



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3, 4
Семестр	6, 7

Магнитогорск
2023 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий
08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  М.В.Шубина

Рецензент:
доцент кафедры Химии, канд. техн. наук  Л.Г.Коляда

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- формирование у студентов базовых знаний о массообменных процессах и аппаратах химической технологии с применением математических, физических, физико-химических и химических методов для решения задач профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Массообменные процессы химической технологии входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химическая технология топлива и углеродных материалов

Процессы и аппараты химической технологии

Техническая термодинамика и теплотехника

Химические реакторы

Органическая химия

Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов

Общая химическая технология

Физическая химия

Математика

Общая и неорганическая химия

Физика

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Извлечение и переработка химических продуктов коксования

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Химическая технология топлива и углеродных материалов

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Массообменные процессы химической технологии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.1	Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.2	Выбирает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 109,15 акад. часов;
- аудиторная – 105 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 53,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 17,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Основы массоотдачи и массопередачи. Подобие процессов переноса массы. Расчет размеров массообменных	6	5			7	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос – беседа по литературным источникам	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		5			7			
2. Раздел 2								
2.1 Абсорбция газов жидкостями. Конструкции абсорбционных аппаратов. Перегонка жидкостей. Ректификация бинарных смесей. Схемы перегонных установок и конструкции ректификационных колонн	6	4	18		10	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 1, №2; подготовка к защите лабораторной работы № 1, №2	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 1, №2	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		4	18		10			
3. Раздел 3								
3.1 Экстракция в системах жидкость-жидкость. Экстракторы	6	4	8		9	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 3; подготовка к защите лабораторной работы № 3	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 3	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		4	8		9			
4. Раздел 4								

4.1 Сушка, основные положения теории тепловой сушки	6	4	8		10,15	Самостоятельное изучение учебной литературы; оформление Лабораторной работы № 4; подготовка к защите лабораторной работы № 4	Устный опрос, сдача Лабораторной работы № 4	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		4	8		10,15			
Итого за семестр		17	34		36,15		экзамен	
5. Раздел 5								
5.1 Расчёт параметров процессов абсорбции газов в жидкостях	7	3		6	3	Самостоятельное изучение учебной литературы выполнение РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		3		6	3			
6. Раздел 6								
6.1 Расчёт параметров процессов экстракции и сушки	7	7		6	7	Самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		7		6	7			
7. Раздел 7								
7.1 Расчёт параметров процесса ректификации бинарных смесей	7	8		24	7	Самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение РГР	Устный опрос, контроль выполнения РГР, защита РГР	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		8		24	7			
Итого за семестр		18		36	17		зачёт	
Итого по дисциплине		35	34	36	53,15		экзамен, зачет	

5 Образовательные технологии

1) Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий:

- Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

- На практическом занятии семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

- Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

- Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2) Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды. Формы учебных занятий:

- Семинар-дискуссия (на практических занятиях и лабораторных работах) – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

3) Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Формы учебных занятий:

- Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

- Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Физико-химические основы процессов тепломассообмена: Учебное пособие / Архипов В.А. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199

с.: ISBN 978-5-4387-0539-0 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/673007> .

2. Основы массообмена с участием твердой фазы [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В.Шубина, Е.С.Махоткина. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2022. – 71 с. – Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4575.pdf&show=dcatalogues/1/1551556/4575.pdf&view=true> . – Загл. с титул. экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: Учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009258-4 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/429195> .

2. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - Москва : Альфа-М, 2010. - 382 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-174-5 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/document?id=2776> .

3. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса: монография / Гершанов В.Ю., Гармашов С.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. - 114 с. ISBN 978-5-9275-1232-4 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/552325> .

4. Теоретические основы теплотехники/Ляшков В. И. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-85-8 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/496993> .

в) Методические указания:

1. Изучение процесса перегонки с водяным паром. Методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» для студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Магнитогорск, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2019, 8 с.

2. Определение числа единиц переноса в процессе ректификации бинарной смеси. Методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» для студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Магнитогорск, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2019, 14 с.

