

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕПЛО- И МАССООБМЕН**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	Вариативная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.В.11.01.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Домашнее задание Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ термодинамики и теплопередачи; понимание и усвоение закономерностей превращения энергии, процессов переноса теплоты; освоение простейших инженерных методов расчета термодинамических процессов и процессов тепломассообмена, протекающих в энергетических и теплотехнологических устройствах

### Задачи дисциплины

- изучение основ и закономерностей превращения энергии, термодинамических процессов перехода энергии в форме теплоты в форму работы и обратно, физико-математических моделей этих процессов;

- освоение простейших методов расчета термодинамических свойств рабочих тел, теплоты и работы для различных термодинамических процессов в энергетических и теплотехнологических установках;

- освоение простейших методов расчета термодинамических свойств рабочих тел, теплоты и работы для различных термодинамических процессов в энергетических и теплотехнологических установках;

- освоение принципов и методов расчета тепломассообмена в энергетических и теплотехнологических устройствах.

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-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат		знать: - методы расчета теплообменного оборудования; - законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам; - законы сохранения и превращения энергии в энергетических машинах и установках; - простейшие методы расчета термодинамических процессов в элементах энергетических машин, установок и устройств, а также схем энергетических машин, установок и устройств.  уметь: - выполнять тепловой расчет теплообменного оборудования; - рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в тепловых и теплотехнологических установках; - проводить расчеты термодинамических процессов, протекающих в природе, технологических процессах,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		энергетических машинах, установках и устройствах; - рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих тел энергетических машин, установок и устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.03 Прикладная механика, 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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов	30	7	8	-	4	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Пример задания: Провести расчет термодинамического цикла. Рабочее тело - воздух. Определить термодинамические параметры рабочего тела в основных точках цикла. Найти удельную работу расширения, удельную располагаемую работу, изменение удельной внутренней энергии, удельной энтальпии, удельной энтропии для каждого процесса и для цикла в целом</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Основные законы термодинамики	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Термодинамические процессы и циклы идеальных газов	20		6	-	2	-	-	-	-	-	12	-	

														[1], 6-35, 42-53, 71-79, 187-200, 257-270 [5], 34-80, 145-170
2	Реальные газы. Циклы паросиловых установок	30	8	-	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В задание входит три задачи. Пример задания: 1. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при заданном давлении и температуре с помощью h-s диаграммы. 2. Определите температуру, энтальпию, внутреннюю энергию и энтропию водяного пара при заданном давлении и температуре с помощью таблиц воды и водяного пара. 3. Выполнить расчет обратимого цикла Ренкина для двух вариантов, считая в первом случае поступающий в турбину пар сухим насыщенным при давлении <math>p_1</math>, а во втором случае – перегретым с давлением <math>p_1</math> и температурой <math>t_1</math>. Давление отработанного пара <math>p_2</math> для обоих вариантов одинаковое. Расчетом определить количество теплоты, подведенной в цикле <math>q_1</math>, работу цикла <math>l_c</math>, термический КПД <math>\eta_t</math>, потери теплоты в</p>
2.1	Реальные газы. Водяной пар	14	4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Циклы паросиловых установок	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	

													конденсаторе турбины q2 и удельный расход пара на выработку 1 кВт·ч электроэнергии d. Определить также степень сухости отработанного пара x2 в каждом варианте. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 170-191, 294-307 [2], 15-90 [3], 1-3
3	Основные понятия теплообмена. Теплопроводность	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Основные понятия теплообмена. Теплопроводность".
3.1	Основные понятия теплообмена. Теплопроводность	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Расчетное задание состоит из двух задач. Например: 1. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной 250 мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя 110 °С и на поверхности войлочного слоя 25°С. Коэффициенты теплопроводности материалов, соответственно, 0,7 Вт/(м·°С) и 0,0465 Вт/(м·°С). Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м2 стенки камеры не превышают 110 Вт/м2 2. По стальному (коэффициент теплопроводности 40 Вт/(м·К)) неизолированному трубопроводу диаметром 76/63 мм течет хладагент, температура которого -20°С. Температура воздуха в помещении, где проходит трубопровод, 20°С. Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха 10 Вт/(м2·К), со стороны хладагента 1000

