4
11	Тема 11. Совместное решение системы уравнений материального и теплового балансов для стационарного адиабатического реактора идеального смешения. Тепловая устойчивость химических реакторов.	8	2	2	-	-	4
12	Тема 12. Оптимальный температурный режим проведения химических реакций.	8	2	2	-	-	4
13	Тема 13. Гетерогенные процессы.	6	2		-	-	4

	Области их протекания. Взаимодействие газ – твёрдое.						
14	Тема 14. Лимитирование гетерогенных процессов различными стадиями. Способы увеличения скоростей отдельных стадий.	6	2				4
15	Тема 15. Катализ. Гетерогенно-каталитические процессы.	6	2				4
16	Тема 16. Сырьё и энергия в промышленности. Виды, получение, очистка. Водоподготовка в промышленности. Очистка, умягчение.	8	2	2			4
17	Тема 17. Основные принципы организации малоотходных технологических процессов. Технология серной кислоты: стадии процесса, технологическая схема. *Материальный баланс процесса.* *Расчёт контактного аппарата для окисления диоксида серы.*	4 4 4	2	 2 2			2 2 2
18	Тема 18. Технология связанного азота. Получение азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Конверсия природного газа. Технологическая схема получения конвертированного газа для синтеза аммиака. Охрана окружающей среды. Приёмы энергосбережения. *Конверсия метана.* *Конверсия CO при подготовке азотоводородной смеси для синтеза аммиака.* *Производство аммиака.*	4 4 4 4	2	 2 2 2			2 2 2 2
Итого 3-й семестр		**72**	**36**	**36**	**-**	**-**	**72**
Всего		**144**	**36**	**36**	**-**	**-**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

3-й семестр

ЛЕКЦИИ

Тема 1. Введение. Химическая технология как наука. Предмет и содержание курса. Краткие сведения об истории развития. Основные понятия и определения. Химико-технологическая система (ХТС). Принципы создания ХТС. Химико-технологический процесс, его структура, технологический режим (2 часа).

Тема 2. Критерии эффективности технологических процессов: экономические, технологические, экологические. Классификация химических реакций. Основные понятия

и принципы системного подхода при исследовании и описании химических процессов (2 часа).

Тема 3. Химический процесс на молекулярном уровне: использование физико-химических закономерностей (стехиометрических, термодинамических) при моделировании химического процесса и выборе технологического режима (2 часа).

Тема 4. Химический процесс на молекулярном уровне: использование кинетических закономерностей при описании химического процесса и выборе технологического режима. Кинетика химических реакций. Зависимость скорости сложных химических реакций от концентраций реагентов и температуры (2 часа).

Тема 5. Химический процесс на макроуровне. Моделирование химического процесса. Структура математической модели химического реактора. Уравнение материального баланса для элементарного объёма химического реактора. Классификация химических реакторов и режимов их работы (2 часа).

Тема 6. Модели изотермических реакторов для проведения гомогенных процессов с идеальной структурой потока. Реактор идеального смешения. Проточный (непрерывный) реактор идеального смешения (РИС-Н). Реактор идеального смешения. Периодический реактор идеального смешения (РИС-П) (2 часа).

Тема 7. Графическая интерпретация численных методов определения концентрации реагента на выходе из проточного реактора идеального смешения. Реактор идеального вытеснения (РИВ). Анализ допущений модели. Уравнение материального баланса и расчеты на его основе. Сравнение моделей реакторов идеального смешения и идеального вытеснения по времени пребывания и выходу продукта (2 часа).

Тема 8. Реакторы с неидеальной структурой потока. Причины отклонения от идеальной структуры потока в реальных реакторах, способы учёта этих отклонений. Каскад реакторов идеального смешения (К-РИС-Н). Реакторы с неидеальной структурой потока. Ячеечная модель. Графический метод для ячеечной модели (2 часа).

Тема 9. Реакторы с неидеальной структурой потока (продолжение). Однопараметрическая диффузионная модель. Учёт теплопереноса в химических реакторах. Уравнение теплового баланса (2 часа).

Тема 10. Тепловые режимы химических реакторов. Уравнение теплового баланса для элементарного объёма. Режимы работы реактора: политропический, адиабатический и изотермический; - уравнение теплового баланса для каждого из режимов.

