

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ**  
**СИСТЕМ И УСТАНОВОК ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Домашнее задание Контрольная работа Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савченкова Н.М.
	Идентификатор	R321e87c5-SavchenkovaNM-0593cc

(подпись)

Н.М.

Савченкова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

(подпись)

М.В. Горелов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** ознакомление студентов с путями решения актуальных задач теплообмена для агрегатов и систем авиационной и космической техники.

### Задачи дисциплины

- изучение основных проблем в области процессов тепло- и массопереноса в условиях высотных и космических полётов;
- изучение общих методов расчёта компактных теплообменников;
- формирование навыков определения температурных полей в теплообменниках при прямотоке, противотоке, перекрёстном токе и при сложном относительном движении теплоносителей;
- формирование навыков определения термической эффективности компактных теплообменников при наличии и отсутствии фазовых превращений;
- изучение метода расчета конструктивных и функциональных характеристик холодильно-сушильных агрегатов при работе в невесомости;
- изучение метода расчета конструктивных и функциональных характеристик космических радиационных теплообменников;
- ознакомление с основами теории и расчёта молярных теплопроводов (замкнутых испарительно-конденсационных устройств)..

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 Способен рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Выбирает системы обеспечения тепловых режимов оборудования в зависимости от его типа, технических характеристик и режимов работы	знать: - типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей.  уметь: - рассчитывать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы.
ПК-4 Способен рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Проводит тепловые и гидравлические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники и систем обеспечения тепловых режимов работы оборудования	знать: - теплообменные устройства систем термостабилизации.  уметь: - производить проектный и поверочный расчёты холодильно-сушильного агрегата.; - производить расчёт тепловой нагрузки теплообменника заданной конструкции, локальной температуры разделительной стенки, температурного поля одного из теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей..
ПК-4 Способен рассчитывать и проектировать системы	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Составляет, сопоставляет и выбирает схемы систем обеспечения	знать: - варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы	тепловых режимов	для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных тепловодов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Инженерные методы проектирования компактных теплообменников	12	3	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Инженерные методы проектирования компактных теплообменников" по теме Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Инженерные методы проектирования компактных теплообменников". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], глава 1 [2], 3-60 [4], 5-360 [6], 5-220</p>	
1.1	Инженерные методы проектирования компактных теплообменников	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2	Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их	20		4	-	8	-	-	-	-	-	-	8		-

	термическая эффективность													и их термическая эффективность". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.1	Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность	20	4	-	8	-	-	-	-	-	8	-		[1], глава 2 [3], 3-36
3	Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-		<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-		[1], глава 3
4	Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов и подготовка к контрольной работе
4.1	Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], глава 4

5	Радиационные теплообменники космических аппаратов	16	2	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Радиационные теплообменники космических аппаратов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Проектный расчёт космического радиационного теплообменника <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], глава 4 [5], 5-50
5.1	Радиационные теплообменники космических аппаратов	16	2	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
6	Основы теории и расчёта молярных теплопроводов	15	3	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы теории и расчёта молярных теплопроводов" по теме Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 5-255
6.1	Основы теории и расчёта молярных теплопроводов	15	3	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	59.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Инженерные методы проектирования компактных теплообменников

##### 1.1. Инженерные методы проектирования компактных теплообменников

Общие вопросы проектирования тепломассообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к тепломассообменным устройствам систем искусственного климата различного назначения. Классификация теплообменных аппаратов, применяемых в специальных системах искусственного климата и их назначение. Основные характеристики компактных теплообменников и методы их определения. Особенности расчёта коэффициентов теплопередачи и эффективности оребренных поверхностей. Автоматизированное проектирование теплообменных аппаратов. Блок-схемы машинных методов проектирования теплообменных аппаратов с учетом относительности движения потоков и фазовых превращений теплоносителей. Учет ограничений на геометрические и функциональные параметры..

#### 2. Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность

##### 2.1. Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность

Методы анализа и выбора поверхностей теплообмена. Методы определения эффективности теплообмена оребренных поверхностей, анализ одномерных и двухмерных температурных полей в теплообменниках для различных условий теплообмена с окружающей средой, различных схем относительного движения теплоносителей и различного характера потоков в гладкоканальных и жалюзийных гофрах и при поперечном омывании трубного пучка. Проектирование воздушно-жидкостных испарительных теплообменников, предназначенных для работы в условиях перегрузок и невесомости. Способы сепарации влаги в испарительных теплообменниках. Капиллярные и пленочные испарители. Особенности проектирования топливо-воздушных теплообменников. Многопоточные теплообменники..