													Вт/(м <sup>2</sup> ·К). На сколько снизится потеря холода, если трубопровод покрыть слоем изоляции (коэффициент теплопроводности 0,05 Вт/(м·К)) толщиной 50 мм? Прочие условия считать неизменными <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия теплообмена. Теплопроводность" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные понятия теплообмена. Теплопроводность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 125-130, 152-157, 182-192, 200-207, 222-226, 441-454 [5], 6-23 [6], 31-45
4	Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты	34	10	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Студенты необходимо повторить
4.1	Конвективный теплообмен	16	6	-	4	-	-	-	-	6	-		
4.2	Теплообменные аппараты	18	4	-	2	-	-	-	-	12	-		

													теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Пример задания: провести тепловой расчет змеевикового экономайзера, предназначенного для подогрева воды в количестве $G_v$ , кг/с от температуры на входе $t_{в1}$ , °С до температуры на выходе $t_{в2}$ = °С. Массовый расход дымовых газов $G_g$ , кг/с. Температура газов перед экономайзером $t_{г1}$ , °С. Вода движется внутри труб со скоростью $w_v$ , м/с. Газы движутся поперечным потоком снаружи труб. Скорость в узком сечении трубного пучка при средней температуре газа $w_g$ , м/с. Поверхность нагрева экономайзера состоит из стальных труб диаметром $d_2/d_1$ , мм, расположенных в шахматном порядке с относительным поперечным шагом $S_1/d_2$ , и относительным продольным шагом $S_2/d_2$ <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 7-21, 24-40, 46-48, 74-92 [6], 267-275, 286-294, 511-523
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16		2		-	0.5		93.5	

**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. Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов

##### 1.1. Основные законы термодинамики

Формулировки и аналитические выражения Первого закона термодинамики для неподвижных систем и для потоков вещества, особенности их применения. Уравнения теплового (энергетического) баланса. Формулировки и аналитические выражения Второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Основы эксергетического анализа термодинамических систем.

##### 1.2. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов

Использование Первого и Второго законов термодинамики при расчете термодинамических процессов идеальных газов. Расчет процессов идеального газа, теплоемкость которого зависит от температуры. Расчет циклов идеального газа. Термодинамический анализ циклов..

#### 2. Реальные газы. Циклы паросиловых установок

##### 2.1. Реальные газы. Водяной пар

Равновесие термодинамических систем. Фазовые переходы. Фазовая диаграмма вещества. Правило фаз Гиббса. Условия фазового равновесия. Уравнение Клаузиуса – Клаузиуса. Термодинамические свойства реальных веществ. Определение состояния и расчет процессов для реального газа (на примере воды и водяного пара)..

##### 2.2. Циклы паросиловых установок

Циклы паро-турбинных установок (ПТУ). Способы повышения термического к.п.д. цикла ПТУ. Основные характеристики (технико-экономические показатели) ПТУ и тепловой электрической станции (ТЭС).

#### 3. Основные понятия теплообмена. Теплопроводность

##### 3.1. Основные понятия теплообмена. Теплопроводность

Способы переноса теплоты. Основные понятия теплообмена: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. Вектор плотности теплового потока. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Перенос теплоты в плоской стенке и цилиндрической стенках при граничных условиях первого и третьего рода. Теплопередача. Термические сопротивления. Коэффициент теплопередачи. Нестационарные задачи теплопроводности. Температурное поле в процессе охлаждения (нагрева) бесконечной пластины, бесконечного цилиндра и тел конечных размеров.

#### 4. Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты

##### 4.1. Конвективный теплообмен

Математическое описание процесса конвективного теплообмена:. Условия однозначности. Уравнение теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в приближении пограничного слоя. Безразмерный вид математического описания конвективного теплообмена. Безразмерные комплексы: число Рейнольдса, число Грасгофа, число Релея, число Нуссельта. Теплоотдача при свободном и вынужденном

движении жидкости около тел (пластина, труба), находящихся в неограниченном объеме жидкости. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителей в трубах и каналах.

