

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.ОД14 Расчет теплового и вспомогательного оборудования в
химической технологии
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Химические и пищевые технологии

Кафедра-разработчик Технологическое оборудование и транспортные системы

Объем дисциплины 144/4
 часов/з.е

Промежуточная аттестация Зачет с оценкой

Разработчик: к.т.н., доцент А.В. Степыкин

Дзержинск, 2025г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 года № 922 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы
протокол от 26.03.2025 № 4а

Зав. кафедрой разработчика РПД, к.т.н., доц.

(подпись) В.А.Диков

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедры Химические и пищевые технологии
д.х.н, проф.

(подпись) О.А.Казанцев

Начальник ОУМБО

(подпись) И.В. Старикова

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: № 18.03.01- 46

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.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	18
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	22
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.....	27
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	29

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение свойств типовых конструкций, методов и способов подбора и проектирования теплообменного и вспомогательного оборудования в химической отрасли.

Задачи освоения дисциплины (модуля):

---- применение дисциплины при проектировании технологического оборудования химических и нефтехимических производств.

---- знание типового оборудования и подходов к расчету.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Расчет теплового и вспомогательного оборудования в химической технологии» включена в перечень дисциплин вариативной части, определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: химическое сопротивление и защита от коррозии, системы управления технологическими процессами, технологическое оборудование химических и нефтехимических предприятий.

Дисциплина Расчет теплового и вспомогательного оборудования в химической технологии является основополагающей для изучения следующих дисциплин: система качества и “бережливое производство”, химия и технология тонкого органического синтеза, технология производства и переработки полимеров, технология получения виниловых полимеров.

Рабочая программа дисциплины “Расчет теплового и вспомогательного оборудования в химической технологии” для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями 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 компетенций ПК-1 дисциплинами

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной семестры	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	Химическое сопротивление и защита от коррозии								

Системы управления технологическими процессами								
Система качества “бережливое производство”								
Химия и технология тонкого органического синтеза								
Расчет теплового и вспомогательного оборудования в химической технологии								
Технологическое оборудование химических и нефтехимических предприятий								
Технология производства и переработки полимеров								
Технология получения виниловых полимеров								
Ознакомительная практика								
Технологическая практика								
Преддипломная практика								
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 осуществлять контроль выполнения требований технологического регламента процессов органического синтеза, контролировать и координировать работу технологического объекта	ИПК-1.4. Анализирует и прогнозирует работоспособность объектов техники, оборудования, их технические и эксплуатационные параметры ИПК-1.5. Применяет методы и средства расчета для подбора типового оборудования	Знать: методы подбора и расчета технологического теплообменного и вспомогательного оборудования	Уметь: анализировать и прогнозировать работоспособность объектов техники, оборудования, их технические и эксплуатационные параметры	Владеть: методами и средствами расчета и подбора типового оборудования	Тестовые задания Практические работы	Комплект вопросов для сдачи зачета

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед./144 часа, 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
		7
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	55	55
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	34	34
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия (ПЗ)	34	34
- практикумы (П)	-	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине (КСР)	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)	89	89
Вид промежуточной аттестации зачет с оценкой		
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	144/4	144/4

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
для студентов заочной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс 5
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	17	17
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	12	12
- лекции (Л)	4	4
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия (ПЗ)	8	8
- практикумы (П)	-	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	5	5
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (зачет с оценкой)	1	1
- 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)	123	123
Вид промежуточной аттестации Зачет с оценкой	4	4
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	144/4	144/4

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 (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
7 семестр									
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 1.1. Введение. Классификация вспомогательного и теплообменного оборудования Виды вспомогательного и теплообменного оборудования, классификация. Роль вспомогательного оборудования.	2		-	5	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 3- 20.	Тестирование		Конспект лекций
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 2.1. Вспомогательное оборудование Оборудование для хранения сыпучих сред, жидкостей. Газов, подходы к расчету. Трубопроводы, арматура, запорная, регулирующая. Системы	5			5	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 20- 100.	Тестирование		Конспект лекций

