

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИНДУСТРИЯ 4.0 В ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.06.12</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 6;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 16 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 139,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>8 семестр - 33,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>8 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Графическая работа (чертеж)</b> <b>Отчет</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Люлин Ю.В.
	Идентификатор	Re4bbb65c-LiulinYV-8577cddd

Ю.В. Люлин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Освоение основных принципов разработки моделей прототипов теплообменных устройств на примере систем охлаждения электронной аппаратуры в объектах тепловой и возобновляемой энергетики с применением трехмерного цифрового моделирования, аддитивных технологий и современного измерительного оборудования.

### Задачи дисциплины

- формирование понимания ключевых цифровых технологий Индустрии 4.0;
- приобретения навыков использования технологии компьютерного моделирования в системах автоматизированного проектирования (САПР) для создания трехмерных моделей теплообменных устройств;
- изучение основ аддитивного процесса производства с учетом всех его особенностей;
- освоение техники современного физического эксперимента, приобретение навыков работы с современными средствами измерений и научной аппаратурой;
- получение навыков использования средств компьютерной техники и программного обеспечения при расчетах и обработке экспериментальных данных.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в тепловой и возобновляемой энергетике	ИД-4ПК-4 Использует в профессиональной деятельности методы моделирования состояния и работы объектов тепловой и возобновляемой энергетики	знать: - Технологии аддитивного производства и его особенностей; - Основные ключевые технологии Индустрии 4.0.  уметь: - Проводить испытания теплообменных устройств для охлаждения электронной аппаратуры; - Создавать трехмерные модели теплообменных устройств в системах автоматизированного проектирования (САПР).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение в курс Индустрия 4.0 в тепловой энергетике	12	8	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в курс Индустрия 4.0 в тепловой энергетике" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 12-23 [2], стр. 6-28	
1.1	Основные понятия Индустрия 4.0.	12		4	-	2	-	-	-	-	-	6	-		
2	3Д моделирование прототипа теплообменного устройства	36		8	-	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется 3Д моделирование изделия. Для выполнения задания выполняются предварительные расчеты основных показателей. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "3Д моделирование прототипа теплообменного устройства" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 35-88 [4], гл.6, стр.1-18 [5], стр. 1-64
2.1	Основы работы систем охлаждения электронной аппаратуры в объектах тепловой энергетике.	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-		
2.2	Проектирование и 3Д моделирование прототипа	22		4	-	6	-	-	-	-	-	12	-		
3	Аддитивные технологии в	34	6	-	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение	

	тепловой энергетике												дополнительного материала по разделу "Аддитивные технологии в тепловой энергетике"
3.1	Принципы работы 3Д печати.	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Оптимизация и печать цифровой 3Д модели прототипа	18	2	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 28-81 [7], стр. 8-24
4	Тестирование прототипа теплообменного устройства	46	10	-	10	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тестирование прототипа теплообменного устройства" материалу.
4.1	Проведение испытаний прототипа	24	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: Экспериментальный стенд по определению телепередающих характеристик ребристых радиаторов охлаждения. Инфракрасная камера для определения температуры теплообменной поверхности.
4.2	Обработка и анализ экспериментальных данных.	22	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тестирование прототипа теплообменного устройства" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [8], стр. 480-499 [9], гл. 3 [10], стр.129-180
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	52.0	-	-	-	14	-	4	-	0.3	33.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>28</b>	-	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	-	<b>0.8</b>	<b>105.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>28</b>	-	<b>28</b>	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>139.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Введение в курс Индустрия 4.0 в тепловой энергетике

##### 1.1. Основные понятия Индустрия 4.0.

Структура курса. Технологии «Индустрии 4.0». Цифровые двойники. Технологии аддитивных производств. Интернет вещей.

#### 2. 3Д моделирование прототипа теплообменного устройства

2.1. Основы работы систем охлаждения электронной аппаратуры в объектах тепловой энергетике.

Виды систем охлаждения. Естественное и принудительное охлаждение. Прямое и косвенное охлаждение. Однофазные и двухфазные системы охлаждения. Выбор системы охлаждения. Подготовка технического задания с основными характеристиками устройства..

##### 2.2. Проектирование и 3Д моделирование прототипа

Инженерный расчет теплообменного устройства. Создание цифровой 3Д модели прототипа. Применение системы автоматизированного проектирования.

#### 3. Аддитивные технологии в тепловой энергетике

##### 3.1. Принципы работы 3Д печати.

Классификация аддитивных технологий. Типы 3Д принтеров. Используемые материалы. Инженерные пластики для печати. Особенности печати и требования к 3Д моделям. Знакомство с 3Д принтерами и технологией печати.

##### 3.2. Оптимизация и печать цифровой 3Д модели прототипа

Оптимизация цифровой модели с учетом требований аддитивных технологий. 3Д печать разработанного прототипа.

#### 4. Тестирование прототипа теплообменного устройства

##### 4.1. Проведение испытаний прототипа

Знакомство и измерительным оборудованием. Проведение измерений необходимых режимных параметров. Сбор экспериментальных данных..

