

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 21.08.2025 15:12:55  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Массообменные процессы химической технологии

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 5
аудиторные занятия	68	курсовая работа 5
самостоятельная работа	49	
часов на контроль	27	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	49	49	49	49
В том числе сам. работа в рамках ФОС		28		
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Алексеев Д.И.*

Рабочая программа

**Массообменные процессы химической технологии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 02.04.2021 г. № 119о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01\_24\_ХимТехнология\_ПрПЭиУМ.plx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2023, протокол № 49

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 30.11.2023, протокол № 49

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 13.03.2024 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н. Швалёва А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Систематизация знаний по основам технологических процессов химических производств, выработка умения и навыков расчёта массообменных аппаратов, развитие у студентов способности к самостоятельному поиску, анализу и усвоению знаний о химико-технологических процессах.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Информатика	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Теория вероятностей и математическая статистика	
2.1.4	Физика	
2.1.5	Химия	
2.1.6	Физическая химия	
2.1.7	Органическая химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Химическая технология топлива и углеродных материалов	
2.2.2	Системы управления химико-технологическими процессами	
2.2.3	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.4	Коксование углей	
2.2.5	Менеджмент безопасности труда и здоровья	
2.2.6	Технология глубокой переработки нефти	
2.2.7	Извлечение и переработка химических продуктов коксования	
2.2.8	Технология промышленной подготовки и переработки нефти и газа	
2.2.9	Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов	
2.2.10	Физико-химические основы нефтяных дисперсных систем	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Производственная практика	
2.2.13	Курсовая научно-исследовательская работа	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-2: Способен выполнять теоретические расчеты и экспериментальные работы в области химического производства, опираясь на последние достижения науки с применением наилучших доступных цифровых технологий</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	теоретические представления процесса массообмена, тепломассообмена, факторы и физические параметры, влияющие на процесс
ПК-2-32	основные положения организации инженерных расчётов
<b>ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31	основные типы и конструкции ректификационного, абсорбционного, экстракционного и сушильного оборудования
ПК-4-32	достоинства и недостатки основных типов и конструкций ректификационного, абсорбционного, экстракционного и сушильного оборудования
ПК-4-33	основные узлы и рабочие элементы массообменного оборудования
<b>ПК-2: Способен выполнять теоретические расчеты и экспериментальные работы в области химического производства, опираясь на последние достижения науки с применением наилучших доступных цифровых технологий</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1	использовать справочную и научную литературу для нахождения справочных параметров, которые требуются

для расчёта процесса массообмена
ПК-2-У2 организовать процесс расчёта в табличном процессоре, обеспечить универсальность расчётов, адаптивность к новым вводным в задаче
<b>ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 предложить конкретное оборудование, исходя из требуемых параметров массообменного процесса и минимизации капитальных вложений в массообменное оборудование
<b>ПК-2: Способен выполнять теоретические расчеты и экспериментальные работы в области химического производства, опираясь на последние достижения науки с применением наилучших доступных цифровых технологий</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками расчёта процесса ректификации, абсорбции, экстракции, сушки
<b>ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 навыками оценки эффективности работы массообменного оборудования, исходя из входных и выходных параметров работы оборудования.
ПК-4-В2 навыками выбора массообменного оборудования при проектировании и реконструкции, исходя из наилучших доступных технологий

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Расчёт ректификации бинарных смесей</b>							
1.1	Расчёт ректификации бинарных смесей /Лек/	5	10	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.6 Л2.7Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.2	Расчёт ректификации бинарных смесей /Пр/	5	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.1 Л2.6 Э1 Э2 Э3			Р1
1.3	Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок /Пр/	5	7	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3			
1.4	Расчёт гидравлического сопротивления колонны /Пр/	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.5	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе.Расчёт кинетической кривой и определение действительного числа тарелок /Ср/	5	0,25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.6	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Расчёт гидравлического сопротивления колонны /Ср/	5	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.6Л2.6Л3.2 Э1 Э2 Э3			

