

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

**Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)**  
*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Т  
подпись  
“ 10 ” 06 \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.2 Конструирование теплообменных аппаратов**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки магистров**

Направление подготовки: 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

## Направленность: «Поршневые и комбинированные двигатели»

### Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ЭУиТД

Кафедра-разработчик ЭУ и ТД

## аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 144/4

часов/з.е

## Промежуточная аттестация: экзамен 1 семестр

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Воеводин Андрей Геннадьевич, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2021 год

Рецензент: Грамузов Евгений Михайлович, д.т.н., проф. каф. «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е.Алексеева  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
от 28.02.2018 г. № 149 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 10.05.21г № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы ЭУ и ТД  
протокол от 03.06.21г № 9

Зав. кафедрой: к.т.н., доцент Хрунков С.Н. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, протокол  
от 08.06.21 № 08/1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный номер № 13.04.03-д-10

Начальник МО \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ /Н.И. Кабанина/  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПВО.....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	9
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	19
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	23
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	25
13.Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	29
14.Рецензия.....	30

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины** «Конструирование теплообменных аппаратов» является систематизация знаний о теплообменном оборудовании, изучение принципов действия и основных характеристик элементов, входящих в его состав, формирование профессиональной готовности к самостоятельной проектной, научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- готовность студентов к использованию полученных знаний, навыков и умений при изучении других общенациональных и специальных дисциплин учебного плана, а также для решения профессиональных задач;
- приобретение компетенций в области проектирования новых типов и элементов теплообменного оборудования, экономии энергоресурсов, защиты окружающей среды;
- формирование навыков проведения научного лабораторного исследования, обработки и анализа результатов эксперимента;
- готовность студентов к организации самостоятельной деятельности для решения поставленных задач;
- готовность студентов к пользованию информационными системами (учебная и научная литература, интернет-ресурсы).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Конструирование теплообменных аппаратов»** реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение», она включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части блока Б1 (Б1.В.ОД.2) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

**2.2.** Для освоения дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» студент должен:

**знать:**

- состав, конструктивные и эксплуатационные характеристики теплообменного оборудования, его назначение;
- методы теплотехнических, гидравлических и прочностных расчетов теплообменного оборудования;

**уметь:**

- применять методы теплотехнических, гидравлических и прочностных расчетов энергетического оборудования для решения практических задач по конструированию теплообменных аппаратов;
- проводить сравнительный анализ основных технико-экономических показателей различных типов теплообменных аппаратов;
- подбирать необходимое оборудование, используя соответствующие каталоги и страницы Интернета;
- пользоваться действующими нормативными документами;

**владеть:**

- методами и приемами теплотехнических, гидравлических и прочностных расчетов для решения проектно-конструкторских и технологических задач в области разработки и создания новых типов теплообменных аппаратов;

- навыками работы с научно-технической и нормативной документацией.

**2.3.** Дисциплина «Конструирование теплообменных аппаратов» является основополагающей для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с проектированием, созданием и эксплуатацией новых образцов теплообменного оборудования транспортных и промышленных объектов. Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Компьютерные технологии в энергетическом машиностроении», «Акустика и вибрации в транспортных энергетических установках», «Сертификация транспортных энергетических установок», «Альтернативная энергетика», и др., а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Процесс изучения дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПВО по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»:

**Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>ПКС-3</b>				
<b>Б1.В.ОД.5</b> Акустика и вибрации в транспортных энергетических установках		+		
<b>Б1.В.ОД.6</b> Сертификация транспортных энергетических установок		+		
<b>ФТД.1</b> Альтернативная энергетика			+	
<b>Б2.П.2</b> Проектная практика		+		
<b>Б1.Б.5</b> Компьютерные технологии в энергетическом машиностроении	+	+		
<b>Б3.Д.1</b> Подготовка к процедуре и защита ВКР				+