Тема 11. Совместное решение системы уравнений материального и теплового балансов для стационарного адиабатического реактора идеального смешения. Тепловая устойчивость химических реакторов (2 часа).

Тема 12. Оптимальный температурный режим проведения химических реакций. Тепловые процессы, сопровождаемые необратимой реакцией. Случай обратимой химической реакции A ↔ R. Оптимальный температурный режим. Линия оптимальных температур. Анализ способов приближения к линии оптимальных температур и их реализация (2 часа).

Тема 13. Гетерогенные процессы. Области их протекания. Взаимодействие газ – твёрдое. Кинетические модели взаимодействия газ – твёрдое. Константа скорости гетерогенного процесса (2 часа).

Тема 14. Лимитирование гетерогенных процессов различными стадиями. Способы увеличения скоростей отдельных стадий. Расчётные зависимости между

временем протекания гетерогенной реакции и степенью превращения твёрдого реагента. Способы определения лимитирующей стадии (2 часа).

Тема 15. Катализ. Гетерогенно-каталитические процессы. Свойства катализатора. Зависимость скорости химической реакции от концентраций реагентов и температуры. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Особенности кинетики гетерогенно-каталитических процессов. Аппаратурное оформление каталитических реакторов (2 часа).

Тема 16. Сырьё и энергия в промышленности. Виды, получение, очистка. Водоподготовка в промышленности. Очистка, умягчение. (2 часа).

Тема 17. Основные принципы организации малоотходных технологических процессов. Технология серной кислоты: стадии процесса, технологическая схема (2 часа).

Тема 18. Технология связанного азота. Получение азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Конверсия природного газа. Технологическая схема получения конвертированного газа для синтеза аммиака. Охрана окружающей среды. Приёмы энергосбережения.

Промежуточная аттестация (экзамен)

1. Химические реакторы как элементы химико-технологических.
2. Степень превращения, селективность и выход продукта, производительность, интенсивность – основные технологические критерии химического процесса.
3. Основные принципы и особенности моделирования. Уравнение материального баланса для элементарного объёма химического реактора.
4. Классификация химических реакторов и режимов их работы по различным признакам с целью облегчения моделирования и расчётов на основе полученных моделей.
5. Модель изотермического реактора идеального смешения для проведения гомогенного процесса.
6. Анализ допущений модели идеального смешения.
7. Разновидности режимов работы реактора идеального смешения.
8. Реактор идеального смешения периодического действия; уравнение материального баланса и расчёты на его основе.
9. Проточный реактор идеального смешения в стационарном режиме: уравнение материального баланса и расчёты на его основе.
10. Графическая интерпретация численных методов определения концентрации реагента на выходе из проточного реактора идеального смешения.
11. Модель изотермического реактора идеального вытеснения для проведения гомогенного процесса.
12. Анализ допущений модели идеального вытеснения.
13. Уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения и расчёты на его основе.
14. Сравнение моделей реакторов идеального смешения и идеального вытеснения; анализ их применимости к описанию процессов в реальных химических реакторах.
15. Сравнение технологической эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
16. Модели изотермических реакторов с неидеальной структурой потока для проведения гомогенных процессов.