	<b>Раздел 2. Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях</b>							
2.1	Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях /Лек/	5	10	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3			
2.2	Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях /Пр/	5	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.3	Расчёт процессов абсорбции газов в жидкостях /Пр/	5	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.5 Э1 Э2 Э3			
2.4	Самостоятельное изучение учебного материала в в электронном курсе. Расчёт минимального флегмового числа /Ср/	5	0,25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.5	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Расчёт диаметра колонны /Ср/	5	0,25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3			
2.6	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе.Расчёт кинетики процесса массообмена и определение числа единиц переноса /Ср/	5	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.7	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Конструкция колонных аппаратов Конструкция экстракторов Схемы абсорбционных установок Схемы установок по перегонке и ректификации /Ср/	5	0,25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Сушка твердых материалов</b>							
3.1	Теория сушки твердых материалов /Лек/	5	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-33 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.1 Л1.6Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3			
3.2	Расчет процесса сушки по диаграмме Рамзина /Пр/	5	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3			
3.3	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Расчет процесса сушки воздухом с рециркуляцией и без рециркуляции сушильного агента /Ср/	5	0,5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.2 Л2.6 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Экстракция в системах жидкость-жидкость. Экстракторы.</b>							

4.1	Схемы перегонных установок и конструкции ректификационных колонн /Пр/	5	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3			Р2
4.2	Экстракция в системах жидкость-жидкость. Экстракторы. /Лек/	5	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.5 Л2.8 Э1 Э2 Э3			
4.3	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Экстракция в системах жидкость - жидкость. Экстракторы /Ср/	5	0,5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.6Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3		КМ2	
<b>Раздел 5. Мембранные процессы в химической технологии</b>								
5.1	Мембранные процессы в химической технологии /Лек/	5	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.6Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3			
5.2	Самостоятельное изучение учебного материала в электронном курсе. Мембранные процессы в химической технологии /Ср/	5	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Э1 Э2 Э3			
<b>Раздел 6. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>								
6.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	5	7				КМ1	
6.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	5	21					

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2	Вопросы к экзамену по дисциплине «Массообменные процессы химической технологии» 1. Основные понятия и определения массообменных процессов; 2. Классификация массообменных процессов; 3. Фазовые равновесия; 4. Фазовые переходы; 5. Равновесие жидкость-пар для бинарной смеси. Диаграмма фазового равновесия. 6. Равновесие жидкость-пар для тройной смеси. Диаграмма фазового равновесия. 7. Фазовые равновесия газ-твердое тело, жидкость-твердое тело; 8. Движущая сила массообмена; 9. Законы молекулярной диффузии; 10. Законы конвективной диффузии; 11. Модели массопереноса; 12. Законы массопереноса при участии твердого тела; 13. Основное уравнение массопереноса; 14. Дифференциальное уравнение массопереноса; 15. Подобие в массообменных процессах; 16. Получение критериев подобия преобразованием дифференциальных уравнений; 17. Основные понятия и определения процесса абсорбции и адсорбции; 18. Равновесия в процессах абсорбции и адсорбции; 19. Кинетика в процессах абсорбции и адсорбции; 20. Материальный и тепловой баланс в процессах абсорбции и адсорбции; 21. Абсорбция и адсорбция в многокомпонентных смесях; 22. Закономерности десорбции; 23. Особенности ионного обмена; 24. Регенерация адсорбентов и ионитов; 25. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации; 26. Равновесия в системе «жидкость-пар»; 27. Материальный и тепловой баланс в процессах перегонки и ректификации; 28. Молекулярная дистилляция; 29. Основные определения и понятия процесса жидкостной экстракции; 30. Равновесие в системе «жидкость-жидкость»; 31. Материальный и тепловой баланс жидкостной экстракции; 32. Кинетика жидкостной экстракции; 33. Основные схемы экстракции; 34. Экстрагирование двумя растворителями; 35. Регенерация экстрагентов; 36. Основные закономерности процесса растворения; 37. Основные закономерности процесса кристаллизации; 38. Основные закономерности процесса экстракции (выщелачивания); 39. Основные понятия и определения процесса сушки; 40. Физическая сущность процесса сушки; 41. Кинетика сушки; 42. Материальный и тепловой баланс процесса сушки; 43. Основные понятия и определения мембранных процессов; 44. Классификация мембранных процессов; 45. Регенерация мембран.
-----	---------	---	---