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	автоматизированной подачи сред. Предохранительная и защитная арматура, подбор.								
	Тема 2.2 Практическая работа №1 Расчет оборудования для хранения сыпучих сред			6	10	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
	Тема 2.3 Практическая работа №2 Подбор предохранительной арматуры			4	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
	Тема 2.4 Практическая работа №3 Расчет трубопровода и запорной арматуры на нем			4	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 3.1. Теплообменное оборудование Рекуперативное оборудование: кожухотрубчатые, пластинчатые, спиральные теплообменники, АВО, теплообменные элементы в составе аппаратов. Регенеративное оборудование: аппараты с неподвижной насадкой, барабанные, с движущимися	5	-	-	10	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 474- 509. 6.2.3: С. 265-300.	Собеседование		Конспект лекций

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	теплообменными элементами. Смесительные теплообменные аппараты.								
	Тема 3.2 Практическая работа №4 Расчет и подбор кожухотрубчатого теплообменника			8	9	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
	Тема 3.3 Практическая работа №5 Расчет рубашки емкостного реактора.			6	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
	Тема 3.4 Практическая работа №6 Расчет АВО.			6	10	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 4.1. Современные способы расчета и подбора теплообменного и вспомогательного оборудования Системы САПР при расчете оборудования, САМ системы, применяемые для моделирования аппаратов.	5			10	Чтение лекций	Тестирование		Конспект лекций
	ИТОГО по дисциплине	17		34	89				

Таблица 6

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

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 курс									
ПК-1 ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 1.1. Введение. Классификация вспомогательного и теплообменного оборудования Виды вспомогательного и теплообменного оборудования, классификация. Роль вспомогательного оборудования.	1		-	10	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 3- 20.	Тестирование		Конспект лекций
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 2.1. Вспомогательное оборудование Оборудование для хранения сыпучих сред, жидкостей. Газов, подходы к расчету. Трубопроводы, арматура, запорная, регулирующая. Системы автоматизированной подачи сред.	1			10	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 20- 100.	Тестирование		Конспект лекций

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Предохранительная и защитная арматура, подбор.								
	Тема 2.2 Практическая работа №1 Расчет оборудования для хранения сыпучих сред			1	10	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
	Тема 2.3 Практическая работа №2 Подбор предохранительной арматуры			1	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
	Тема 2.4 Практическая работа №3 Расчет трубопровода и запорной арматуры на нем			1	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 3.1. Теплообменное оборудование Рекуперативное оборудование: кожухотрубчатые, пластинчатые, спиральные теплообменники, АВО, теплообменные элементы в составе аппаратов. Регенеративное оборудование: аппараты с неподвижной насадкой, барабанные, с движущимися теплообменными элементами.	1	-	-	20	Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 474-509. 6.2.3: С. 265-300.	Собеседование		Конспект лекций

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Смесительные теплообменные аппараты.								
	Тема 3.2 Практическая работа №4 Расчет и подбор кожухотрубчатого теплообменника			2	10	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
	Тема 3.3 Практическая работа №5 Расчет рубашки емкостного реактора.			1	10	Подготовка отчета, чтение лекций			
	Тема 3.4 Практическая работа №6 Расчет АВО.			2	10	Подготовка отчета, чтение лекций	Собеседование		Конспект лекций
ПК-1, ИПК-1.4. ИПК-1.5.	Тема 4.1. Современные способы расчета и подбора теплообменного и вспомогательного оборудования Системы САПР при расчете оборудования, САМ системы, применяемые для моделирования аппаратов.	1			23	Чтение лекций	Тестирование		Конспект лекций
	ИТОГО по дисциплине	4		8	123				