17. Анализ причин отклонений от идеальной структуры потока в реальных проточных реакторах. Способы учёта этих отклонений в моделях реакторов с неидеальной структурой потока.
18. Понятие о параметре модели.
19. Ячеечная модель (каскад реакторов идеального смешения). Анализ допущений ячеечной модели, структура модели.
20. Методы расчёта на основе ячеечной модели.
21. Однопараметрическая диффузионная модель проточного реактора. Анализ допущений диффузионной модели. Уравнение материального баланса: анализ граничных условий, диффузионный критерий Пекле.
22. Распределение времени пребывания в реакторах непрерывного действия.
23. Функция распределения времени пребывания.
24. Экспериментальное изучение функций распределения времени пребывания для реакторов, описываемых моделями идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечной и диффузионной.
25. Учёт теплопереноса в химических реакторах.
26. Классификация режимов работы химических реакторов.
27. Уравнение теплового баланса.
28. Сырьё и энергия в химической промышленности.
29. Требования, предъявляемые к сырью.
30. Водоподготовка: стадии очистки воды, требования качества воды.
31. Основные стадии производства серной кислоты.
32. Оптимальный температурный режим проведения химической реакции окисления диоксида серы. Рекомендации по выбору температурного режима для обратимых экзотермических реакций.
33. Построение линии оптимальных температур для проведения обратимых экзотермических реакций.
34. Анализ способов приближения к линии оптимальных температур и их реализация.
35. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твёрдое вещество», например, при обжиге серного колчедана при производстве серной кислоты.
36. Многостадийность гетерогенных процессов.
37. Способы увеличения скорости химических реакций.
38. Оценка активности катализатора.
39. Способы очистки газа от диоксида углерода.
40. Очистки газа от оксидов азота.
41. Математическая модель каталитического реактора: структура уравнений, методы решения.
42. Основные типы реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ – твёрдое вещество».
43. Гетерогенно-каталитические процессы. Природа катализа. Основные виды катализа.
44. Основные типы реакторов для гетерогенно-каталитических процессов.
45. Основные принципы организации малоотходных технологических процессов.
46. Технология связанного азота. Отдельные стадии процесса синтеза аммиака. Физико-химические особенности и аппаратурное оформление.

3.4 Тематика практических и лабораторных занятий

3.4.1. Практические занятия

На практических занятиях по дисциплине осуществляется решение задач по конкретной тематике.

3-й семестр

1. Введение. Химическая технология как наука. Принципы создания ХТС. Структурные, принципиальные и технологические схемы.

2. Критерии эффективности технологических процессов. Технологические критерии эффективности: степень превращения, выход продукта, селективность, производительность, интенсивность.

3. Химический процесс на молекулярном уровне: использование физико-химических закономерностей. Равновесие химических реакций, расчёт равновесной степени превращения. Выражение констант равновесия через различные единицы измерения концентраций.

4. Химический процесс на молекулярном уровне: использование кинетических закономерностей. Расчёт скоростей химических реакций. Скорость сложных химических реакций: зависимость их от концентраций взаимодействующих веществ и от температуры.

5. Химический процесс на макроуровне. Периодический реактор идеального смешения и непрерывный реактор идеального смешения в изотермических условиях.

6. Модели изотермических реакторов. Решение задач на реактор идеального смешения: периодического действия и проточный реактор идеального смешения в стационарном режиме.

7. Графическая интерпретация численных методов определения концентрации реагента на выходе из проточного реактора идеального смешения. Решение задач на реактор идеального вытеснения. Решение задач на сравнение реакторов идеального смешения и идеального вытеснения по времени пребывания и выходу продукта.

8. Реакторы с неидеальной структурой потока. Каскад реакторов идеального смешения. Сравнение реакторов: РИС-Н, РИВ и К-РИС-Н.

9. Ячеечная модель. Уравнение теплового баланса непрерывного реактора идеального смешения при работе его в различных тепловых режимах.

10. Тепловые режимы химических реакторов Уравнение теплового баланса.

11. Совместное решение системы уравнений материального и теплового балансов для стационарного адиабатического реактора идеального смешения.

12. Оптимальный температурный режим проведения химических реакций.

13. Водоподготовка в промышленности.

14. Материальный баланс процесса.

15. Расчёт контактного аппарата для окисления диоксида серы.

16. Расчёт химического процесса в трубчатом реакторе – конверсия метана при получении газа для синтеза аммиака.

17. Конверсия СО при подготовке азотоводородной смеси для синтеза аммиака.

18. Производство аммиака. Схема и порядок расчёта аппаратуры.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов

Не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов". Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ.
Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.1.2002 N 7-ФЗ.
2. Положение о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.04 № 401 с изменениями на 29.05.2006 г.
3. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности (ПБ 03-246-98), с Изменением № 1 [ПБИ 03-490(246)-02]. Постановления Госгортехнадзора России от 06.11.98 № 64, от 01.08.02 г. № 48 (зарегистрированы Минюстом России 08.12.98 г., рег. № 1656; 23.08.02 г., рег. № 3720).
4. СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий":
URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf
5. ГОСТ Р 52104-2003 Ресурсосбережение. Термины и определения.
6. ГОСТ Р 51105-97 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин.
7. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный.