КМ2	Тест (при необходимости промежуточного контроля, не используется в качестве экзамена)	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<p>1. К какому процессу относится переход компонента из одной фазы в другую?</p> <p>А) Гидравлическим  Б) Механическим  В) Массообменным  Г) теплообменным</p> <p>2. В какую фазу происходит переход при процессе десорбции?</p> <p>А) Твердую  Б) Паровую  В) Жидкую  Г) Твердую и жидкую</p> <p>3. Как называется часть дистиллята, возвращаемая на орошение в ректификационную колонну?</p> <p>А) Кубовый остаток  Б) Флегма  В) Сырье  Г) Дистиллят</p> <p>4. От чего зависит процесс перехода компонента из одной фазы в другую?</p> <p>А) Только от температуры  Б) Только от концентрации  В) Только от давления  Г) От поверхности соприкосновения фаз и разности концентраций компонентов в фазе</p> <p>5. Уравнение материального баланса ректификации:</p> <p>А) <math>G = P (R + 1)</math>  Б) <math>L = F + \Phi</math>  В) <math>G = \Phi + P</math>  Г) <math>F = P + W</math></p> <p>6. Как изменяется температура в колонне с низа вверх?</p> <p>А) Повышается  Б) Не изменяется  В) Понижается  Г) Скачкообразно</p> <p>7. Из чего состоит колпачковая тарелка?</p> <p>А) Переточных трубок, паров, диска  Б) Перфорированного диска и клапанов  В) Штуцеров, клапанов, колпачков  Г) Диска, колпачков, переточных трубок и паровых патрубков</p> <p>8. Чем насыщаются пары в колонне?</p> <p>А) Низкокипящим компонентом  Б) Высококипящим компонентом  В) Флегмой  Г) Средней концентрацией</p> <p>9. Уравнение первого закона Фика:</p> <p>А) <math>M = -D \cdot F \cdot \tau</math>  Б) <math>dM = D \cdot \partial c / \partial n \cdot d\tau</math>  В) <math>dM = \beta \cdot dF \cdot d\tau \cdot \Delta c</math>  Г) <math>dM = -D \cdot \partial c / \partial n \cdot dF \cdot d\tau</math></p> <p>10. Уравнение закона конвективной диффузии:</p> <p>А) <math>dM = dF \cdot d\tau</math>  Б) <math>dM = D \cdot \partial c / \partial n \cdot d\tau</math>  В) <math>dM = \beta \cdot dF \cdot d\tau \cdot \Delta c</math>  Г) <math>M = -D \cdot F \cdot \tau</math></p> <p>11. Основное уравнение массопередачи:</p> <p>А) <math>dM = K \cdot dF \cdot d\tau \cdot D</math>  Б) <math>dM = \beta \cdot dF \cdot d\tau \cdot \Delta c</math>  В) <math>dM = -D \cdot \partial c / \partial n \cdot dF \cdot d\tau</math>  Г) <math>M = -D \cdot F \cdot \tau</math></p> <p>12. Определить количество дистиллята, при разделении смеси бензол-толуол, если поступает 5,7 т/ч исходной смеси, количество кубового остатка 0,7 кг/с.</p> <p>А) 2,5 кг/с  Б) 0,88 кг/с  В) 5 т/ч  Г) 400 кг/с</p> <p>13. Что создаёт насадка в колонне?</p> <p>А) Спокойное течение жидкости</p>
-----	---	---	--

