

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.25
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 16 часов;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 109,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Домашнее задание	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

Ю.В. Шацких

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ термодинамики и теплопередачи, понимание и усвоение закономерностей превращения энергии, простейших инженерных методов расчета термодинамических процессов перехода энергии в форме тепла в форму работы и обратно, протекающих в природе, технологических процессах, тепловых станциях и их теплотехнологических устройствах, развитие технического взгляда на окружающий мир, технического образа мышления..

Задачи дисциплины

- изучение основ и закономерностей превращения энергии, термодинамических процессов перехода энергии в форме тепла в форму работы и обратно, физико-математических моделей этих процессов;
- освоение обучающимися простейших методов расчета термодинамических свойств рабочих тел, тепла и работы для различных термодинамических процессов как в элементах теплотехнических и теплотехнологических установок, так и тепловой станции в целом;
- развитие мышления и практических навыков, приобретенных обучающимися при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла, с ориентацией на профессию.

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
ОПК-1 Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-12 _{ОПК-1} Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и законов превращения энергии, выполняет инженерные расчеты основных показателей термодинамических циклов	знать: - терминологию тепломассообмена: определения процессов передачи теплоты и массы, физический смысл и размерности основных величин, используемых в тепломассообмене; - основы термодинамики, законы сохранения и превращения энергии применительно к термодинамическим системам; - методы расчета термических и калорических свойств рабочих веществ и термодинамических процессов в элементах теплотехнических и теплоэнергетических установок и устройств, а также схем теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем; - законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к процессам передачи и трансформации теплоты. уметь: - рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		- рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих веществ; - проводить инженерные расчеты термодинамических процессов перехода энергии в форме тепла в форму работы и обратно, протекающих в природе, технологических процессах, тепловых станциях и их теплотехнологических устройствах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизация технологических процессов и производств (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплины высшей математики, химии, физики, информатики
- уметь пользоваться прикладными программами MS Office, MathCad

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	20	5	2	-	2	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
1.1	Основные законы термодинамики	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Термодинамические процессы и циклы идеальных газов	10		-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	

														[1], 6-35, 42-53, 71-79, 187-200, 257-270 [7], стр. 5-18
2	Реальные газы. Циклы паросиловых установок	36		6	-	6	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий 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 p_1 , а во втором случае – перегретым с давлением p_1 и температурой t_1 . Давление отработанного пара p_2 для обоих вариантов одинаковое. Расчетом определить количество теплоты, подведенной в цикле q_1 , работу цикла $l_{ц}$, термический КПД η_t , потери теплоты в
2.1	Реальные газы. Водяной пар	16		2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
2.2	Циклы паросиловых установок	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	

													конденсаторе турбины q2 и удельный расход пара на выработку 1 кВт·ч электроэнергии d. Определить также степень сухости отработанного пара x2 в каждом варианте. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 170-191, 294-307 [2], 15-90 [3], 1 [7], стр. 35-48	
3	Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия тепломассообмена.
3.1	Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	Теплопроводность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизадоч по разделу "Основные понятия тепломассообмена. Теплопроводность". 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/(м2·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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 7-21, 24-40, 46-48, 74-92 [5], 6-23 [6], стр. 31-54
4	Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты	38		6	-	6	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Конвективный теплообмен	22		4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты"
4.2	Теплообменные аппараты	16		2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Студенты необходимо повторить 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 $t_{в1}$, °C до температуры на выходе $t_{в2}$ = °C. Массовый расход дымовых газов G_g , кг/с. Температура газов перед экономайзером $t_{г1}$, °C. 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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 125-130, 152-157, 182-192, 200-207, 222-226, 441-454 [5], 34-80, 145-170 [6], стр. 124-144	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	16	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	-	16	2		-		0.5	109.5		

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. 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 Клайперона – 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 тепломассообмена. Теплопроводность

3.1. Основные понятия тепломассообмена. 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. Среднелогарифмический температурный напор. Прямоток, противоток, сложные схемы движения теплоносителей. Конструкторский и поверочный тепловые расчеты рекуперативного теплообменника. Сравнение прямого и противотока. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

3.3. Темы практических занятий

1. Свободная и вынужденная конвекция (внешняя задача). Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах;
2. Практика применения 1-го закона термодинамики для неподвижных систем и для потоков вещества, теплота трения в выражениях 1-го закона термодинамики. Второй закон термодинамики. Расчет энтропии идеального и реального газа. Эксергия теплоты и потока вещества.;
3. Расчет процессов идеального газа, теплоемкость которого зависит от температуры. Влияние теплоты трения;
4. Процессы реального газа. Фазовое равновесие и фазовые переходы. Влияние теплоты трения;
5. Термодинамические циклы теплосиловых (ПТУ, ГТУ, ПГУ), теплонасосных и холодильных установок. Обратимые и необратимые циклы. Способы оценки эффективности прямых и обратных циклов;
6. Стационарная теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки;
7. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенки;
8. Тепловой расчет теплообменного аппарата.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу
2. Обсуждение материалов по разделу
3. Обсуждение материалов по разделу
4. Обсуждение материалов по разделу

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	
Знать:						
законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к процессам передачи и трансформации теплоты	ИД-12 _{ОПК-1}			+	+	Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности
методы расчета термических и калорических свойств рабочих веществ и термодинамических процессов в элементах теплотехнических и теплоэнергетических установок и устройств, а также схем теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем	ИД-12 _{ОПК-1}	+				Домашнее задание/Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
основы термодинамики, законы сохранения и превращения энергии применительно к термодинамическим системам	ИД-12 _{ОПК-1}	+				Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
терминологию тепломассообмена: определения процессов передачи теплоты и массы, физический смысл и размерности основных величин, используемых в тепломассообмене	ИД-12 _{ОПК-1}			+	+	Домашнее задание/Расчет теплообменного аппарата
Уметь:						
проводить инженерные расчеты термодинамических процессов перехода энергии в форме тепла в форму работы и обратно, протекающих в природе, технологических процессах, тепловых станциях и их теплотехнологических устройствах	ИД-12 _{ОПК-1}	+				Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих веществ	ИД-12 _{ОПК-1}		+			Домашнее задание/Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок	ИД-12 _{ОПК-1}			+	+	Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание)
2. Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание)
3. Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание)
4. Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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 5 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 теплоэнергетических специальностей / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин . – 2-е изд. – М. : Энергия, 1974 . – 447 с.;
2. Александров, А. А. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики : справочник / А. А. Александров, К. А. Орлов, В. Ф. Очков . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 226 с. - ISBN 978-5-383-01073-0 .;
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;
7. Александров А.А. - "Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (159 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72304.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SmathStudio;
6. Электронная энциклопедия энергетики.

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. 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	Г-406, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	В-209/11, Учебная лаборатория теплообмена	рабочее место сотрудника, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, лабораторный стенд, компьютер персональный, инвентарь специализированный, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-204, Информационно-библиографический отдел	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, стол письменный, Витрина, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, журналы, книги, учебники, пособия
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-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, 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

Термодинамика и теплопередача

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Расчет термодинамического цикла (Домашнее задание)

КМ-2 Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки (Домашнее задание)

КМ-3 Задачи стационарной теплопроводности (Домашнее задание)

КМ-4 Расчет теплообменного аппарата (Домашнее задание)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	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				+	+
Вес КМ, %:			20	20	30	30