#### 4.2. Теплообменные аппараты

Классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Среднеарифметический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямотока и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Радиационный теплообмен;
2. Первый и второй законы термодинамики. Теплоемкость. Газовые смеси;
3. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов;
4. Процессы реальных газов (водяной пар). Циклы паросиловых установок;
5. Циклы паросиловых установок;
6. Основные понятия тепломассообмена. Задачи стационарной теплопроводности в плоской и цилиндрической стенках при граничных условиях первого и третьего рода;
7. Внешняя и внутренняя задача конвективного теплообмена;
8. Конструктивный расчет теплообменного аппарата.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

### 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	
<b>Знать:</b>						
простейшие методы расчета термодинамических процессов в элементах энергетических машин, установок и устройств, а также схем энергетических машин, установок и устройств	ПК-1(Компетенция)		+			Контрольная работа/Истечение водяного пара через суживающееся сопло Домашнее задание/Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
законы сохранения и превращения энергии в энергетических машинах и установках	ПК-1(Компетенция)	+				Контрольная работа/Определение изобарной теплоемкости воздуха Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	ПК-1(Компетенция)			+		Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности Контрольная работа/Стационарная теплопроводность
методы расчета теплообменного оборудования	ПК-1(Компетенция)				+	Контрольная работа/Внешняя задача конвективного теплообмена Домашнее задание/Расчет теплообменного аппарата
<b>Уметь:</b>						
рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих тел энергетических машин, установок и устройств	ПК-1(Компетенция)		+			Контрольная работа/Истечение водяного пара через суживающееся сопло Домашнее задание/Определение

					параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
проводить расчеты термодинамических процессов, протекающих в природе, технологических процессах, энергетических машинах, установках и устройствах	ПК-1(Компетенция)	+			Контрольная работа/Определение изобарной теплоемкости воздуха Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в тепловых и теплотехнологических установках	ПК-1(Компетенция)			+	Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности Контрольная работа/Стационарная теплопроводность
выполнять тепловой расчет теплообменного оборудования	ПК-1(Компетенция)				Контрольная работа/Внешняя задача конвективного теплообмена Домашнее задание/Расчет теплообменного аппарата

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Внешняя задача конвективного теплообмена (Контрольная работа)
2. Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание)
3. Истечение водяного пара через суживающееся сопло (Контрольная работа)
4. Определение изобарной теплоемкости воздуха (Контрольная работа)
5. Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание)
6. Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание)
7. Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание)
8. Стационарная теплопроводность (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

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

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

1. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика : учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин . – 5-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-383-00263-6 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4174](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4174);
2. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник : Рек. Гос. службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 168 с. - К 100-летию со дня рождения М.П. Вукаловича . - ISBN 5-7046-0397-1 .;
3. Александров, А. А.  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара") / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 1 с.;
4. Исаченко, В. П. Теплопередача : Учебник для энергетических вузов и факультетов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел . – 4-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 416 с.;
5. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко . – 3-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 196 с. - ISBN 978-5-383-00468-5 .;

6. Григорьев Б.А. , Цветков Ф.Ф. - "Тепломассообмен", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72294.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72294)

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Scilab;
6. SmathStudio.

### 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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	В-308, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, трибуна, доска меловая, микрофон, экран, доска маркерная, техническая аппаратура, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-209/10, Учебная лаборатория теплообмена	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, компьютер персональный, принтер, инвентарь учебный, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	В-203, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для	В-417, Помещение	кресло рабочее, рабочее место сотрудника,

хранения оборудования и учебного инвентаря	учебно- вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер
--	---	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепло- и массообмен

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание)
- КМ-2 Определение изобарной теплоемкости воздуха (Контрольная работа)
- КМ-3 Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание)
- КМ-4 Истечение водяного пара через суживающееся сопло (Контрольная работа)
- КМ-5 Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание)
- КМ-6 Стационарная теплопроводность (Контрольная работа)
- КМ-7 Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание)
- КМ-8 Внешняя задача конвективного теплообмена (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	3	4	7	8	12	12	14	15
1	Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов									
1.1	Основные законы термодинамики		+	+						
1.2	Термодинамические процессы и циклы идеальных газов		+	+						
2	Реальные газы. Циклы паросиловых установок									
2.1	Реальные газы. Водяной пар				+	+				
2.2	Циклы паросиловых установок				+	+				
3	Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность									
3.1	Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность						+	+		
4	Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты									
4.1	Конвективный теплообмен								+	+
4.2	Теплообменные аппараты								+	+

Bec KM, %:	15	10	15	10	10	10	20	10
------------	----	----	----	----	----	----	----	----