

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ А.М.Петровский

“26” ____ марта ____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.3 Технологические процессы автоматизированных производств
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность: Разработка автоматизированных систем управления

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик Химические и пищевые технологии

Объем дисциплины 180/5
 часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: к.т.н., доцент Чубенко М.Н.

Дзержинск
2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 августа 2021 года № 730 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД «Химические и пищевые технологии»

протокол от 21.03.2025 № 8

Зав. кафедрой д.х.н, профессор _____ О.А. Казанцев
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

к.т.н., доцент _____ Л.Ю.Вадова
(подпись)

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 15.03.04 -37

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	17
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	23
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	23
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	24
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	26
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	29

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины:

- Целью освоения дисциплины является изучение типовых технологических процессов, их закономерностей, параметров, подлежащих контролю и измерению.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- знание основных параметров продукции, подлежащих контролю и измерению;
- знание типовых технологических процессов и их закономерностей.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Технологические процессы автоматизированных производств» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, экология, информатика, теоретическая механика.

Дисциплина «Технологические процессы автоматизированных производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: проектирование автоматизированных систем, автоматизация технологических процессов и производств, подготовка и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1

Формирование компетенции ПК-1 дисциплинами для очной формы обучения

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1	Автоматизация управления жизненным циклом продукции								
	Управление качеством								
	Проектирование автоматизированных систем								
	Технические средства автоматизации								
	Теоретическая механика								
	Прикладная механика								
	Технологические процессы автоматизированных производств								
	Интегрированные системы проектирования и управления								

	Проектно-технологическая практика								
	Преддипломная практика								
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-1 Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации технологических процессов и производств, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в совершенствовании данных процессов, средств и систем	ИПК 1.1. Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования технических средств систем автоматизации и управления производственными и технологическими процессами, оборудованием, жизненным циклом продукции ее качеством, контроля, диагностики и испытаний	Знать: основные параметры продукции и типовые технологические процессы, их закономерности, параметры, подлежащие контролю и измерению.	Уметь: рассчитывать основные показатели процессов, параметры продукции и типовые технологические процессы	Владеть: методами расчета показателей процессов; навыками основных расчетов типовых технологических процессов	Устный опрос, тестирование, выполнение практических заданий, собеседование и отчеты при сдаче лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед./180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3 и 4.

Формат изучения дисциплины: с использованием элементов электронного обучения.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) , в том числе:	72	72
1.1. Аудиторные занятия (всего) , в том числе:	68	68
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	34	34
- практические занятия (ПЗ)	17	17
1.2. Внеаудиторные занятия (всего) , в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе)	-	-
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	108	108
Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой	зачет с оценкой	зачет с оценкой
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	180/5	180/5

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по курсам для студентов заочной формы обучения