			<p>Б) Режим подвисяния  В) Молекулярную диффузию  Г) Увеличенную поверхность для контакта фаз</p> <p>14. Как называется процесс сушки, при котором происходит удаление влаги из твердого влажного материала при непосредственном соприкосновении сушильного агента с материалом?  А) Конвективный  Б) Контактный  В) Радиационный  Г) Диэлектрический</p> <p>15. Рассчитать количество поглощенного аммиака из газовой фазы жидкостью, если начальная концентрация аммиака в газе (<math>У_n</math>) 15% массовых долей, конечная (<math>У_k</math>) 5% массовых долей. На абсорбцию поступает 1,5 т/ч газа.  А) 33 кг/с  Б) 0,042 кг/с  В) 450 кг/с  Г) 0,4 кг/с</p> <p>16. По какой формуле рассчитывается диаметр аппарата колонного типа?  А) <math>D_k = \sqrt{S/0,785}</math>  Б) <math>D_k = \sqrt{(4 \cdot G) / (\pi \cdot \omega \cdot \rho)}</math>  В) <math>D_k = \sqrt{(Re \cdot \mu_{г}) / (\omega_{г} \cdot \rho_{г})}</math>  Г) <math>D_k = \sqrt{(Re \cdot \mu_{г}) / W}</math></p> <p>17. Как называется избирательное поглощение компонента из газовой фазы жидким абсорбентом?  А) Экстракция  Б) Адсорбция  В) Абсорбция  Г) Сушка</p> <p>18. Что предусмотрено для предотвращения смещения клапана на клапанной тарелке?  А) Ограничитель подъём клапана  Б) Регулятор движения  В) Высокое давление стекающей жидкости  Г) Клапан не поднимается и не смещается</p> <p>19. Что такое ректификация?  А) Поглощение паров твердым поглотителем  Б) Растворение жидкости в жидкости  В) Пропускание суспензии через фильтрующую перегородку  Г) Разделение смеси в результате многократного испарения</p> <p>20. Как называется процесс выделения растворенного вещества из раствора при охлаждении?  А) Растворение  Б) Кристаллизация  В) Фильтрование  Г) Центрифугирование</p> <p>21. Что характеризует фазовое равновесие массообменных процессов?  А) Равенство скоростей перехода компонентов из одной фазы в другую  Б) Равенство концентраций компонентов в фазах  В) Равенство температур  Г) Равенство давлений</p> <p>22. Рассчитать количество подаваемой флегмы в колонну на орошение, если рабочее флегмовое число 3,4, а количество отводимого дистиллята 6,5 кг/с.  А) 200 кг/ч  Б) 5 т/ч  В) 2 кг/с  Г) 2,5 кг/с</p> <p>23. Что не относится к насадкам, используемых в ректификационной колонне?  А) Кольца Рашига  Б) Седла Берля  В) Клапанные тарелки  Г) Всё из перечисленного</p>
--	--	--	--

			<p>24. Как называется влага, заполняющая макро- и микрокапилляры, которая может быть удалена не только при сушке, но и при механических воздействиях?</p> <p>А) Механически связанная влага          Б) Химически связанная влага          В) Физико-химическая связанная влага          Г) Свободная влага</p> <p>25. Что является одним из главных требований при выборе адсорбента?</p> <p>А) Гидрофобность          Б) Селективность          В) Пористость          Г) Ничего из перечисленного</p>
--	--	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Курсовая работа	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-33;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-В2	Расчет процесса ректификации бинарной смеси и проектирование ректификационной колонны
P2	Практические работы на занятиях	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-32;ПК-4-В2;ПК-4-В1;ПК-4-33	Задачи для практических работ: 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.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 0

Дисциплина: «Массообменные процессы химической технологии»

Направление: 18.03.01 «Химическая технология»

Форма обучения: очная

1) Насадочные абсорберы. Принцип действия, типы, направления применения.

2) Тепловой баланс аппарата на примере абсорбера.