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

Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Характеристика процессов теплообмена: классификация теплообменных аппаратов, теплоносители, области их применения. Уравнение теплопередачи.
2. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Основные элементы конструкции: размещение и крепление труб в трубных решётках, соединение трубной решётки с кожухом, перегородки, штуцера. Последовательность расчёта теплообменника с целью выбора стандартизованного аппарата.
3. Кожухотрубчатые теплообменники. Способы компенсации температурных напряжений в конструкции. Расчёт средней разности температур между теплоносителями и их средние температуры.
4. Двухтрубные теплообменники. Тепловой расчёт теплообменного аппарата.
5. Змеевиковые теплообменники: погружные, наружные и оросительные. Области применения. Последовательность расчёта.
6. Теплообменные аппараты с плоской теплообменной поверхностью. Тепловой баланс рекуперативного теплообменника.
7. Теплообменные аппараты с оребрённой поверхностью теплообмена: калориферы, аппараты воздушного охлаждения. Особенности теплового расчёта аппарата воздушного охлаждения.
8. Контактные теплообменные аппараты: барботажные и инжекторные нагреватели. Тепловой баланс смесительного нагревателя.
9. Смесительные конденсаторы: насадочные и полочные (тарельчатые). Расчёт противоточного смесительного конденсатора.
10. Градирни с естественной и вентиляторной тягой. Особенности теплового расчёта градирни.
11. Регенеративные теплообменные аппараты с неподвижной и движущейся насадкой. Схема и особенности расчёта регенеративного теплообменника.
12. Выпарные трубчатые аппараты с естественной циркуляцией раствора. Схема и особенности расчета.
13. Выпарные трубчатые аппараты с принудительной циркуляцией раствора. Схема их расчета.
14. Конструкции узлов ввода пара и вывода конденсата и инертов греющих камер выпарных аппаратов. Тепловой баланс выпарного аппарата.
15. Пленочные трубчатые выпарные аппараты. Общая схема и особенности расчета.
16. Трубопроводы
17. Системы пневмотранспорта
18. Арматура предохранительная
19. Арматура запорная
20. Оборудование для хранения жидкостей
21. Оборудование для хранения газов

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	10	5	5	10	
Выполнение практических работ	4	15	15	13	11	До 4 за работу
Посещение занятий	1x17=17					

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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПК-1 - Способен осуществлять контроль выполнения требований технологического регламента процессов органического синтеза, контролировать и координировать работу технологического объекта	ИПК-1.4. Анализирует и прогнозирует работоспособность объектов техники, оборудования, их технические и эксплуатационные параметры ИПК-1.5. Применяет методы и средства расчета для подбора типового оборудования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ дисциплины “материаловедение”, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по материаловедению. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора 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. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов /А.С.Тимонин [и др.]; под общ. ред. А.С.Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера», 2017. – 948 с.

6.1.2. Поникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.

6.1.3. Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи / И.В. Доманский [и др.]; под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.

6.1.4. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: В 2 кн. / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. Кн. 1 – 400 с., Кн. 2 – 368 с.

6.1.5. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. – М.: Альянс, 2007 – 576 с.

6.2. Учебные пособия

6.2.1. Ульянов В.М. Машины и аппараты предприятий основной химии. Оборудование для механических, гидромеханических и теплообменных процессов / В.М.Ульянов, В.А.Диков, – Н.Новгород, 2018. – 266 с.

6.2.2. Ульянов В.М. Машины и аппараты предприятий основной химии. Оборудование для тепловых, массообменных и химических процессов: учеб. пособие / В.М.Ульянов, А.А.Сидягин, – Н.Новгород, 2019. – 360 с.

6.2.3. Технологические расчёты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств. Примеры и задачи: учеб. пособие / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под ред. В.М. Ульянова, – Н.Новгород, 2015. – 633 с.

6.2.4. Машины и аппараты химических производств: лабораторный практикум / А.И. Пронин [и др.]; под ред. В.М. Ульянова. – Н. Новгород, 2007. – 196 с.

6.2.5. Сидягин, А.А. Расчёт и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб пособие для вузов / А.А. Сидягин, В.М. Косырев, – Н. Новгород, 2009. – 150 с.

6.3. Методические указания

6.3.1. Конструкции и расчет кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: метод. указания / НГТУ; сост. В.М. Ульянов. – Н. Новгород, 2014. – 59 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/
3	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	http://cdot-nntu.ru/электронная библиотека
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/

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 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 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/
4	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 12 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 «КонсультантПлюс»	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.