8

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработани ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 семестр									
ПК-1, ИПК 1.1.	Тема 1.1. Введение	1	-	-	4	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 9-22	Устный опрос		
	Тема 2.1. Гидромеханические процессы. Перемещение газов и жидкостей	4	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 23-175	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 2.1. Практическое занятие №1 Основы прикладной гидравлики	-	-	2	4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 23-126, 6.2.1: С. 12-65	Выполнение практических заданий		
	Тема 2.1. Практическое занятие №2 Насосы. Вентиляторы. Компрессоры	-	-	2	4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 127-175, 6.2.1: С.	Выполнение практических заданий		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						65-92			
	Тема 2.1. Лабораторная работа №1 Определение гидравлических сопротивлений	-	3	-	3	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 8-31	Собеседование		
	Тема 2.1. Лабораторная работа №2 Определение характеристик насоса	-	3	-	3	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 32-47	Собеседование		
	Тема 2.1. Лабораторная работа №3 Испытание поршневого компрессора	-	2	-	3	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 48-57	Собеседование		
	Тема 3.1. Гидромеханические процессы. Фильтравание. Очистка газов	3	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 176-259	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.1. Практическое занятие №3 Осаждение, фильтрование, центрифугирование	-	-	2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 176-245, 6.2.1: С. 93-148	Выполнение практических заданий		
	Тема 3.1. Практическое занятие №4 Гидродинамика взвешенного слоя, перемешивание в жидкой среде	-	-	2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 246-259, 6.2.1: С. 93-148	Выполнение практических заданий		
	Тема 3.1. Лабораторная работа №4 Испытание циклона	-	4	-	5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 69-79	Собеседование		
	Тема 3.1. Лабораторная работа №5 Испытание лабораторного вакуум-фильтра	-	4	-	5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 58-68	Собеседование		
	Тема 4.1. Тепловые процессы химической промышленности	5	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 260-381	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.1. Практическое занятие №5 Теплопередача в химической аппаратуре	-	-	2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 260-346, 6.2.1: С. 149-246	Выполнение практических заданий		
	Тема 4.1. Практическое занятие №6 Выпаривание	-	-	2	4	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 347-381, 6.2.1: С. 247-281	Выполнение практических заданий		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №6 Испытание теплообменника «труба в трубе»	-	4	-	5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 24-35	Собеседование		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №7 Испытание кожухотрубчатого теплообменника	-	4	-	5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 8-23	Собеседование		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №8 Испытание выпарной установки	-	3	-	5	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы.	Собеседование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						6.2.3: С. 36-46			
	Тема 5.1. Процессы массопередачи	4	-	-	8	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 382-645	Устный опрос		
	Тема 5.1. Практическое занятие №7 Основы массопередачи	-	-	5	8	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1: С. 382-433, 6.2.1: С. 282-318	Выполнение практических заданий		
	Тема 5.1. Лабораторная работа №9 Исследование массоотдачи в газовой фазе	-	4	-	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 112-125	Собеседование		
	Тема 5.1. Лабораторная работа №10 Изучение процесса сушки в воз- душной циркуляционной сушилке	-	3	-	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 125-138	Собеседование		
	Самостоятельная работа				108				
	ИТОГО по дисциплине	17	34	17	108				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
4 курс									
ПК-1, ИПК 1.1.	Тема 1.1. Введение	1	-	-	6	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 9-22	Устный опрос		
	Тема 2.1. Гидромеханические процессы. Перемещение газов и жидкостей	1	-	-	8	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 23-175	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 2.1. Лабораторная работа №1 Определение гидравлических сопротивлений	-	1	-	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 8-31	Собеседование		
	Тема 2.1. Лабораторная работа №2 Определение характеристик насоса	-	0,5	-	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 32-47	Собеседование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.1. Лабораторная работа №3 Испытание поршневого компрессора	-	0,5	-	8	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 48-57	Собеседование		
	Тема 3.1. Гидромеханические процессы. Фильтрация. Очистка газов	1	-	-	12	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 176-259	Устный опрос, тестирование в системе ZOOM		
	Тема 3.1. Лабораторная работа №4 Испытание циклона	-	0,5	-	12	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 69-79	Собеседование		
	Тема 3.1. Лабораторная работа №5 Испытание лабораторного вакуум-фильтра	-	0,5	-	12	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.2: С. 58-68	Собеседование		
	Тема 4.1. Тепловые процессы химической промышленности	2	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию,	Устный опрос, тестирование в		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанн ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 260-381	системе ZOOM		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №6 Испытание теплообменника «труба в трубе»	-	1	-	10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 24-35	Собеседование		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №7 Испытание кожухотрубчатого теплообменника	-	1	-	10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 8-23	Собеседование		
	Тема 4.1. Лабораторная работа №8 Испытание выпарной установки	-	1	-	10	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 36-46	Собеседование		
	Тема 5.1. Процессы массопередачи	1	-	-	14	Подготовка к лекциям, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1: С. 382-645	Устный опрос		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименовани е используемых активных и интерактивн ых образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическо й подготовки (трудоемкост ь в часах)	Наименован ие разработанны ого электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.1. Лабораторная работа №9 Исследование массоотдачи в газовой фазе	-	1	-	15	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 112-125	Собеседование		
	Тема 5.1. Лабораторная работа №10 Изучение процесса сушки в воз-душной циркуляционной сушилке	-	1	-	15	Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.2.3: С. 125-138	Собеседование		
	Самостоятельная работа				158				
	ИТОГО по дисциплине	6	8	-	158				

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

Вопросы для собеседования при сдаче отчетов по лабораторным работам (пример).

Лабораторная работа «Испытание циклона»

1. Методы очистки газов от пыли, их сравнительная характеристика.
2. Гравитационная очистка газов.
3. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил.
4. Очистка газов фильтрованием.
5. Мокрая очистка газов.
6. Электроочистка газов.