3) Расчёт гидравлического сопротивления колонны

Составил: к.т.н., доцент кафедры МиЕ

Зав. кафедрой МиЕ

Д.И. Алексеев

А.В. Швалёва

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка результатов защиты курсовой работы осуществляется по оценочной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Курсовая работа считается выполненной успешно, если при её оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

При поведении защиты в форме устного опроса критериями оценки являются

«Отлично»: Работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо»: Работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

«Удовлетворительно»: Работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

«Неудовлетворительно»: Работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Оценка результатов экзамена осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Экзамен считается пройденным успешно, если при его проведении получена оценка не ниже «удовлетворительно».

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на но-вые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует порого-вый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– 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 неправильная оценка предложенной ситуации;

Экзамен может проводиться в дистанционной форме

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д.В.	Примеры и задачи по теплообмену. : Учебное пособие.		СПб ЛАНЬ, 2011,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.2	Фролов В.Ф., Флисюк О.М.	Массообменные процессы химической технологии: Учебное пособие.		СПб ХИМИЗДАТ, 2011,
Л1.3	В.Ф. Фролов	Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии		СПб : Химиздат, 2008, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270290">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270290</a>
Л1.4	Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк.	Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие		СПб : Химиздат, 2011, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=99360">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=99360</a>
Л1.5	О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко	Тепломассообмен: учебник		ИНФРА - М, Высшее образование, бакалавриат, 2013 г,
Л1.6	А.И. Разинов, П.П. Суханов	Процессы массопереноса с участием твердой фазы=Mass transfer processes with a solid phase participation : учебное пособие		Казань : КНИТУ, 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259392">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259392</a> (18.11.2015).

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Под ред. Леонтьевой А.И.	Теория тепломассообмена: Учебник для вузов.		М. изд. МГТУ им. Баумана, 1997,
Л2.2	Телегин А.С. и др	Тепломассоперенос: Учебник для вузов./		М. Металлургия, , 1995,
Л2.3	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Изучение процесса перегонки с водяным паром: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ" , 2012,
Л2.4	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Определение числа единиц переноса в процессе ректификации бинарной смеси: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ", 2012,
Л2.5	Бесков В.С.	Общая химическая технология: учебник		М.: Академкнига, 2006 г,
Л2.6	Кутепов А.М., Т.И. Бондарева, М.Г.Беренгартен	Общая химическая технология: учебник		М: Академкнига, 2005 г.,
Л2.7	Абдулкашاپова, К. А. Алексеев, И. П. Анашкин [и др.] ; под ред. А. В. Клинова	Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие		Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699810">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699810</a>
Л2.8	М. О. Долматова ; науч. ред. В. А. Никулин ;	Тепловые и массообменные процессы в химической технологии : : учебное пособие		Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=696591">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=696591</a>

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Вейский В.В., Горохов В.В., Волощук Т.Г.	Определение коэффициента распределения при экстракции в жидкостях: Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ГОУ ВПО "МГТУ", 2010,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛЗ.2	Вейнский В.В., Горохов А.В.	Кинетика процесса сушки твердых материалов : Методические указания к лабораторной работе		Издательский центр ФГБОУ ВПО "МГТУ", 2012,

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э2	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
Э3	НФ НИТУ" МИСиС"	www.nf.misis.ru

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.2	Solidworks Education Edition
П.3	Microsoft Teams
П.4	Zoom

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" <a href="http://nf.misis.ru/">http://nf.misis.ru/</a>
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>
И.3	
И.4	- Университетская библиотека онлайн <a href="http://bibliclub.ru">http://bibliclub.ru</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
103	Лаборатория экологии, обогащения полезных ископаемых	3D принтер с программным обеспечением Cura, мойка лабораторная ЛК-1200, стол весовой ЛК-1200, 6 лабораторных столов с технологической приставкой ЛК-1200, шкаф вытяжной ЛК-1500, деревянные лавки, лабораторные табуреты, аквадистиллятор электрический ДЭ-10М, комплект учебной мебели.
113	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (у всех выход в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
114	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 56 мест для обучающихся, 1 компьютер для преподавателя с выходом в интернет, 1 стационарный компьютер для преподавателя (у всех выход в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю. Все лекционные материалы, а также практические задания приведены в электронном курсе.