

**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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 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 2023

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

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

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 28.04.2023 № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы  
протокол от 05.05.2023 № 7

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  |   |
|             |   | с                                 |   | 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<br><br>ИПК-1.5. Применяет методы и средства расчета для подбора типового оборудования | <b>Знать:</b> методы подбора и расчета технологического теплообменного и вспомогательного оборудования | <b>Уметь:</b> анализировать и прогнозировать работоспособность объектов техники, оборудования, их технические и эксплуатационные параметры | <b>Владеть:</b> методами и средствами расчета и подбора типового оборудования | Тестовые задания<br>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            |
| <b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b> | <b>55</b>    | <b>55</b>    |
| <b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>  | <b>34</b>    | <b>34</b>    |
| - лекции (Л)  | 17           | 17           |
| - лабораторные работы (ЛР)  |              |              |
| - практические занятия (ПЗ)   | 34           | 34           |
| - практикумы (П)  | -            | -            |
| <b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>   | <b>4</b>     | <b>4</b>     |
| - групповые консультации по дисциплине (КСР)  | 4            | 4            |
| <b>промежуточной аттестации (экзамен)</b>   | <b>-</b>     | <b>-</b>     |
| - индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:  | -            | -            |
| - по проектированию: проект (работа)  |              |              |
| - по выполнению РГР   |              |              |
| - по выполнению КР  |              |              |
| - по составлению реферата (доклада, эссе)   |              |              |
| <b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>   | <b>89</b>    | <b>89</b>    |
| <b>Вид промежуточной аттестации зачет с оценкой</b>   |              |              |
| <b>Общая трудоёмкость, часы/зачетные единицы</b>  | <b>144/4</b> | <b>144/4</b> |



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

| <b>Вид учебной работы</b>   | <b>Всего часов</b> | <b>Курс 5</b> |
|---|--------------------|---------------|
| <b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем<br/>(по видам учебных занятий) (всего), в том числе:</b>   | <b>17</b>          | <b>17</b>     |
| <b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>  | <b>12</b>          | <b>12</b>     |
| - лекции (Л)  | 4                  | 4             |
| - лабораторные работы (ЛР)  |                    |               |
| - практические занятия (ПЗ)   | 8                  | 8             |
| - практикумы (П)  | -                  | -             |
| <b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>   | <b>5</b>           | <b>5</b>      |
| - групповые консультации по дисциплине  | 4                  | 4             |
| - групповые консультации по промежуточной аттестации (зачет с оценкой)  | 1                  | 1             |
| - индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:<br>- по проектированию: проект (работа)<br>- по выполнению РГР<br>- по выполнению КР<br>- по составлению реферата, доклада, эссе |                    |               |
| <b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>   | <b>123</b>         | <b>123</b>    |
| <b>Вид промежуточной аттестации<br/>Зачет с оценкой</b>   | <b>4</b>           | <b>4</b>      |
| <b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>  | <b>144/4</b>       | <b>144/4</b>  |