#### 3. Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов

##### 3.1. Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов

Специальные теплотехнические устройства систем обеспечения теплового режима космических аппаратов. Теплообменники влажного воздуха. Назначение и принцип работы холодильно-сушильных агрегатов. Особенности конструкций и методов расчета конденсаторов осушителей. Методы удаления и сбора конденсата в условиях невесомости. Основы расчета капиллярных конденсаторов..

#### 4. Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов

##### 4.1. Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов

Методы расчета испарительных и проточных термоплат для охлаждения радиоэлектронного оборудования. Определение температурных полей в зоне подвода теплоты.

#### 5. Радиационные теплообменники космических аппаратов

##### 5.1. Радиационные теплообменники космических аппаратов



Классификация конструкций радиаторов-излучателей. Эффективность излучающих ребер. Оптические свойства излучающих поверхностей и их влияние на температурный режим радиатора. Методы расчета радиационных теплообменников. Методы достижения заданной надёжности при существовании вероятности метеоритного пробоя поверхности..

### 6. Основы теории и расчёта молярных тепловодов

#### 6.1. Основы теории и расчёта молярных тепловодов

Физические основы молярных тепловодов. Тепловые трубы и замкнутые испарительно-конденсационные системы как молярные тепловоды. Принцип устройства и функционирования. Классификация тепловых труб по температурным уровням, конструктивному оформлению, организации движения теплоносителя, назначению. Физические условия переноса тепла и массы в тепловых трубах, режимы их работы. Проектирование тепловых труб с гомогенной фитильной структурой. Структурные и переносные характеристики гомогенных фитильных структур. Гидродинамический и термодинамический анализ процессов переноса тепла и массы в тепловых трубах с сетчатой фитильной структурой. Анализ распределения температур по зонам переноса. Ограничения теплопередающей способности тепловых труб. Инженерные методы расчета сетчатых тепловых труб и способы представления их рабочих характеристик. Номографические методы расчета и построения рабочих характеристик и линий проводимости. Проектирование тепловых труб с гетерогенной фитильной структурой. Особенности переноса тепла и массы в тепловых трубах с аксиальными и резьбовыми капиллярными канавками. Структурное распределение жидкости в единичной канавке. Интенсивность переноса тепла при испарении и конденсации жидкости на развитых поверхностях. Регулирование характеристик тепловых труб. Способы регулирования рабочих характеристик тепловых труб. Понятие о чувствительности и пределах регулирования. Влияние температуры и объёма нейтрального газа на предел регулирования температуры. Оценка влияния давления заполнения и способа охлаждения на рабочие характеристики газорегулируемых тепловых труб..

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

1. Инженерные методы проектирования компактных теплообменников.;
2. Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц.;
3. Расчёт температурных полей и эффективности одноходового или двухходового по потокам теплообменника с перекрёстным током теплоносителей.;
4. Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата.;
5. Проектный расчёт космического радиационного теплообменника.;
6. Расчёт молярных тепловодов.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инженерные методы проектирования компактных теплообменников"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиационные теплообменники космических аппаратов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы теории и расчёта молярных теплопроводов"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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	5	6	
<b>Знать:</b>								
типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей	ИД-1 <sub>ПК-4</sub>	+						Домашнее задание/Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц»
теплообменные устройства систем термостабилизации	ИД-2 <sub>ПК-4</sub>				+			Контрольная работа/Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации»
варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов	ИД-3 <sub>ПК-4</sub>					+	+	Домашнее задание/Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника» Коллоквиум/Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов
<b>Уметь:</b>								
рассчитывать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы	ИД-1 <sub>ПК-4</sub>		+					Домашнее задание/Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников»
производить расчёт тепловой нагрузки теплообменника заданной конструкции, локальной температуры разделительной стенки, температурного поля одного из теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей.	ИД-2 <sub>ПК-4</sub>		+					Коллоквиум/Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей
производить проектный и поверочный расчёты	ИД-2 <sub>ПК-4</sub>			+				Домашнее задание/КМ-3 Расчетное