4.2 Основная литература

1. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология: Учебник для вузов. –М.: ИКЦ «Академкнига», 2003-2023. – 528 с.

2. Игнатенков, В.И. Общая химическая технология: примеры, задачи: учебное пособие для вузов / В.И. Игнатенков. – 2-е изд. – М.: Изд-во Юрайт, 2022. – 195 с. Текст: электронный // Образовательная платформа «Юрайт» — URL: https://urait.ru/book/obschaya-himicheskaya-tehnologiya-teoriya-primery-zadachi-489904

3. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы: учебное пособие /— Томск: Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/96108.html (дата обращения: 21.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / Закгейм А.Ю. — М.: Логос, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-98704-497-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/66419.html (дата обращения: 21.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Пикулин, Ю.Г. Ресурсо- и энергосбережение [Электронный ресурс]: учебник / Ю.Г. Пикулин. – Электрон. дан. и прогр. – Краснодар: Издательство «Новация» (ИП Кабанов В.Б.), 2022. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-00179-191-1, госрегистрация № 0322201911 (25.05.2022 г.) – экземпляр на кафедре.

2. Беренгартен, М.Г. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебник / М.Г. Беренгартен, Ю.Г. Пикулин. – Электрон. дан. и прогр. – Краснодар: Издательство «Новация» (ИП Кабанов В.Б.), 2021. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-00179-064-8, госрегистрация № 0322101438 (13.05.2021 г.) – экземпляр на кафедре.

3. Вязьмин А.В. Расчёты химико-технологических процессов: теория и практика [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Вязьмин, Ю.Г. Пикулин. – М.: МИРЭА-РТУ, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – экземпляр на кафедре.

4. Пикулин, Ю.Г. Технологические процессы и производства. Химическая промышленность [Электронный ресурс]: учебник / Ю.Г. Пикулин. – Электрон. дан. и прогр. – Краснодар: Издательство «Новация» (ИП Кабанова Ю.И.), 2020. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-907222-72-4, госрегистрация № 0322001096 (май 2020 г.) – экземпляр на кафедре.

5. Пикулин Ю.Г. Расчёты химико-технологических процессов: Учебное пособие / Ю.Г. Пикулин, Б.Б. Еремеев. – М.: МГУИЭ, 2006. – 128 с.

6. Химическая технология и основы промышленной экологии: Лабораторный практикум / Под ред. Т.И. Бондаревой, Ю.Г. Пикулина. – 4-е изд. испр. и доп. – М.: МГУИЭ, 2006. – 188 с. ISBN 5-9513-0099-1.

7. Смирнов Н.Н., Волжинский А.И., Плесовских В.А. Химические реакторы в примерах и задачах. С-Пб.: Химия, 1994. – экземпляр на кафедре.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Общая химическая технология:
   https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10639
2. Общая химическая технология. Часть 2:
   https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=11471

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс URL: https://www.consultant.ru/

2. Информационная сеть «Техэксперт»: URL: https://cntd.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где можно предусмотреть демонстрацию фильмов, видеосюжетов, презентаций, в том числе оснащёнными интерактивными досками.

Практические занятия с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории, преимущественно оснащёнными интерактивными досками. Оснащена столами, стульями, доской, может быть оснащена проектором, экраном.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно изложить студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать творческое мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение им необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, практические занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком её изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, её практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по дисциплине необходимо продумать план их проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части каждой лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть её практическое значение. В последующих лекциях необходимо увязать её тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах,

особенностях их протекания. Раскрыть сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, её содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на практических занятиях с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учёта посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ,
- активное участие в практических занятиях при решении расчётных задач, рассмотрении вопросов, связанных с комбинированием оборудования при создании технологических схем, с реализацией технологических приёмов при создании энерготехнологических схем,
- подготовка и выполнение тестирования с использованием образовательного портала университета,
- написание реферата по предложенной теме и/или подготовка доклада с презентацией по выбранной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно в полной мере учесть обстоятельства своей работы, правильно расставлять приоритеты, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы, по возможности, было постоянным. Работа на привычном месте делает её более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Необходимо соблюдать расписание: время начала и окончания каждой пары занятий, не занимать перемены между занятиями. Выходные дни необходимо посвящать активному отдыху, занятиям спортом, прогулкам на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень возможных видов работы и форма отчётности представлены в таблице.