## 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 (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем   | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС                                | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|--|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|--|---|--|---|
|   |  | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |  |   |  |   |
|   |  | Лекции              | Лабораторные | Практические |                                    |  |   |  |   |
| <b>7 семестр</b>  |  |                     |              |              |                                    |  |   |  |   |
| ПК-1, ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 1.1. Введение. Классификация вспомогательного и теплообменного оборудования</b><br>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.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 2.1. Вспомогательное оборудование</b><br>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 (контролируемые) результаты освоения:<br>код УК; ОПК; ПК<br>и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем   | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС   | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|--|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|---|---|--|---|
|   |  | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |   |   |  |   |
|   |  | Лекционные          | Лабораторные | Практические |                                    |   |   |  |   |
|   | автоматизированной подачи сред. Предохранительная и защитная арматура, подбор.   |                     |              |              |                                    |   |   |  |   |
|   | <b>Тема 2.2 Практическая работа №1</b><br>Расчет оборудования для хранения сыпучих сред  |                     |              | 6            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
|   | <b>Тема 2.3 Практическая работа №2</b><br>Подбор предохранительной арматуры  |                     |              | 4            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              |   |  |   |
|   | <b>Тема 2.4 Практическая работа №3</b><br>Расчет трубопровода и запорной арматуры на нем   |                     |              | 4            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              |   |  |   |
| ПК-1, ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 3.1. Теплообменное оборудование</b><br>Рекуперативное оборудование: кожухотрубчатые, пластинчатые, спиральные теплообменники, АВО, теплообменные элементы в составе аппаратов.<br>Регенеративное оборудование: аппараты с неподвижной насадкой, барабанные, с движущимися теплообменными элементами. | 5                   | -            | -            | 10                                 | Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 474-509.<br>6.2.3: С. 265-300. | Собеседование   | Конспект лекций  |   |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения:<br>код УК; ОПК; ПК<br>и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем  | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС                          | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|---|--|---|
|   |   | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |                                  |   |  |   |
|   |   | Лекционные          | Лабораторные | Практические |                                    |                                  |   |  |   |
|   | Смесительные теплообменные аппараты.  |                     |              |              |                                    |                                  |   |  |   |
|   | <b>Тема 3.2 Практическая работа №4</b><br>Расчет и подбор кожухотрубчатого теплообменника   |                     |              | 8            | 9                                  | Подготовка отчета, чтение лекций | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
|   | <b>Тема 3.3 Практическая работа №5</b><br>Расчет рубашки емкостного реактора.   |                     |              | 6            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций |   |  |   |
|   | <b>Тема 3.4 Практическая работа №6</b><br>Расчет АВО.   |                     |              | 6            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
| ПК-1, ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 4.1. Современные способы расчета и подбора теплообменного и вспомогательного оборудования</b><br>Системы САПР при расчете оборудования, САМ системы, применяемые для моделирования аппаратов. | 5                   |              |              | 10                                 | Чтение лекций                    | Тестирование  | Конспект лекций  |   |
|   | <b>ИТОГО по дисциплине</b>  | 17                  |              | 34           | 89                                 |                                  |   |  |   |

Таблица 6

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

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем  | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС                                | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|--|---|--|---|
|   |   | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |  |   |  |   |
|   |   | Лекции              | Лабораторные | Практические |                                    |  |   |  |   |
| <b>5 курс</b>   |   |                     |              |              |                                    |  |   |  |   |
| ПК-1 ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.   | <b>Тема 1.1. Введение. Классификация вспомогательного и теплообменного оборудования</b><br>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.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 2.1. Вспомогательное оборудование</b><br>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 (контролируемые) результаты освоения:<br>код УК; ОПК; ПК<br>и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем   | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС   | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|--|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|---|---|--|---|
|   |  | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |   |   |  |   |
|   |  | Лекционные          | Лабораторные | Практические |                                    |   |   |  |   |
|   | Предохранительная и защитная арматура, подбор.   |                     |              |              |                                    |   |   |  |   |
|   | <b>Тема 2.2 Практическая работа №1</b><br>Расчет оборудования для хранения сыпучих сред  |                     |              | 1            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
|   | <b>Тема 2.3 Практическая работа №2</b><br>Подбор предохранительной арматуры  |                     |              | 1            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              |   |  |   |
|   | <b>Тема 2.4 Практическая работа №3</b><br>Расчет трубопровода и запорной арматуры на нем   |                     |              | 1            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций                              |   |  |   |
| ПК-1, ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 3.1. Теплообменное оборудование</b><br>Рекуперативное оборудование: кожухотрубчатые, пластинчатые, спиральные теплообменники, АВО, теплообменные элементы в составе аппаратов.<br>Регенеративное оборудование: аппараты с неподвижной насадкой, барабанные, с движущимися теплообменными элементами.<br>Смесительные теплообменные | 1                   | -            | -            | 20                                 | Подготовка к лекциям 6.1.1: С. 474-509.<br>6.2.3: С. 265-300. | Собеседование   | Конспект лекций  |   |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения:<br>код УК; ОПК; ПК<br>и индикаторы достижения компетенций | Наименование тем  | Виды учебной работы |              |              |                                    | Вид СРС                          | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---------------------|--------------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|---|--|---|
|   |   | Контактная работа   |              |              | Самостоятельная работа обучающихся |                                  |   |  |   |
|   |   | Лекции              | Лабораторные | Практические |                                    |                                  |   |  |   |
|   | аппараты.   |                     |              |              |                                    |                                  |   |  |   |
|   | <b>Тема 3.2 Практическая работа №4</b><br>Расчет и подбор кожухотрубчатого теплообменника   |                     |              | 2            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
|   | <b>Тема 3.3 Практическая работа №5</b><br>Расчет рубашки емкостного реактора.   |                     |              | 1            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций |   |  |   |
|   | <b>Тема 3.4 Практическая работа №6</b><br>Расчет АВО.   |                     |              | 2            | 10                                 | Подготовка отчета, чтение лекций | Собеседование   | Конспект лекций  |   |
| ПК-1, ИПК-1.4.<br>ИПК-1.5.  | <b>Тема 4.1. Современные способы расчета и подбора теплообменного и вспомогательного оборудования</b><br>Системы САПР при расчете оборудования, САМ системы, применяемые для моделирования аппаратов. | 1                   |              |              | 23                                 | Чтение лекций                    | Тестирование  | Конспект лекций  |   |
|   | <b>ИТОГО по дисциплине</b>  | 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 расчёта.
13. Выпарные трубчатые аппараты с принудительной циркуляцией раствора. Схема их расчёта.
14. Конструкции узлов ввода пара и вывода конденсата и инертных 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