холодильно-сушильного агрегата.							задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата»
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации» (Контрольная работа)
2. Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов (Коллоквиум)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-3 Расчетное задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата» (Домашнее задание)
2. Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Домашнее задание)
3. Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Домашнее задание)
4. Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника» (Домашнее задание)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Сасин, В. Я. Проектирование теплообменных аппаратов специальных систем искусственного климата. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Теплообменные аппараты систем искусственного климата" по направлению "Теплоэнергетика" / В. Я. Сасин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 68 с. - ISBN 978-5-7046-1390-9 . [http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5010](http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5010);
2. Портнов, В. Д. Расчет теплообменных аппаратов систем искусственного климата : учебное пособие по курсу "Промышленные и бытовые установки и системы кондиционирования воздуха" по направлению "Теплоэнергетика" / В. Д. Портнов, В. Я.

Сасин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 60 с. - ISBN 978-5-383-00240-7 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=388](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=388);

3. Сасин, В. Я. Применение метода E-N в машинных расчетах теплообменников / В. Я. Сасин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1989 . – 36 с.;

4. Бажан, П. И. Справочник по теплообменным аппаратам / П. И. Бажан, Г. Е. Каневец, В. М. Селиверстов . – М. : Машиностроение, 1989 . – 366 с. - ISBN 5-217-00400-2 .;

5. Герасимов Д. Н., Моргунова С. Б.- "Теплообмен излучением", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (156 с.)

<https://e.lanbook.com/book/176845>;

6. А. В. Чичиндаев- "Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников: примеры расчета и справочные материалы", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2017 - (224 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576630>;

7. П. Д. Дан, Д. А. Рей- "Тепловые трубы", Издательство: "Энергия", Москва, 1979 - (271 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601991>.

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

1. MathCad;

2. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## **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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>

12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>

13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>

14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection -

<https://www.annualreviews.org/>

15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library -

<https://dl.acm.org/about/content>

16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>

17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>

18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) -

<http://search.ebscohost.com>

19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing -

<http://search.ebscohost.com>

20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>

21. Журналы научного общества **Optical Society of America (OSA)** - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база **Orbit Intelligence** компании **Questel** - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства **Oxford University Press** - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций **ProQuest Dissertations and Theses Global** - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы **Royal Society of Chemistry** - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства **SAGE Publication (Sage)** - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал **Science** - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества **Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов **Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии **Thieme Chemistry Package** компании **Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства **Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека **МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных **Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных **Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных **профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных **Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных **Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных **"Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система **«Кодекс/Техэксперт»** - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения **«Открытое образование»** - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт **Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система **«РОССИЯ»** - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт **Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт **Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал **"Российское образование"** - <http://www.edu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-104-3, Учебная аудитория каф. "ТМПУ"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-104-3, Учебная аудитория каф. "ТМПУ"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения	Г-409, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая

промежуточной аттестации		
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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-104-5, Преподавательская каф. "ТМПУ"	стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, документы, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-02, Архив	стеллаж для хранения книг, стол для работы с документами, стул



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата

(название дисциплины)

#### 3 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Домашнее задание)
- КМ-2 Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Домашнее задание)
- КМ-3 КМ-3 Расчетное задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата» (Домашнее задание)
- КМ-4 Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника» (Домашнее задание)
- КМ-5 Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации» (Контрольная работа)
- КМ-6 Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей (Коллоквиум)
- КМ-7 Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	2	4	8	10	11	14	16
1	Инженерные методы проектирования компактных теплообменников								
1.1	Инженерные методы проектирования компактных теплообменников		+						
2	Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность								
2.1	Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность			+				+	
3	Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов								
3.1	Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов				+				
4	Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов								
4.1	Теплообменные устройства систем термостабилизации						+		

	радиоэлектронных приборов							
5	Радиационные теплообменники космических аппаратов							
5.1	Радиационные теплообменники космических аппаратов				+			+
6	Основы теории и расчёта молярных тепловодов							
6.1	Основы теории и расчёта молярных тепловодов				+			+
Вес КМ, %:		5	20	20	5	20	20	10