Перечень возможных видов работы, выполняемой в течение семестра по дисциплине «Общая химическая технология»:

Вид работы	Форма отчётности и текущего контроля
Практические работы	Оформленные выполненные практические работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Контрольные работы	Контрольные работы предназначены для оценки самостоятельного решения студентами задач, аналогичных рассмотренным на практических занятиях.
Реферат	Представить реферат в форме доклада по выбранной теме с оценкой преподавателя по результатам представления реферата в форме презентации и на бумажном носителе (по выбору преподавателя).
Тестирование	Положительная оценка преподавателя, если результат тестирования по шкале составляет 60 % и более.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания реферата (при применении данного вида контроля)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите реферата, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Хорошо	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены небольшие недочёты, на дополнительные вопросы при защите даны неполные или неверные ответы.
Удовлетворительно	Имеются существенные отступления от требований к реферату.
Неудовлетворительно	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования на платформе СДО Московского Политеха оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 88 % до 100 %
хорошо	от 75 % до 87 %
удовлетворительно	от 60 % до 74 %
неудовлетворительно	менее 60 % правильных ответов

7.2.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Отлично	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе	ИОПК-3.1. Умеет осуществлять поиск и анализ нормативных актов в области обеспечения безопасности ИОПК-3.2. Умеет применять требования нормативных актов при осуществлении профессиональной деятельности

	возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	
Хорошо	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности, но допускает незначительные ошибки ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, но с трудом ориентируется в актуальных проблемах ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях, но допускает незначительные ошибки	ИОПК-3.1. Умеет осуществлять поиск и анализ нормативных актов в области обеспечения безопасности, но допускает незначительные ошибки ИОПК-3.2. Умеет применять требования нормативных актов при осуществлении профессиональной деятельности, но с трудом ориентируется в новых нормативно-правовых актах
Удовлетворительно	ИУК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности, но не владеет методами идентификации факторов вредного влияния ИУК-8.2. Частично понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, допускает грубые ошибки ИУК-8.3. С трудом разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных	ИОПК-3.1. С трудом умеет осуществлять поиск и анализ нормативных актов в области обеспечения безопасности ИОПК-3.2. Умеет применять требования нормативных актов при осуществлении профессиональной деятельности, но плохо ориентируется в обновленных нормативных актах

	ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях частично, с ошибками	
Неудовлетворительно	ИУК-8.1. Не умеет анализировать и идентифицировать факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Не понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Не может разъяснять правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, не описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	ИОПК-3.1. Не умеет осуществлять поиск и анализ нормативных актов в области обеспечения безопасности ИОПК-3.2. Не умеет применять требования нормативных актов при осуществлении профессиональной деятельности

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Примеры тестовых заданий:

1. Что необходимо изменить и как для увеличения равновесной степени превращения реагента А при проведении обратимой экзотермической химической реакции A + B <=> R в газовой фазе?

+ повысить концентрацию реагента А
+ понизить температуру
+ повысить давление
~ повысить температуру
~ понизить давление
+ понизить концентрацию R
~ применить катализатор

2. Малоотходным является такое производство, при котором:

+вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами

~предотвращаются процессы, загрязняющие окружающую среду, путём рационального использования сырья и энергии
~предварительно проходят подготовку сырьё и топливо, что улучшает и удешевляет технологический процесс
~не образуется отходов
+образующиеся отходы подвергаются утилизации

3. Перечислите виды критериев эффективности.
+технологические
+экономические
+экологические
~вспомогательные
~образцовые
~показательные

4. Для реакции A <=> R величина константы равновесия имеет размерность...
~величина, обратная времени
+безразмерная
~объём делённый на время

5. Какой моделью становится ячеечная модель при увеличении количества ячеек в ней до бесконечности?
~РИС-Н
~РИС-П
+РИВ
~ОДМ

Темы рефератов (при использовании данного вида контроля):

1. Расчёт объёма катализатора для реактора синтеза аммиака.
2. Оптимизация процесса в колонне синтеза аммиака.
3. Экологическая безопасность производства …
4. Создание энерготехнологических производств.
5. Охрана окружающей среды в конкретном производстве.
6. Определение качества воды.
7. Очистка сточных вод конкретного производства.
8. Ресурсосбережение.
9. Энергоэффективность.
10. Энергоэффективное оборудование.
11. Мониторинг энергопотребления.
12. Рециклинг в производстве.
13. Повторное использование материалов.
14. Вторичные ресурсы в промышленности.
15. Загрязнения, поступающие в окружающую среду в ходе эксплуатации производств.
16. Утилизация промышленных отходов.