#### **4. 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***

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>			<b>Оценочные средства</b>	
		<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>	<b>Текущего контроля</b>	<b>Промежуточной аттестации</b>
ПКС-3 Способен использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества.	<p>ИПКС-3.1. Осуществляет сбор материалов для разработки документации и планирует проектную деятельность в соответствии с выбранной методикой проектирования, осуществляет обоснованный выбор проектных решений и устройств.</p> <p>ИПКС-3.2. Анализирует исходные данные для проектирования и проектные решения при разработке объектов энергетического машиностроения, их основных механизмов, устройств и систем, а также требования, предъявляемые к объекту проектирования.</p> <p>ИПКС-3.3. Разрабатывает техническую документацию в части выполнения расчетов, эскизов объектов и схем систем и устройств.</p>	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, устройство и принципы действия теплообменного оборудования;</li> <li>- взаимосвязи между элементами теплообменных аппаратов ;</li> <li>- технические характеристики и экономические показатели лучших образцов теплообменных аппаратов;</li> <li>-современные средства, методы и содержание проектирования теплообменных аппаратов.</li> </ul>	<p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять работы по проектированию теплообменных аппаратов с учетом нормативной документации;</li> <li>- согласовывать проектную документацию с другими предприятиями;</li> <li>- разрабатывать технические задания на комплектующее оборудование.</li> </ul>	<p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения проектных задач, в том числе обеспечения технологичности и надежности теплообменных аппаратов;</li> <li>- приемами использования современных информационных технологий в области проектирования теплообменного оборудования.</li> </ul>	Вопросы для письменного опроса по разделам. Вопросы к защите лабораторных работ и по практическим занятиям.	Вопросы для устного собеседования на экзамене.

**ПС 19.032 «Специалист по диагностике газотранспортного оборудования».**

**Код и формулировка ТФ:** Д/02.6 Проведение параметрического диагностирования газотранспортного оборудования.

**Трудовые действия** Контроль корректности показаний оборудования для проведения параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Корректировка настроек оборудования для проведения параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Измерение параметров для оценки технического состояния газотранспортного оборудования

**Необходимые  
умения**

Применять оборудование для проведения параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Определять и контролировать работоспособность оборудования для проведения параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Измерять параметры для оценки технического состояния газотранспортного оборудования

**Необходимые  
знания**

Принципы действия и устройство оборудования для проведения параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Требования НТД в области параметрического диагностирования газотранспортного оборудования

Физические основы термодинамического цикла газотранспортного оборудования

Назначение, принцип работы, устройство и конструктивные особенности диагностируемого оборудования

Требования НТД в области охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц (з. е.), **144** академических часа, в том числе: контактная работа обучающихся с преподавателем **59** часов, самостоятельная работа обучающихся **58** часов, контроль – **27** часов.

Распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

**Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру**

<b>Вид учебной работы</b>		<b>Семестр 1</b>
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), в том числе:</b>		<b>59</b>
1.1. Аудиторные занятия (всего)		59
в том числе:	Лекции (Л)	17
	Лабораторные работы (ЛР)	17
	Практические занятия (ПЗ)	17
1.2. КСР		8
в том числе:	Групповые и индивидуальные консультации по материалам лекций и практических занятий	2
	Прием отчетов по лабораторным работам	1
	Прием курсовых работ	5
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>		<b>58</b>
в том числе:	Проработка материалов лекций	20
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	4
	Выполнение курсовой работы	14
	Подготовка к экзамену	20
<b>3. Контроль</b>		<b>27</b>
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>		<b>144/4</b>