Лабораторная работа «Испытание лабораторного вакуум-фильтра»

1. Чем определяется скорость процесса фильтрования?
2. Какие величины учитывают свойства суспензии, фильтрата, осадка и фильтрующей перегородки в основном уравнении фильтрования?
3. Способы фильтрования, виды осадков.
4. Как изменяется производительность фильтра для различных видов осадка?
5. Константы фильтрования и их экспериментальное определение.
6. Режимы фильтрования, их особенности и математическое описание.
7. Способы интенсификации работы фильтров.
8. Конструкции фильтров. Их достоинства, недостатки и область применения.

6 Лабораторные работы «Испытание теплообменника «труба в трубе»», «Испытание ко-жухотрубчатого теплообменника»

1. Методика проведения лабораторной работы и обработки опытных данных.
2. Способы передачи тепла.
3. Тепловой баланс теплообменной аппаратуры.
4. Теплоотдача. Движущая сила процесса теплоотдачи. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критериальное уравнение теплоотдачи?
5. Процесс теплопроводности. Уравнение теплопроводности через плоскую стенку, движущая сила процесса теплопроводности.
6. Процесс теплопередачи. Основное уравнение теплопередачи, движущая сила процесса теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, уравнение аддитивности термических сопротивлений.
7. Средняя движущая сила процесса теплопередачи. Влияние взаимного направления движения теплоносителей на среднюю движущую силу.
8. Конструкции теплообменных аппаратов.
9. Принципы теплового расчета теплообменных аппаратов.
10. Методы интенсификации тепловых процессов.

7 Лабораторная работа «Испытание выпарной установки»

1. Сущность процесса выпаривания.
2. Движущая сила процесса выпаривания.
3. В каких случаях процесс выпаривания проводят под вакуумом, при повышенном атмосферном давлении?

4. Сущность и основное преимущество многокорпусного выпаривания.
5. Назначение барометрического конденсатора и вакуум-насоса в выпарных установках?
6. Что является причиной естественной циркуляции раствора в лабораторном выпарном аппарате и промышленных выпарных аппаратах?
7. Как по данным эксперимента можно определить тепловую нагрузку холодильника 5 (рис. 3)?
8. Чем можно объяснить разницу температур в точках 2 и 4 (см. рис. 2 и табл. 1)?
9. Какие температурные потери имеют место при выпаривании растворов? Как определить температуру кипения раствора?
10. Полезная и общая разность температур при выпаривании.
11. Выбор числа корпусов в многокорпусной выпарной установке.
12. Способы экономии тепла при выпаривании.
13. Каково устройство выпарных аппаратов, используемых для концентрирования растворов?

8 Лабораторная работа «Изучение процесса сушки в воздушной циркуляционной сушилке»

1. Классификация видов сушки по способу подвода тепла к высушиваемому материалу.
2. Основные параметры влажного газа.
3. «I-X» диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха с помощью «I-X» диаграммы.
4. Изображение процессов изменения состояния влажного воздуха на «I-X» диаграмме (нагрев воздуха в калорифере; охлаждение воздуха без конденсации водяного пара; охлаждение воздуха с конденсацией водяного пара; адиабатическая сушка; смешение двух потоков влажного воздуха). Определение изменения влагосодержания и энтальпии влажного воздуха в этих процессах.
5. Равновесие при сушке. Движущая сила процессов сушки и увлажнения материала.
6. Формы связи влаги с материалом и способы удаления влаги из материала. Влажность материала.
7. Материальный и тепловой баланс сушки. Определение количества испаренной влаги из материала, расхода воздуха и тепла на сушку.
8. Понятие о теоретической сушилке.
9. Изображение процессов сушки на «I-X» диаграмме для теоретической и действительной сушилки. Варианты сушки.
10. Скорость и периоды сушки. Кривая сушки, кривая скорости сушки. Изменение температуры материала в процессе сушки.
11. Устройство сушилок: конвективные, контактные, специальные типы. Достоинства, недостатки, область применения

Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся (пример)

Пример теста по разделу «Гидромеханические процессы. Перемещение газов и жидкостей»

Вопрос 1: Идеальной жидкостью называется

1. жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
2. жидкость, подходящая для применения;
3. жидкость, способная сжиматься;
4. жидкость, существующая только в определенных условиях.