## 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»<br>0-54%<br>от тах рейтинговой оценки контроля   | Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»<br>55-70%<br>от тах рейтинговой оценки контроля  | Оценка «хорошо» / «зачтено»<br>71-85%<br>от тах рейтинговой оценки контроля   | Оценка «отлично» / «зачтено»<br>86-100%<br>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<br><br>ИПК-1.5. Применяет методы и средства расчета для подбора типового оборудования | Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ дисциплины<br>“материаловедение”, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала | Фрагментарные, поверхностные знания по материаловедению.<br>Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.<br>Затруднения при формулировании основных положений и их применении | Знает материал на достаточно хорошем уровне;<br>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<br>«5»<br>(отлично) - зачтено                    | оценку <b>«отлично»</b> 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<br>«4»<br>(хорошо) - зачтено                     | оценку <b>«хорошо»</b> 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<br>«3»<br>(удовлетворительно) - зачтено        | оценку <b>«удовлетворительно»</b> 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<br>«2»<br>(неудовлетворительно) – не зачтено | оценку <b>«неудовлетворительно»</b> 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  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>                           |
| 2 | Лань  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| 3 | Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ                                      | <a href="http://cdot-nntu.ru/электронная_библиотека">http://cdot-nntu.ru/электронная библиотека</a> |
| 4 | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>   |

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

Таблица 11

**Программное обеспечение**

| <b>№ п/п</b> | <b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>     | <b>Программное обеспечение свободного распространения</b>   |
|--------------|--|---|
| 1            | Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 19.06.19) | Adobe Acrobat Reader<br><a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a> |
| 2            | Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)                            | OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>  |
| 4            | Консультант Плюс   | PTC Mathcad Express<br><a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>  |

**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**

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

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 | 3204 Аудитория для лекционных занятий, 53 посадочных места<br><br>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49 | Комплект демонстрационного оборудования:<br><br>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 15' – 1шт.<br>Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; |  |

| № | Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа   |
|---|--|--|--|
|   |  | Экран – 1 шт.  |  |
| 2 | 3207 Лаборатория МАХП<br>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49  | Установка изучения АВО<br>Установка изучения пленочного теплообменника   |  |
| 3 | 2104 Лаборатория «Процессы и аппараты», 30 посадочных мест<br>Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49                                       | Изучение работы теплообменника труба-в-трубе<br>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:<br>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт.<br>Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;<br>Экран – 1 шт.;<br>Набор учебно-наглядных пособий | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>   |
| 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.<br>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox (свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul> |

## 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 лично-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 Вт/м<sup>2</sup> К и разнице температур 20 °С.

1. 2.5 м<sup>2</sup>
2. 5 м<sup>2</sup>
3. 10 м<sup>2</sup>
4. 20 м<sup>2</sup>

## 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