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

*Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам*

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>																																	
		Контактная работа			КСР	Самостоятельная работа студентов (СРС), час																																					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час																																							
<b>1 СЕМЕСТР</b>																																											
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3	<b>Раздел 1. Введение. Назначение, классификация и устройство теплообменных аппаратов.</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Тема 1.1</b> Цели и задачи курса. Исторический обзор развития теплообменных аппаратов, современное состояние и перспективы развития.</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,5</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1</td> <td style="padding: 5px;">Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43</td> <td style="padding: 5px;">Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Тема 1.2.</b> Назначение, классификация и устройство теплообменных аппаратов.</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">0,5</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1</td> <td style="padding: 5px;">7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Итого по 1 разделу</b></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"><b>2</b></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>										<b>Тема 1.1</b> Цели и задачи курса. Исторический обзор развития теплообменных аппаратов, современное состояние и перспективы развития.	0,5				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.				<b>Тема 1.2.</b> Назначение, классификация и устройство теплообменных аппаратов.	0,5				1	7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43					<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>1</b>				<b>2</b>					
<b>Тема 1.1</b> Цели и задачи курса. Исторический обзор развития теплообменных аппаратов, современное состояние и перспективы развития.	0,5				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.																																				
<b>Тема 1.2.</b> Назначение, классификация и устройство теплообменных аппаратов.	0,5				1	7.1.1 с. 5...30 7.1.2 с. 4...32 7.1.3 с. 4...43																																					
<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>1</b>				<b>2</b>																																						
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2 ИПКС-3.3	<b>Раздел 2. Тепловой расчет теплообменного аппарата.</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Тема 2.1.</b> Уравнения теплового баланса.</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1</td> <td style="padding: 5px;">Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 31...40</td> <td style="padding: 5px;">Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>										<b>Тема 2.1.</b> Уравнения теплового баланса.	1				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 31...40	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.																									
<b>Тема 2.1.</b> Уравнения теплового баланса.	1				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 31...40	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.																																				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KCP									
	Тема 2.2. Уравнения теплопередачи.	1				4								
	Итого по 2 разделу	2				5								
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2 ИПКС- 3.3	Раздел 3. Кожухотрубные теплообменные аппараты													
	Тема 3.1 Кожухотрубные теплообменные аппараты.	1		2		1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы 7.1.1 с. 71...80	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.						
	Тема 3.2 Тепловой расчет кожухотрубного теплообменного аппарата.	1		3		3								
	Лабораторная работа №1 по теме 3.1 Определение параметров водо-воздушного теплообменного аппарата.		3			2	Подготовка к лабораторным работам 7.3.1 7.3.2	Выполнение измерений. Коллективно-групповое обсуждение результатов проведенных опытов.						
	Лабораторная работа №2 по теме 3.1 Определение параметров водоводяного теплообменного аппарата.		3			2								
	Лабораторная работа №3 по теме 3.1 Определение параметров водо-масляного теплообменного аппарата.		3			2								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KCP									
	По теме № 3.1 Сдача отчетов. Контрольный опрос.				2	2	Оформление отчетов по результатам лабораторных работ, подготовка к опросу.	Защита отчетов лабораторной работы.						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>12</b>								
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2 ИПКС- 3.3	<b>Раздел 4. Виды расчетов рекуперативных теплообменных аппаратов</b>						Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 231...248 Выполнение курсовой работы. 7.1.1 с. 265...280	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.						
	<b>Тема 4.1.</b> Содержание конструктивного и поверочного теплового расчета теплообменного аппарата.	0,5												
	<b>Тема 4.2.</b> Тепловой поверочный расчет.	0,5				1								
	<b>Тема 4.3.</b> Определение эффективности теплообменного аппарата.	0,5				1								
	<b>Тема 4.4.</b> Тепловой конструктивный расчет.	0,5				1								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KCP									
	<b>Тема 4.5.</b> Компоновочный расчет секционного теплообменника.	1			2							
	<b>Тема 4.6.</b> Пример теплового конструктивного расчета секционного кожухотрубного теплообменника по теме курсовой работы.	1			2	2						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	4			2	7						
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2 ИПКС- 3.3	<b>Раздел 5. Основы проектирования рекуперативных теплообменных аппаратов с рабочими телами воздух, вода, уходящие газы, нефтепродукты</b>											
	<b>Тема 5.1.</b> Виды теплового расчета (поверочный, конструктивный).	1		2		1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.2.2 с. 86...107	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы.				
	<b>Тема 5.2.</b> Тепловой расчет (уравнения теплового баланса и теплопередачи, определение температурного напора, расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи).	1		4		2						
	<b>Итого по 5 разделу</b>	2		6		3						
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2	<b>Раздел 6. Аэро-и гидродинамика рекуперативных теплообменных аппаратов</b>											
	<b>Тема 6.1. Определение значений гидравлических сопротивлений.</b>	1		2		1	Проработка лекций, основной и	Лекция-объяснение с частичным				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KCP									
ИПКС- 3.3	<b>Темы 6.2.</b> Пример аэро-гидравлического расчета секционного кожухотрубного теплообменника по теме курсовой работы.	1		2		1	дополнительной литературы. 7.1.1 с. 100...111 7.1.3 с. 247...270 Выполнение курсовой работы 7.2.3 с. 102...130	привлечением формы дискуссии, беседы.						
	<b>Лабораторная работа №1 по разделу 6.</b> Определение характеристик осевого вентилятора		4			1	Подготовка к лабораторным работам. 7.3.6 7.3.7	Выполнение измерений. Коллективно-групповое обсуждение результатов проведенных опытов.						
	<b>Лабораторная работа №2 по разделу 6.</b> Определение характеристик поршневого компрессора		4			1								
	<b>По разделу 6.</b> Сдача отчетов по лабораторным работам. Контрольный опрос.				2	1	Оформление отчетов по результатам лабораторных работ, подготовка к опросу.	Защита отчетов лабораторных работ.						
	<b>Итого по 6 разделу</b>	2	8	4	2	5								
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2 ИПКС- 3.3	<b>Раздел 7. Пластиинчатые теплообменные аппараты</b>													
	<b>Тема 7.1.</b> Конструктивные схемы.	1				1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы.	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Тема 7.2.</b> Пример теплового поверочного расчета.	1				2	7.1.1 с. 112...129							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	KCP									
	<b>Итого по 7 разделу</b>	2				3								
ПКС-3 ИПКС-3.1 ИПКС- 3.2 ИПКС- 3.3	<b>Раздел 8. Прочностные расчеты кожухотрубных теплообменных аппаратов</b>													
	<b>Тема 8.1.</b> Основы прочностного расчета основных элементов рекуперативного кожухотрубного аппарата.	1		2		1	Проработка лекций, основной и дополнительной литературы. 7.1.1 с. 130...150	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы						
	<b>Тема 8.2.</b> Пример прочностного расчета элементов секционного кожухотрубного теплообменника по теме курсовой работы.	1			2	2								
	<b>Итого по 8 разделу</b>	2		2	2	3								
	<b>Экзамен</b>					18	Работа с конспектом лекций и учебным материалом. Составление плана и тезисов ответа на теоретические вопросы. 7.1.1; 7.1.2; 7.1.3 7.2.1; 7.2.2; 7.2.3 12.2							
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		17	17	17	8	58								