##### 4.2. Обработка и анализ экспериментальных данных.

Создание программы обработки данных с использованием современного программного обеспечения. Определение необходимых характеристик. Анализ экспериментальных данных..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Спроектировать 3Д модель прототипа ребристого радиатора охлаждения;
2. Рассчитать и построить зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости потока воздуха;
3. Создание программы обработки данных.;
4. Оптимизация 3Д модели прототипа с учетом требований аддитивных технологий;
5. Создать 3Д модель прототипа ребристого радиатора охлаждения используя специальное программное обеспечение;

6. Определить оптимальный коэффициент оребрения теплообменной поверхности.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Введение в курс Индустрия 4.0 в тепловой энергетике"
2. Консультации проводятся по разделу "3Д моделирование прототипа теплообменного устройства"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аддитивные технологии в тепловой энергетике"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тестирование прототипа теплообменного устройства"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовой проект (КП)

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	30	50	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Описание основных видов ключевых технологий Индустрии 4.0
2	Решение задачи по оптимизации поверхности оребрения
3	Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части КР



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
Основные ключевые технологии Индустрии 4.0	ИД-4ПК-4	+				Тестирование/КМ-1. "Основные понятия Индустрии 4.0"
Технологии аддитивного производства и его особенностей	ИД-4ПК-4			+		Тестирование/КМ-3. "Основы аддитивных технологий"
<b>Уметь:</b>						
Создавать трехмерные модели теплообменных устройств в системах автоматизированного проектирования (САПР)	ИД-4ПК-4		+			Графическая работа (чертеж)/КМ-2. "Создание 3Д модели прототипа теплообменного устройства"
Проводить испытания теплообменных устройств для охлаждения электронной аппаратуры	ИД-4ПК-4				+	Отчет/КМ-4. "Результаты испытаний"

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-1. "Основные понятия Индустрии 4.0" (Тестирование)
2. КМ-3. "Основы аддитивных технологий" (Тестирование)
3. КМ-4. "Результаты испытаний" (Отчет)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. "Создание 3Д модели прототипа теплообменного устройства" (Графическая работа (чертеж))

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

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

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Толкачев, С. А. Две модели неоиндустриализации: Германия - "Индустрия 4.0", США - "промышленный интернет" = неоиндустриальная перспектива / С. А. Толкачев // Экономист . – 2015 . – №9 . – с.13-23 . - "Благодаря компьютеризации автоматизированной становится не только рабочая машина, но и управляющая, а производительные силы принимают форму технотронной триады: работник - ЭВМ - автоматизированные средства производства" ...;
2. Килина М. С., Грищенко В. И., Дымочкин Д. Д., Долгов Г. А., Приходько С. П., Коротыч Д. А. - "Введение в Индустрию 4.0", Издательство: "Донской ГТУ", Ростов-на-Дону, 2021 - (86 с.)

<https://e.lanbook.com/book/237878>;

3. Цветков, Ф. Ф. Теплообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4233>;

4. А. А. Максимова- "Инженерное проектирование в средах САД: геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D»", Издательство: "Сибирский

- федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2016 - (238 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497289>;
5. Суворов А. П.- "Создание трехмерных моделей для аддитивного производства на основе полигонального моделирования. Лабораторный практикум", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (64 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/193332>;
6. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства : [трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство] : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер . – Москва : Техносфера, 2020 . – 648 с. – (Мир станкостроения) . - ISBN 978-5-94836-447-6 .;
7. Горунов А. И., Гайсина А. Р., Гильмутдинов А. Х.- "Основы аддитивного производства", Издательство: "КНИТУ-КАИ", Казань, 2019 - (16 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/144009>;
8. Теплоэнергетика и теплотехника: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / А. А. Александров, и др. ; Ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 564 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника ; Кн.2) . - ISBN 5-7046-0512-5 .;
9. Бухаров, А. В. Датчики для теплофизических изменений : учебное пособие по курсам "Оборудование криогенных систем", "Низкотемпературный эксперимент", "Установки и системы низкотемпературной техники" для студентов, обучающихся по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. В. Бухаров, Т. А. Алексеев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 136 с. - ISBN 978-5-7046-2399-1 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11501>;
10. Бутырин П. А., Васьяковская Т. А., Каратаев В. В., Материкин С. В.- "Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (265 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1089](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1089).

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Компас 3D;
3. nanoCAD Plus;
4. Python.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
13. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-209/7, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Индустрия 4.0 в тепловой энергетике**

(название дисциплины)

**8 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1. "Основные понятия Индустрии 4.0" (Тестирование)

КМ-2 КМ-2. "Создание 3Д модели прототипа теплообменного устройства" (Графическая работа (чертеж))

КМ-3 КМ-3. "Основы аддитивных технологий" (Тестирование)

КМ-4 КМ-4. "Результаты испытаний" (Отчет)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	10	11	13
1	Введение в курс Индустрия 4.0 в тепловой энергетике					
1.1	Основные понятия Индустрия 4.0.		+			
2	3Д моделирование прототипа теплообменного устройства					
2.1	Основы работы систем охлаждения электронной аппаратуры в объектах тепловой энергетике.			+		
2.2	Проектирование и 3Д моделирование прототипа			+		
3	Аддитивные технологии в тепловой энергетике					
3.1	Принципы работы 3Д печати.				+	
3.2	Оптимизация и печать цифровой 3Д модели прототипа				+	
4	Тестирование прототипа теплообменного устройства					
4.1	Проведение испытаний прототипа					+
4.2	Обработка и анализ экспериментальных данных.					+
Вес КМ, %:			10	30	20	40

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Индустрия 4.0 в тепловой энергетике

(название дисциплины)

**8 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 Соблюдение графиков выполнения задания

КМ-2 Соблюдение графиков выполнения задания

КМ-4 Защита курсового проекта

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	14
1	Описание основных видов ключевых технологий Индустрии 4.0		+		
2	Решение задачи по оптимизации поверхности оребрения			+	
3	Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части КР				+
Вес КМ, %:			20	30	50