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 ФЗ об образовании 273-ФЗ от 29.12.12, ст.79, п.8 “Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся”. АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами и 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.

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	3204 Аудитория для лекционных занятий, 53 посадочных места Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 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
		Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	3207 Лаборатория МАХП Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Установка изучения АВО Установка изучения пленочного теплообменника	
3	2104 Лаборатория «Процессы и аппараты», 30 посадочных мест Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Изучение работы теплообменника труба-в-трубе Изучение работы кожухотрубчатого теплообменника	
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' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• Microsoft Windows 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 Intel Celeron 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 (подписка DreamSpark 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 проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;

При преподавании дисциплины «Расчет теплового и вспомогательного оборудования в химической технологии», 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, 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 практических 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 зачет 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 и 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 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.

10.4 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.

10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы обучения

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

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 практических занятий;
- тестирование по различным разделам курса

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Не предусмотрены.

11.1.2. Типовые задания к практическим занятиям

Типовые задания и контрольные вопросы приведены в методических указаниях (6.2.1; 6.2.2).

11.1.3. Типовые тестовые задания

1.: В рекуперативных теплообменных аппаратах обмен теплом между двумя теплоносителями производится:

- 1) путем радиационного обогрева
- 2) смешением теплоносителей
- 3) через разделительную стенку
- 4) посредством промежуточного твердого теплоносителя

2: Термические напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках жесткой конструкции возникают по причине;

- 1) разных температур труб и кожуха
- 2) разных материалов труб и кожуха
- 3) жесткой связи труб и кожуха с помощью трубных решеток при разных температурах и /или разных материалах труб и кожуха

3. Определить требуемую поверхность теплообмена при тепловой нагрузке 100 кВт, коэффициенте теплопередачи $2000 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ и разнице температур $20 \text{ }^\circ\text{С}$.

1. 2.5 м^2
2. 5 м^2
3. 10 м^2
4. 20 м^2

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

Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Характеристика процессов теплообмена: классификация теплообменных аппаратов, теплоносители, области их применения. Уравнение теплопередачи.
2. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Основные элементы конструкции: размещение и крепление труб в трубных решётках, соединение трубной решётки с кожухом, перегородки, штуцера. Последовательность расчёта теплообменника с целью выбора стандартизованного аппарата.
3. Кожухотрубчатые теплообменники. Способы компенсации температурных напряжений в конструкции. Расчёт средней разности температур между теплоносителями и их средние температуры.
4. Двухтрубные теплообменники. Тепловой расчёт теплообменного аппарата.
5. Змеевиковые теплообменники: погружные, наружные и оросительные. Области применения. Последовательность расчёта.
6. Теплообменные аппараты с плоской теплообменной поверхностью. Тепловой баланс рекуперативного теплообменника.
7. Теплообменные аппараты с оребрённой поверхностью теплообмена: калориферы, аппараты воздушного охлаждения. Особенности теплового расчёта аппарата воздушного охлаждения.
8. Контактные теплообменные аппараты: барботажные и инжекторные нагреватели. Тепловой баланс смесительного нагревателя.
9. Смесительные конденсаторы: насадочные и полочные (тарельчатые). Расчёт противоточного смесительного конденсатора.
10. Градирни с естественной и вентиляторной тягой. Особенности теплового расчёта градирни.
11. Регенеративные теплообменные аппараты с неподвижной и движущейся насадкой. Схема и особенности расчёта регенеративного теплообменника.
12. Выпарные трубчатые аппараты с естественной циркуляцией раствора. Схема и особенности расчёта.
13. Выпарные трубчатые аппараты с принудительной циркуляцией раствора. Схема их расчёта.
14. Конструкции узлов ввода пара и вывода конденсата и инертов греющих камер выпарных аппаратов. Тепловой баланс выпарного аппарата.
15. Пленочные трубчатые выпарные аппараты. Общая схема и особенности расчёта.
16. Трубопроводы
17. Системы пневмотранспорта
18. Арматура предохранительная
19. Арматура запорная
20. Оборудование для хранения жидкостей
21. Оборудование для хранения газов