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

6.1. Для оценки знаний, умений и навыков используется текущий контроль и промежуточная аттестация.

6.1.1. Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, сдача допуска к выполнению лабораторных работ, текущий опрос на практических занятиях и содержит:

- вопросы к лабораторным работам (представлены в п. 12.1 и методических указаниях к лабораторным работам);
- вопросы по темам лекций (представлены в п. 12.2);
- вопросы по практическим занятиям (представлены в п. 12.2).

6.1.2 Промежуточная аттестация содержит:

- теоретические вопросы к экзамену;
- защиту курсовой работы;
- отчеты по лабораторным работам.

Материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков для текущей и промежуточной аттестации находятся на кафедре.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

*Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Оценка</b>
41<R≤50	Отлично
31<R≤40	Хорошо
21<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

**Таблица 6 –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» 0-40 % от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 41-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-3 Способен использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества.	ИПКС-3.1. Осуществляет сбор материалов для разработки документации и планирует проектную деятельность в соответствии с выбранной методикой проектирования, осуществляет обоснованный выбор проектных решений и устройств. ИПКС-3.2. Анализирует исходные данные для проектирования и проектные решения при разработке объектов энергетического машиностроения, их основных механизмов, устройств и систем, а также требования, предъявляемые к объекту проектирования. ИПКС-3.3. Разрабатывает техническую документацию в части выполнения расчетов, эскизов объектов и схем систем и устройств.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основных терминов и определений. Не способен провести формализацию задач описания и проектирования теплообменного аппарата. Не может произвести расчеты и выбор теплообменного оборудования.	Фрагментарные поверхностные знания лекционного курса, изложение полученных знаний неполное. Знает основные термины и определения. Способен провести формализацию задач описания, проектирования и выбора теплообменного оборудования на основе исходной информации. Способен решать задачи с применением стандартных алгоритмов и программного обеспечения.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Представляет и способен решать задачи проектирования и выбора теплообменного оборудования на основе исходной информации. Способен решать задачи с помощью специализированного программного обеспечения.	Имеет глубокие знания всего лекционного материала. Способен самостоятельно формулировать и формализовать задачи проектирования и создания проектов теплообменных аппаратов. Способен решать их с помощью специализированного программного обеспечения. Может проводить анализ полученного решения.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценки « <b>отлично</b> » заслуживает студент, 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)	оценки « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, 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)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, 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)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

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

7.1.1. Хряпченков, А.С. Судовые вспомогательные и утилизационные котлы / А.С. Хряпченков. - Л. : Судостроение, 1988.- 296 с.

7.1.2. Барилович В.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена : Учеб.пособие / В.А. Барилович, Ю.А. Смирнов. - М. : ИНФРА-М, 2015. - 432 с.

7.1.3. Арсеньев, Г.В. и др. Тепловое оборудование и тепловые сети / Г.В. Арсеньев и др. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 400 с.

7.1.4. Кудинов А.А. Тепломассообмен : Учеб.пособие / А.А. Кудинов. - М. : ИНФРА-М, 2015. - 374 с.

### **7.2. Справочно-библиографическая литература**

7.2.1. Примеры и задачи по тепломассообмену : Учеб.пособие / В.С. Логинов [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2011. - 256 с.