3. Определение коэффициента распределения при экстракции в жидкостях. Методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» для студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Магнитогорск, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2019, 10 с.

4. Кинетика процесса сушки твердых материалов. Методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» для студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология». Магнитогорск, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2019, 10 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR	свободно	бессрочно
-----	----------	-----------

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ: химические лаборатории. Оснащение: Химические реактивы, Химическая посуда, Лабораторное оборудование, Таблица «Периодическая система химических элементов», Плакаты по темам рабочей программы.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий, Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к устным опросам – беседам по литературным источникам и индивидуальным заданиям по различным расчётам на практических занятиях и лабораторных работах.

Примерный перечень вопросов для устных опросов – бесед по темам (зачета и экзамена)

- Конструкция абсорберов
- Конструкция колонных аппаратов; схемы перегонки и ректификации
- Конструкция экстракторов
- Конструкция сушилок
- Основные закономерности мембранных процессов
- Расчёт параметров процессов абсорбции газов в жидкостях
- Расчёт параметров процесса ректификации бинарных смесей

1. Поверхностные или пленочные абсорберы
2. Насадочные абсорберы
3. Барботажные или тарельчатые абсорберы
4. Распыливающий абсорбер
5. Схемы абсорбционных установок
6. Простая перегонка
7. Фракционная перегонка
8. Простая перегонка с дефлегмацией
9. Перегонка с водяным паром
10. Ректификация
11. Расчет и анализ работы ректификационной колонны
12. Уравнения рабочих линий
13. Минимальное флегмовое число
14. Оптимальное флегмовое число
15. Определение числа рабочих тарелок
16. Тепловой баланс ректификационной колонны
17. Физические основы процесса экстракции
18. Равновесие в бинарных системах
19. Равновесие в трехфазных системах
20. Методы экстракции
21. Одноступенчатая экстракция
22. Многоступенчатая экстракция при перекрестном токе
23. Многоступенчатая противоточная экстракция
24. Изображение многоступенчатой противоточной экстракции на треугольной диаграмме
25. Устройство экстракционных аппаратов
26. Свойства влажного воздуха
27. Определение удельного расхода воздуха и тепла по I – x диаграмме
28. Статика сушки
29. Кинетика сушки. Кривая сушки
30. Материальный баланс установки
31. Устройство сушилок
32. Камерные сушилки
33. Туннельные сушилки

34. Ленточные сушилки
35. Петлевые сушилки
36. Барабанные сушилки
37. Сушилки с кипящим (псевдооживленным) слоем
38. Распылительные сушилки
39. Пневматические сушилки
40. Вакуум-сушильные шкафы
41. Гребковые вакуум-сушилки
42. Вальцовые сушилки
43. Терморadiационные сушилки
44. Высокочастотные (диэлектрические) сушилки
45. Сублимационные сушилки
46. Физические основы процесса абсорбции
47. Материальный баланс и расход абсорбента
48. Тепловой баланс установки
49. Скорость процесса абсорбции

Темы лабораторных работ:

1. Изучение процесса перегонки с водяным паром.
2. Определение числа единиц переноса в процессе ректификации бинарной смеси.
3. Определение коэффициента распределения при экстракции в жидкостях.
4. Кинетика процесса сушки твердых материалов.

Примерные задания по темам практических занятий по расчету параметров тарельчатой ректификационной колонны для разделения бинарной смеси:

1. Расчёт минимального и оптимального флегмового числа.
2. Расчёт диаметра колонны.
3. Расчёт кинетики процесса массообмена и определение числа единиц переноса.
4. Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок.
5. Расчёт гидравлического сопротивления колонны.

1. Расчёт минимального и оптимального флегмового числа: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

2. Расчёт диаметра колонны: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

3. Расчёт кинетики процесса массообмена и определение числа единиц переноса: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

4. Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

5. Расчёт гидравлического сопротивления колонны: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

Примерное задание на Расчетно-графическую работу (РГР):

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.И. НОСОВА»

Кафедра металлургии и химических технологий

ЗАДАНИЕ НА РГР
по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии»

Тема: «Расчёт тарельчатой ректификационной колонны»

Студенту

Цель работы:

Расчет и выбор тарельчатой ректификационной колонны для разделения бинарной смеси.