И др.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Общая химическая технология»:

1. Химические реакторы как элементы химико-технологических схем.
2. Степень превращения, селективность и выход продукта, производительность, интенсивность – основные технологические критерии химического процесса.
3. Основные принципы и особенности моделирования. Уравнение материального баланса для элементарного объёма химического реактора.
4. Классификация химических реакторов и режимов их работы по различным признакам с целью облегчения моделирования и расчётов на основе полученных моделей.
5. Модель изотермического реактора идеального смешения для проведения гомогенного процесса.
6. Анализ допущений модели идеального смешения.
7. Разновидности режимов работы реактора идеального смешения.
8. Реактор идеального смешения периодического действия; уравнение материального баланса и расчёты на его основе.
9. Проточный реактор идеального смешения в стационарном режиме: уравнение материального баланса и расчёты на его основе.
10. Графическая интерпретация численных методов определения концентрации реагента на выходе из проточного реактора идеального смешения.
11. Модель изотермического реактора идеального вытеснения для проведения гомогенного процесса.
12. Анализ допущений модели идеального вытеснения.
13. Уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения и расчёты на его основе.
14. Сравнение моделей реакторов идеального смешения и идеального вытеснения; анализ их применимости к описанию процессов в реальных химических реакторах.
15. Сравнение технологической эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
16. Модели изотермических реакторов с неидеальной структурой потока для проведения гомогенных процессов.
17. Анализ причин отклонений от идеальной структуры потока в реальных проточных реакторах. Способы учёта этих отклонений в моделях реакторов с неидеальной структурой потока.
18. Понятие о параметре модели.
19. Ячеечная модель (каскад реакторов идеального смешения). Анализ допущений ячеечной модели, структура модели.
20. Методы расчёта на основе ячеечной модели.
21. Однопараметрическая диффузионная модель проточного реактора. Анализ допущений диффузионной модели. Уравнение материального баланса: анализ граничных условий, диффузионный критерий Пекле.
22. Распределение времени пребывания в реакторах непрерывного действия.
23. Функция распределения времени пребывания.
24. Экспериментальное изучение функций распределения времени пребывания для реакторов, описываемых моделями идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечной и диффузионной.
25. Учёт теплопереноса в химических реакторах.
26. Классификация режимов работы химических реакторов.
27. Уравнение теплового баланса.
28. Основные стадии производства серной кислоты.
29. Оптимальный температурный режим проведения химической реакции окисления диоксида серы. Рекомендации по выбору температурного режима для обратимых экзотермических реакций.

30. Построение линии оптимальных температур для проведения обратимых экзотермических реакций.
31. Анализ способов приближения к линии оптимальных температур и их реализация.
32. Гетерогенные некаталитические процессы в системе «газ – твёрдое вещество», например при обжиге серного колчедана при производстве серной кислоты.
33. Многостадийность гетерогенных процессов.
34. Скорость гетерогенного процесса. Константа скорости гетерогенного процесса.
35. Способы увеличения скорости химических реакций.
36. Оценка активности катализатора.
37. Способы очистки газа от диоксида углерода.
38. Очистка газа от оксидов азота.
39. Математическая модель каталитического реактора: структура уравнений, методы решения.
40. Основные типы реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ – твёрдое вещество».
41. Гетерогенно-каталитические процессы. Природа катализа. Основные виды катализа.
42. Основные типы реакторов для гетерогенно-каталитических процессов.
43. Основные принципы организации малоотходных технологических процессов.
44. Каталитическое окисление диоксида серы в производстве серной кислоты. Способы приближения к линии оптимальных температур.
45. Технология связанного азота. Отдельные стадии процесса синтеза аммиака. Физико-химические особенности и аппаратурное оформление.