7.2.2. Ручкин Ю.Н. Судовые энергетические установки и их элементы: Учебное пособие / Ю.Н. Ручкин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2008. – 159 с.

### **7.3. Методические указания, разработанные преподавателями**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине, комплекты индивидуальных и контрольных заданий:

7.3.1. А.С. Хряпченков, С.Н. Зеленов, Б.В. Кузнецов, Г.И. Самойлов. Испытание котлоагрегата: методические разработки к лабораторной работе «Теплотехнические

балансовые и аэродинамические испытания судового вспомогательного автоматизированного котлоагрегата КВА 0,25/3-М» для студентов специальностей 180101 «Кораблестроение и океанотехника» 180103 «Судовые энергетические установки» дневной формы обучения / НГТУ; сост.: А.С. Хряпченков, С.Н. Зеленов и др. Н.Новгород, 2008. – 17с.

7.3.2. А.Г. Воеводин, С.Н. Зеленов, С.Н. Хрунков, Г.И. Самойлов. Обследование энергетических установок методами газового анализа: учебное пособие / НГТУ им. Р.Е.Алексеева - Нижний Новгород, 2014. - 92 с.

7.3.3. А.Г. Воеводин, С.Н. Зеленов. Определение характеристик центробежного вентилятора 5ЦС-34: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Судовые энергетические установки» для студентов, обучающихся по специальностям 180100, 180101, 180103 очной формы обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: С.Н. Зеленов, А.Г. Воеводин. - Нижний Новгород, 2013. - 7 с.

7.3.4. А.Г. Воеводин, С.Н. Зеленов, В.А. Кутыркин. Определение характеристик судового центробежно-вихревого насоса ЭПНМ-0,4/50: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Судовые энергетические установки» для студентов, обучающихся по специальностям 180100, 180101, 180103 очной формы обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: С.Н. Зеленов, А.Г. Воеводин. - Нижний Новгород, 2013. - 8 с.

7.3.5. С.Н. Зеленов, А.Г. Воеводин. Расчет и выбор оборудования систем СЭУ: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Энергетические комплексы морской техники» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» очной формы обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: С.Н. Зеленов, А.Г. Воеводин. - Нижний Новгород, 2015. -22 с.

7.3.6. А.Г. Воеводин, С.Н. Зеленов, В.А. Кутыркин, А.В. Малахов. Определение характеристик осевого вентилятора ВО-2,5: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Судовые энергетические установки» для студентов, обучающихся по специальностям 180100, 180101, 180103 очной формы обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: А.Г. Воеводин. - Нижний Новгород, 2013. - 9 с.

7.3.7. А.Г. Воеводин, С.Н. Зеленов, В.А. Кутыркин. Определение характеристик судового поршневого компрессора КВД – 10/60: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Судовые энергетические установки» для студентов, обучающихся по специальностям 180100, 180101, 180103 очной формы обучения / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: А.Г. Воеводин. - Нижний Новгород, 2013. - 8 с.

## 8. 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).

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

*Таблица 7 - Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:*

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Федеральный портал. Российское образование.	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>

2	Естественный научно-образовательный портал.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a>
3	Информационно-коммуникационные технологии в образовании.	<a href="http://www.ict.edu.ru/">http://www.ict.edu.ru/</a>
4	Федеральный образовательный портал. Инженерное образование.	<a href="http://www.techno.edu.ru/">http://www.techno.edu.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ 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	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	E-LIBRARY.ru	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
5	Научно-техническая библиотека НГТУ	<a href="http://www.nntu.ru/">http://www.nntu.ru/</a> RUS/biblioteka/bibl.htm
6	Университетская библиотека ONLINE НГТУ	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub">http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub</a>
7	Электронный каталог периодических изданий НГТУ	<a href="http://library.nntu.nnov.ru/">http://library.nntu.nnov.ru/</a>
8	ЭБС «Web of Science»	<a href="http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do">http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.d o</a>
9	Scopus	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
10	Гости, нормали, правила, стандарты и законодательство России	<a href="http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm">http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm</a>
11	Реферативные журналы	<a href="http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm">http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/ref_gyrnal_14.htm</a>

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

**Таблица 9 - Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1C предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016 )	

**Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	Правила классификации и постройки морских судов. 18-е издание, 2020	<a href="http://www.rs-class.org">http://www.rs-class.org</a> Правила
2	сайт Российского Морского Регистра судоходства	<a href="http://www.rshead.spb.ru/ru/publications/links.php">http://www.rshead.spb.ru/ru/publications/links.php</a>
3	Российский Речной Регистр	<a href="http://docs.cntd.ru/document/49901268">http://docs.cntd.ru/document/49901268</a> 1 Правила
4	Информационно-поисковая система «Корабел.ру»	<a href="http://www.korabel.catalogue">http://www.korabel.catalogue</a>
5	Сайт конструкторского бюро по проектированию судов «Вымпел»	<a href="http://www.vympel.ru">http://www.vympel.ru</a>
6	Сайт компании "Си Тех" ("Sea Tech")	<a href="http://www.seatech.ru/rus/project/cargo_ships.htm">http://www.seatech.ru/rus/project/cargo_ships.htm</a>

## **9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В табл.11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 11 - 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

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов 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	1	2	3
1	5325 учебная аудитория для	1.Доска меловая 2. Рабочее место преподавателя	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от

	проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	3. Рабочее место студента - 70 чел. 4. Проектор, персональный компьютер/ноутбук, экран	25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
2	<b>5120, 5125</b> аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Лабораторные работы и практические занятия проводят 2 преподавателя и 1 лаборант. 1. Доска меловая – 1 шт. 2. Компьютерные столы (рабочее место студента) на 12 и 24 чел. соответственно; 3. Рабочее место преподавателя – 2 шт.; 4. ПЭВМ: компьютер ACPIx64-based 64; операционная система Microsoft Windows 7 Home Basic; Манипулятор «мышь» ELAN PS/2 Port Smart Pad; проектор BenQ MS504; экран 2000x3000 – 2 шт.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
3	<b>5107, 5313</b> учебные аудитории для проведения занятий лекционного, лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая - 2 шт; 2. Рабочее место преподавателя 1 шт. 3. Рабочее место студента - 50 чел. 4. Экран 2000x3000 – 2 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Натурные учебные стенды паровой турбины, газотурбинных двигателей НК-4, АИ-25. 7. Газотурбинный двигатель ТС-12 Ф; 8. Вытяжной шкаф 13. Учебное оборудование для проведения работ по определению свойств судовых топлив и масел (обводненность, теплота сгорания, температура вспышки, вязкость)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
4	<b>2104</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного, лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Доска меловая - 1 шт; 2. Рабочее место преподавателя – 1 шт. 3. Рабочее место студента - 30 чел. 4. Экран 2000x3000 – 1 шт. 5. Переносной компьютер/ноутбук 6. Главный судовой двигатель ГБЧН 25/34 с гидротормозом Фруда; 7. Вспомогательный паровой котел КВА 0,25/3М; 8. Дизель-генератор ЭЛАД 5000; 9. Комплекс измерительного оборудования «Дитангаз ДАГ 510»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. 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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как очных встреч со студентами, так и с использованием современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

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

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- устный опрос;
- контрольная работа;
- тест;
- защита курсовой работы;
- защита отчетов по лабораторным работам.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 41 до 50 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий, допускаются к промежуточной аттестации (экзамену).

### **11.2. 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 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям /лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной

работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к лабораторным работам (практическим занятиям), экзамену, контрольным работам, при выполнении курсовой работы.

### **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены в лабораторной работе. Необходимо прочитать соответствующие разделы из конспекта лекций и основной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы. Студент должен четко знать ход предстоящей лабораторной работы, иметь четкое представление об используемом в работе приборном и измерительном оборудовании и правилах работы с ним.

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения и навыки работать с механическим оборудованием энергетических установок, измерительными приборами, осуществлять технический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов и их познавательную активность.

После выполнения каждой лабораторной работы студент оформляет отчет, в котором указываются цель, теоретическая часть по данному опыту, ход работы с констатацией наблюдений, (дается рисунок и описание установки, таблица численных результатов, вычисления, график, если требует опыт), выполнение заданий, предложенных в опыте и вывод, согласующийся с теоретической частью.

**При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:**

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

### **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях практического типа**

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач и упражнений в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане вопросов, и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

## **11.5 Методические указания по выполнению курсовых работ**

Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно под текущим контролем преподавателя на практических занятиях в соответствии с заданием (п. 12.3).

Оформление КР (текстовая и графическая часть) производится согласно принятых в НГТУ нормативных документов, рекомендуемый масштаб построения чертежа ТА (общий вид, продольный и поперечный разрез) 1:10.

Образцы выполнения РГР приводятся на практических занятиях.

## **11.6. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа включает проработку лекционного материала, изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к лабораторным занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных отчетов по лабораторным работам и практических заданий и других форм текущего контроля.