Вопрос 2: В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

1. в паскалях;
2. в джоулях;
3. в барах;
4. в стокахсах.

Вопрос 3: Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

1. ν ;
2. μ ;
3. η ;
4. τ .

Вопрос 4: Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

1. ν ;
2. μ ;
3. η ;
4. τ .

Вопрос 5: Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

1. гидростатика и гидромеханика;
2. гидромеханика и гидродинамика;
3. гидростатика и гидродинамика;
4. гидрология и гидромеханика.

Вопрос 6: Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z , называется

1. геометрической высотой;
2. пьезометрической высотой;
3. скоростной высотой;
4. потерьной высотой.

Вопрос 7: Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между

1. давлением, расходом и скоростью;
2. скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;
3. давлением, скоростью и геометрической высотой;
4. геометрической высотой, скоростью, расходом.

Вопрос 8: Местные потери энергии вызваны

1. наличием линейных сопротивлений;
2. наличием местных сопротивлений;
3. массой движущейся жидкости;
4. инерцией движущейся жидкости.

Вопрос 9: Расход потока измеряется в следующих единицах

1. м^3 ;
2. $\text{м}^2/\text{с}$;
3. $\text{м}^3 \text{ с}$;
4. $\text{м}^3/\text{с}$.

Вопрос 10: От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

1. от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;
2. от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;
3. от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
4. от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

Вопрос 11: При $Re < 2300$ режим движения жидкости

1. кавитационный;
2. турбулентный;
3. переходный;

4. ламинарный.

Перечень вопросов для текущей аттестации обучающихся очной и заочной формы

9 Тема 1

Классификация основных процессов химической технологии.
Основные общие характеристики процессов.

10 Тема 2

Основные понятия и характеристики движения жидкости.
Критерии подобия гидродинамики.
Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
Гидравлическое сопротивление при движении жидкостей по трубопроводам.
Основные параметры насосов.
Кавитация. Типы насосов.
Регулирование производительности насосов. Достоинства и недостатки различных типов насосов. Совместная работа насосов на сеть.
Классификация компрессорных машин. Термодинамика поршневых компрессоров.
Многоступенчатое сжатие с охлаждением газа между ступенями.

11 Тема 3

Классификация неоднородных систем.
Основные методы разделения неоднородных систем. Фильтрация суспензий.
Свойства осадков. Режимы работы фильтров. Уравнение фильтрования.
Центрифугирование.
Способы очистки газов, их достоинства и недостатки, сравнительная характеристика.

12 Тема 4

Виды тепловых процессов в химической и пищевой технологии. Способы распространения тепла.
Схема процесса переноса тепла. Тепловые балансы.
Передача тепла теплопроводностью. Теплопроводность плоской стенки. Тепловое излучение.
Передача тепла конвекцией. Закон теплоотдачи.
Уравнения подобия конвективного теплообмена. Теплопередача. Основное уравнение.
Теплопередача через плоскую стенку.
Уравнение аддитивности термических сопротивлений. Средняя разность температур при теплообмене.
Взаимное направление движения теплоносителей, его выбор. Общие принципы теплового расчета теплообменников.

13 Тема 5

Виды процессов массопередачи. Схема процесса переноса вещества. Фазовое равновесие.
Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного процесса.
Диффузионный и конвективный перенос вещества.
Механизм процессов массопереноса. Массоотдача. Уравнение массоотдачи.
Массопередача. Уравнение массопередачи. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
Средняя движущая сила процессов массопередачи. Равновесие при абсорбции.

Материальный баланс абсорбции. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции. Дистилляция и ректификация. Фазовое равновесие в системе жидкость-пар. Материальный баланс ректификации. Ректификация. Допущения, принятые при рассмотрении процесса. Уравнение рабочих линий для укрепляющей и исчерпывающей части ректификационной колонны. Минимальное и действительное флегмовое число. Сушка. Параметры влажного воздуха. I - x - диаграмма влажного воздуха. Изображение процессов изменения состояния воздуха на I - x - диаграмме (нагревание, охлаждение, сушка). Равновесие в процессах сушки. Формы связи влаги с материалом. Материальный баланс сушки. Баланс влаги в сушильном агенте. Скорость сушки. Испарение влаги с поверхности и ее перемещение внутри материала.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы
		1	2	3	4	За нарушение сроков сдачи
Тестирование	4	5	5	5	5	
Выполнение лабораторных работ	4	2	2	2	2	
- оформление отчетов	4	2	2	2	2	
- сдача коллоквиумов	4	6	6	6	6	
Выполнение практических работ	4	5	5	5	5	
Выполнений заданий для самостоятельной работы	2	5	5			
Посещение занятий	1	10				

Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1 Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации технологических процессов и производств, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в совершенствовании данных процессов, средств и систем	ИПК 1.1. Осуществляет сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технических средств систем автоматизации и управления производственными и технологическими процессами, оборудованием, жизненным циклом продукции ее качеством, контроля, диагностики и испытаний	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные параметры продукции и типовые технологические процессы, их закономерности, параметры, подлежащие контролю и измерению, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основным параметрам продукции и типовым технологическим процессам, их закономерностям, параметрам, подлежащим контролю и измерению. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Учебная литература**

6.1.1 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие для ВУЗов / А. Г. Касаткин. – М.: Химия, 2009. – 784 с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.2.1 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Альянс, 1987, 2005, 2007. – 576 с.

6.2.2 Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы: лабораторный практикум / С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014.– 91 с.

6.2.3 Процессы и аппараты химической технологии. Тепловые и массообменные процессы: лабораторный практикум / С.Р. Рузанов, С.И. Смирнов, Е.Н. Сажина; Нижегород. гос. техн. университет им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2018.– 170 с.

7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подпискаMSDN 700593597, подпискаDreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1343 Аудитория для лекционных занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор	

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		Erson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	3106 Лаборатория «Технологические процессы автоматизированных производств» Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Лабораторные установки по изучению центробежного и вихревого насосов, циклона, вакуум-фильтра, циркуляционной сушилки, теплообменников, гидравлических сопротивлений, колонных аппаратов, укомплектованные электронными датчиками, расходомерами, амперметрами, ваттметрами, вольтметрами, измерителями температуры.	
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Erson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	• ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. - ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подпискаDreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО); • Mozilla Firefox(свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования и собеседования.

При преподавании дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям, лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Примерная тематика заданий

- 1 Расчет кожухотрубчатого теплообменника.
- 2 Расчет выпарного аппарата.
- 3 Подбор насоса для заданной схемы.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины, обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы

(таблица 14). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний, обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение лабораторных работ;
- проведение практических занятий;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- выполнение заданий для самостоятельной работы.

11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

1. В теплообменнике типа «труба в трубе» конденсируется $D = 3000$ кг/ч насыщенных паров сероуглерода при 46 С. По внутренней трубе идет охлаждающая вода, 10 С, 40 С. Теплота парообразования сероуглерода $r = 340$ кДж/кг. Конденсат пара сероуглерода выходит из аппарата с 46 С. Коэффициент теплопередачи $213 \text{ К} = 2000 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$. Определить тепловую нагрузку теплообменника, расход охлаждающей воды и поверхность теплообмена (без учета тепловых потерь в окружающую среду).

2. В однокорпусной выпарной установке упаривается $G_n = 10000$ кг/ч водного раствора NaOH от 6 % мас. до 40 % мас. Вторичный пар конденсируется в конденсаторе, остаточное давление в котором 1,96 10 Па (энтальпия пара 2500 кДж/кг, к 60 С). Давление насыщенного водяного греющего пара 4,9 10 Па (теплосодержание $\lambda = 2750$ кДж/кг, 150 С). Потери общей разности температур: 6 С, 20 С, 1 С. Теплоемкости растворов: 3,77 кДж/(кг К), 2,50 кДж/(кг К). Раствор подают при 50 С, отводят при 87 С. Коэффициент теплопередачи 931 Вт/(м К) (теплоту концентрации раствора и тепловые потери в окружающую среду не учитывают). Определить: расход выпаренной воды (вторичного пара), расход греющего пара, поверхность теплообмена кипятильника (греющей камеры).

3. Концентрация распределяемого компонента в газовой фазе $y_n = 4$ % мас., $y_k = 1$ % мас. концентрации распределяемого компонента в жидкой фазе $x_n = 0$, $x_k = 4$ % мас. Уравнение связи равновесных концентраций $y_p = 0,5x$. Найти среднюю движущую силу процесса, число единиц переноса массы и отношение массовых потоков жидкой и газовой фаз L/G для противоточной абсорбции компонента из газовой фазы.