Исходные данные:

Смесь: *сероуглерод - ацетон*

Производительность

установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч

Составы жидкости, масс. доли НКК:

исходной смеси $x_F = 0,28$

дистиллята $x_D = 0,94$

кубового остатка $x_W = 0,015$

Давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа

Срок сдачи: «___» _____ 20__ г.

Руководитель: _____ / доцент, к.т.н. Шубина М.В. /

Задание получил: _____ / студент гр. _____ /

Магнитогорск, 20__

Перечень рекомендуемой литературы для выполнения РГР:

1. **Павлов К.Ф.**, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст]. Учебное пособие для вузов /Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. . -М., Логос, 2006, 575 с. . (Учебники для вузов. Спец. Литература) - ISBN 5-7718-0224-9
2. **Паникаров И.И.** Расчёты машин и аппаратов химических производств и нефтепереработки (примеры и задачи) [Текст].: Учеб. пособие для вузов./ Паникаров И.И., Рачковский С.В., Поникаров С.И. - М.: Альфа-М. – 2008. – 270 с. (Учебники для вузов. Спец. Литература) - ISBN

РГР выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении РГР обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем РГР. Обучающийся самостоятельно выбирает тему РГР. Совпадение тем РГР у студентов одной учебной группы не допускается.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по РГР и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания РГР обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

РГР должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Пример задания на РГР представлен в данном разделе выше.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме зачета и экзамена.

Данный раздел состоит из двух пунктов:

- а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.
- б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2 – Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности		
ОПК-2.1	Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поверхностные или пленочные абсорберы 2. Насадочные абсорберы 3. Схемы абсорбционных установок 4. Простая перегонка 5. Фракционная перегонка 6. Простая перегонка с дефлегмацией 7. Перегонка с водяным паром 8. Ректификация 9. Расчет и анализ работы ректификационной колонны 10. Уравнения рабочих линий 11. Тепловой баланс ректификационной колонны 12. Физические основы процесса экстракции 13. Равновесие в бинарных системах 14. Методы экстракции 15. Устройство экстракционных аппаратов

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. Определение удельного расхода воздуха и тепла по I – x диаграмме</p> <p>17. Статика сушки</p> <p>18. Кинетика сушки. Кривая сушки</p> <p>19. Материальный баланс установки</p> <p>20. Устройство сушилок</p> <p>21. Физические основы процесса абсорбции</p> <p>22. Материальный баланс и расход абсорбента</p> <p>23. Тепловой баланс установки</p> <p>24. Скорость процесса абсорбции</p> <p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Расчёт минимального и оптимального флегмового числа: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p> <p>2. Расчёт диаметра колонны: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p> <p>3. Расчёт кинетики процесса массообмена и определение числа единиц переноса: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p> <p>4. Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>5. Расчёт гидравлического сопротивления колонны: смесь сероуглерод – ацетон; производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч; составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$, дистиллята $x_P = 0,94$, кубового остатка $x_W = 0,015$; давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p>
ОПК-2.2	Выбирает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p><i>Примерное задание на РГР:</i> <i>Тема: «Расчёт тарельчатой ректификационной колонны»</i> <i>Цель работы:</i> Расчет и выбор тарельчатой ректификационной колонны для разделения бинарной смеси. <i>Исходные данные:</i> Смесь: сероуглерод - ацетон Производительность установки по исходной смеси $F = 84100$ кг/ч Составы жидкости, масс.доли НКК: исходной смеси $x_F = 0,28$ дистиллята $x_P = 0,94$ кубового остатка $x_W = 0,015$ Давление в колонне (среднее) $0,1$ МПа</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- для получения **«зачтено»** по дисциплине обучающийся должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

- для получения **«незачтено»** по дисциплине обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.