Практические задания студент выполняет в отдельной тетради, используя соответствующие методические указания. Условия каждого задания должны быть написаны четко. В тексте решений необходимо приводить краткие пояснения перед каждым вычислением. При решении задач сначала приводится основополагающая формула, затем выписываются все величины, входящие в нее, после этого в формулу подставляются цифры и определяется искомая величина с указанием ее размерности (в единицах системы СИ).

Подготовку к экзамену необходимо начинать заранее. Следует проанализировать методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать основные формулировки терминов и законов и уметь их четко воспроизвести. Ответы на устные теоретические вопросы к экзамену обдумать заранее и построить их в четкой, краткой форме.

# **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

### **12.1.1 Типовые вопросы к лабораторным работам**

*Вопросы к защите лабораторной работы № 1 раздела 3:*

1. Какие приборы используются при выполнении лабораторной работы?
2. Опишите порядок действий при выполнении работы.
3. Какова цель выполнения лабораторной работы?

*Вопросы к защите лабораторной работы № 2 раздела 3:*

1. Какие физические параметры и с помощью каких приборов определяются при выполнении работы?
2. Каким образом определяются значения гидравлических сопротивлений?
3. Какова цель выполнения лабораторной работы?

*Вопросы к защите лабораторной работы № 3 раздела 3:*

1. Какие физические параметры и с помощью каких приборов определяются при выполнении работы?
2. Каким образом определяются значения расходов?
3. Какова цель выполнения лабораторной работы?

*Вопросы к защите лабораторной работы № 1 раздела 6:*

1. Какие физические параметры и с помощью каких приборов определяются при выполнении работы?
2. Каким образом определяются значения расходов?
3. Напорная характеристика вентилятора.
4. Мощностная характеристика вентилятора.

*Вопросы к защите лабораторной работы № 2 раздела 6:*

1. Какие физические параметры и с помощью каких приборов определяются при выполнении работы?
2. Каким образом определяются значения производительности компрессора?
3. Какова цель выполнения лабораторной работы?

#### **12.1.2 Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) или электронной форме опроса по разделам 1...8 дисциплины:**

1. Достоинства и недостатки ТА смесительного типа.
2. Уравнение теплового баланса ТА смесительного типа.
3. Классификация ТА по конструктивным признакам.
4. Классификация ТА по видам теплоносителей.
5. Определение величины тепловой мощности (Вт), передаваемой через стенку рекуператора теплопроводностью, конвекцией и излучением.
6. Определение средней разности температур между горячим и холодным теплоносителями в рекуператоре при прямотоке и противотоке.
7. Критерии подобия, используемые в расчетных уравнениях ТА.
8. Определение коэффициента теплопередачи (через стенку) ТА.
9. Определение коэффициентов теплоотдачи для теплоносителя «вода» в зависимости от скоростного режима.
10. Определение коэффициентов теплоотдачи для теплоносителя «конденсирующийся водяной пар» в зависимости от скоростного режима.
11. Определение коэффициентов теплоотдачи для теплоносителя «мазут (масло)» в зависимости от скоростного режима.
12. Определение коэффициентов теплоотдачи для теплоносителя «воздух» в зависимости от скоростного режима.
13. Расчет гидравлического сопротивления трубной части кожухотрубного ТА.
14. Расчет гидравлического сопротивления межтрубного пространства кожухотрубного ТА.
15. Прочностной расчет основных элементов ТА.
16. Система расчетных уравнений при конструктивном и поверочном тепловых расчетах конвективных поверхностей нагрева котлов и теплообменных аппаратов.

17. Тепловые потери, тепловая потеря вследствие теплообмена наружных поверхностей ТА с окружающей средой, ее величина и определение.
18. Компоновочный расчет секционного теплообменника.

**12.2 Теоретические вопросы, практические задачи и типовые экзаменационные (зачетные) билеты (тесты), необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта для промежуточной аттестации по дисциплине.**

Экзамен проводится в устно-письменной или тестовой форме по всему материалу изучаемого курса «Конструирование теплообменных аппаратов».

**Перечень вопросов по разделу 1. «Введение. Назначение, классификация и устройство теплообменных аппаратов»**

- 1.1. ТА рекуперативные (кожухотрубные и пластинчатые).
- 1.2. ТА регенеративные.
- 1.3. ТА смесительного типа.
- 1.4. Регенеративные секционные ТА.

**Перечень вопросов по разделу 2. «Тепловой расчет теплообменного аппарата»**

- 2.1. Уравнения теплового баланса.
- 2.2. Уравнения теплопередачи.
- 2.3. Определение среднего температурного напора между теплоносителями.
- 2.4. Определение коэффициентов теплоотдачи.
- 2.5. Основные технико-эксплуатационные свойства теплообменных аппаратов.

**Перечень вопросов по разделам 3 и 4. «Кожухотрубные теплообменные аппараты», «Виды расчетов рекуперативных теплообменных аппаратов»**

- 3.1. Тепловой поверочный расчет.
- 3.2. Тепловой конструктивный расчет.
- 3.3. Компоновочный расчет секционного теплообменника.
- 3.4. Определение эффективности ТА.
- 3.5. Определение потерь от наружного охлаждения.

**Перечень вопросов по разделу 5 «Основы проектирования рекуперативных теплообменных аппаратов с рабочими телами воздух, вода, уходящие газы, нефтепродукты»**

- 5.1. Определение коэффициентов теплоотдачи для рабочего тела «воздух».
- 5.2. Определение коэффициентов теплоотдачи для рабочего тела «вода».
- 5.3. Определение коэффициентов теплоотдачи для рабочего тела «нефтепродукты».
- 5.4. Определение коэффициентов теплоотдачи для рабочего тела «уходящие газы».

**Перечень вопросов по разделу 6 «Аэро-и гидродинамика рекуперативных теплообменных аппаратов»**

- 6.1. Определение гидравлических сопротивлений жидкостного и газового трактов теплообменных аппаратов.

6.2. Характеристики вентиляторов и насосов и методы их регулирования.

6.3. Определение гидравлических сопротивлений в трубах.

6.4. Определение гидравлических сопротивлений в межтрубном пространстве.

**Перечень вопросов по разделу 7 «Пластинчатые теплообменные аппараты»**

- 7.1. Конструктивные схемы.
- 7.2. Основы рабочего процесса теплообмена.
- 7.3. Достоинства и недостатки данных типов ТА.
- 7.4. Тепловой расчет аппарата.

**Перечень вопросов по разделу 8. «Прочностные расчеты кожухотрубных теплообменных аппаратов»**

- 8.1. Расчет обечаек.

- 8.2. Расчет крышек.
- 8.3. Расчет труб.
- 8.4. Расчет трубных досок.
- 8.5. Расчет резьбовых соединений.

### **12.3. Тематика курсовых работ:**

- тепловой, аэро-гидродинамический и прочностной расчет рекуперативного кожухотрубного воздушно-водяного теплообменника;
- тепловой, аэро-гидродинамический и прочностной расчет рекуперативного кожухотрубного паро-водяного теплообменника (конденсатора);
- тепловой, аэро-гидродинамический и прочностной расчет рекуперативного пластинчатого водо-водяного теплообменника.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор института ИТС  
А.В. Тумасов  
“\_\_\_” 202\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**Б1. В.ОД.2 «Конструирование теплообменных аппаратов»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Направленность: «Поршневые и комбинированные двигатели»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 1

Семестр 1

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20 \_\_ г.  
начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала  
подготовки):

- 1) .....;
- 2) .....;
- 3) .....

Разработчик (и): Воеводин Андрей Геннадьевич, к.т.н., доцент «\_\_» 2021 г.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭУ и ТД  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

С.Н. Хрунков

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ЭУиТД \_\_\_\_\_ «\_\_» 202\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» 202\_\_ г.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Конструирование теплообменных**  
**аппаратов»**  
**ОП ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»,**  
**направленность «Поршневые и комбинированные двигатели»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Грамузовым Евгением Михайловичем, профессором кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е.Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» ОП ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация выпускника - магистр), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Энергетические установки и тепловые двигатели» (разработчик – Воеводин А.Г., доцент, к.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к перечню обязательных дисциплин вариативной части блока учебного цикла – Б1.В.ОД.2.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Конструирование теплообменных аппаратов» закреплена одна компетенция (ПКС-3). Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» составляет 4 зачётных единицы (144 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Конструирование теплообменных аппаратов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как

обязательной дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, справочно-библиографической и научной литературой – 3 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и преподавателям по организации обучения дают представление о специфике обучения по дисциплине «Конструирование теплообменных аппаратов».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Конструирование теплообменных аппаратов» ОП ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение», направленность «Поршневые и комбинированные двигатели» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Воеводиным А.Г., доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Грамузов Е.М., профессор, кафедра «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н.

10.06. 2021 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)