11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ (6.2.2 – 6.2.3).

11.1.3. Типовые тестовые задания

Примеры тестовых заданий по дисциплине (оценочные средства в полном объеме хранятся на кафедре «Химические и пищевые технологии»):

Гидромеханические процессы. Перемещение газов и жидкостей

1. Что такое производительность насоса?
 1. Объем жидкости, всасываемый насосом в единицу времени.
 2. Масса жидкости, поданной насосом в напорную емкость.
 3. Объем жидкости, подаваемой насосом в нагнетательный трубопровод в единицу времени.
 4. Сумма объемов жидкости, подаваемой в напорную емкость и теряемой через сальник насоса и неплотность в соединениях трубопроводов.
2. Дать определение напору насоса
 1. Напор насоса - удельная энергия, сообщаемая единице веса жидкости в насосе и выраженная в метрах столба перекачиваемой жидкости.
 2. Напор насоса — удельная энергия, сообщаемая насосом единице объема жидкости.
 3. Это высота, на которую перекачивается жидкость.
 4. Это величина, равная разности давлений в напорной и приемной емкостях.
3. Зависит ли напор насоса от плотности перекачиваемой жидкости?
 1. Зависит.
 2. Не зависит.
 3. Не зависит от плотности, но зависит от вязкости перекачиваемой жидкости.
 4. Зависит при перекачивании жидкостей с высокой плотностью.
- 4: Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z , называется
 1. геометрической высотой;
 2. пьезометрической высотой;
 3. скоростной высотой;
 4. потерьной высотой.
- 5: Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между
 1. давлением, расходом и скоростью;
 2. скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;
 3. давлением, скоростью и геометрической высотой;
 4. геометрической высотой, скоростью, расходом.
- 6: Местные потери энергии вызваны
 1. наличием линейных сопротивлений;
 2. наличием местных сопротивлений;
 3. массой движущейся жидкости;
 4. инерцией движущейся жидкости.

11.1.4. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы

1. Определить критическую скорость, отвечающую переходу от ламинарного режима движения к турбулентному, для трубопровода диаметром d мм, при движении в нем G кг/ч жидкости при температуре t °C по вариантам.

Параметры	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G , кг/ч	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2100	2050
d , мм	50	80	100	150	120	100	80	50	120
t , °C	20	40	30	50	20	30	40	50	90
Жидкость	бензол	вода	гексан	гептан	пентан	толуол	ацетон	бензин	фенол

2. Определить массовый расход насыщенного водяного пара, идущего по трубе диаметром $D = 200\text{ мм}$ при температуре $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ и абсолютном давлении $P_{\text{абс ат}}$, если перепад у нормальной диафрагмы $h = 50\text{ мм рт. ст.}$, диаметр диафрагмы $d = 160\text{ мм}$, а ее коэффициент расхода $\alpha = 0,77$.

3. Определить коэффициент теплоотдачи для жидкости, проходящей по кольцевому (межтрубному) пространству теплообменника «труба в трубе» со скоростью $\omega\text{ м/с}$; средняя температура стенки $t_{\text{ст}}\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наружная труба теплообменника $54 \times 4,5\text{ мм}$, внутренняя $26 \times 3\text{ мм}$. Средняя температура жидкости $t_{\text{ср}}\text{ }^{\circ}\text{C}$

4. Определить поверхность теплопередачи горизонтального кожухотрубчатого теплообменника для нагрева $G\text{ кг/ч}$ жидкости от температуры $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до температуры кипения $t_{\text{кип}}$ при атмосферном давлении. Нагрев произвести насыщенным водяным паром давлением $P_{\text{абс}}$. Коэффициент теплопередачи $K = 1280\text{ Вт/ м}^2\text{К}$.

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе аттестации по дисциплине

Форма проведения аттестации по дисциплине – зачет с оценкой: по результатам накопительного рейтинга или в форме устного зачета с оценкой для обучающихся очной и заочной формы.

Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине Б1.В.ОД.3 «Технологические процессы автоматизированных производств» (ПК-1, ИПК-1.1):

1. Общие принципы анализа и расчета технологических процессов.
2. Характеристики дисперсных материалов.
3. Классификация гидромеханических процессов. Материальный баланс процессов.
4. Отстаивание. Определение скорости осаждения.
5. Схема расчета отстойников.
6. Осаждение в поле центробежных сил.
7. Циклонный процесс.
8. Осаждение в поле электрических сил.
9. Фильтрование. Кинетика фильтрования.
10. Фильтрование при постоянном перепаде давления. Определение констант фильтрования.
11. Фильтрование при постоянной скорости. Уравнение промывки.
12. Схема подбора фильтров.
13. Фильтрование под действием центробежных сил.
14. Интенсификация процессов фильтрования.
15. Псевдоожижение. Гидродинамика псевдоожиженного слоя.
16. Определение скорости начала псевдоожижения и скорости витания.
17. Перемешивание. Характеристики и способы перемешивания.
18. Механическое перемешивание. Затраты мощности на перемешивание.
19. Схема подбора мешалок.
20. Способы распространения тепла и виды теплообмена.
21. Теплопроводность однослойной и многослойной стенок.
22. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи и его зависимость от различных факторов.
23. Аналогия переноса тепла и импульса.
24. Особенности теплоотдачи при вынужденном движении теплоносителя.

25. Теплоотдача при конденсации паров.
26. Теплоотдача при кипении жидкостей.
27. Радиационно-конвективный теплообмен.
28. Уравнение теплопередачи. Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи.
29. Средняя движущая сила процесса теплопередачи и ее определение для различных схем движения теплоносителей.
30. Расчет температуры стенки и толщины тепловой изоляции.
31. Способы изменения интенсивности теплообмена.
32. Нагревание. Основные расчетные зависимости.
33. Охлаждение. Основные расчетные зависимости.
34. Основные расчетные зависимости при конденсации паров.
35. Схема расчета теплообменной аппаратуры.
36. Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного процесса.
37. Диффузионный и конвективный перенос вещества.
38. Массоотдача. Уравнение массоотдачи.
39. Массопередача. Уравнение массопередачи.
40. Материальный баланс абсорбции. Уравнение рабочей линии процесса абсорбции.
41. Дистилляция и ректификация.
42. Материальный баланс сушки.
43. Изображение процессов изменения состояния воздуха на I -х - диаграмме (нагревание, охлаждение, сушка).

Примерный тест для итогового тестирования:

Тема 1.1. Введение. (ПК-1, ИПК-1.1)

Идеальной жидкостью называется

1. жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
2. жидкость, подходящая для применения;
3. жидкость, способная сжиматься;
4. жидкость, существующая только в определенных условиях.

Тема 2.1. Гидромеханические процессы. Перемещение газов и жидкостей (ПК-1, ИПК-1.1)

Напор насоса это

1. удельная энергия, сообщаемая единице веса жидкости в насосе и выраженная в метрах столба перекачиваемой жидкости;
2. удельная энергия, сообщаемая насосом единице объема жидкости;
3. высота, на которую перекачивается жидкость;
4. величина, равная разности давлений в напорной и приемной емкостях.

Тема 3.1. Гидромеханические процессы. Фильтрация. Очистка газов (ПК-1, ИПК-1.1)

Движущей силой процесса фильтрации является:

1. разность давлений в разделяемой суспензии до фильтровальной перегородки и в фильтре за перегородкой;
2. разность температур в разделяемой суспензии до фильтровальной перегородки и в фильтре за перегородкой;
1. разность концентраций взвешенных частиц в разделяемой суспензии до фильтровальной перегородки и в фильтре за перегородкой;

1. разность концентраций стабилизаторов в разделяемой суспензии до фильтровальной перегородки и в фильтре за перегородкой;

Тема 4.1. Тепловые процессы химической промышленности (ПК-1, ИПК-1.1)

Цель составления уравнения теплового баланса

1. с целью определения тепловой нагрузки;
2. для определения расхода теплоносителя;
3. для определения одной из температур теплоносителя;
4. все предыдущие ответы верны.

Тема 5.1. Процессы массопередачи (ПК-1, ИПК-1.1)

Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи выражается

1. уравнением аддитивности фазовых сопротивлений;
2. уравнением аддитивности термических сопротивлений;
3. уравнением сплошности потока;
4. уравнением Бернулли.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования.

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
100	10	15

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины.