

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
ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.11.02.01
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 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(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, 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-2 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики		знать: - 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. 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.
ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат		знать: - законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к процессам передачи и трансформации теплоты. уметь: - рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих веществ.

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		<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы термодинамики, законы сохранения и превращения энергии применительно к термодинамическим системам. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок.
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности		<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологию тепломассообмена: определения процессов передачи теплоты и массы, физический смысл и размерности основных величин, используемых в тепломассообмене. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять тепловые конструкторские и поверочные расчёты теплообменных аппаратов.

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.

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	-	<p><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</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные законы термодинамики. Термодинамические процессы и циклы идеальных газов"</p> <p><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</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
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
2	Реальные газы. Циклы паросиловых установок	36	6	-	6	-	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Реальные газы. Циклы паросиловых установок"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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 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_c, термический КПД η_t, потери теплоты в конденсаторе турбины q_2 и удельный расход</p>
2.1	Реальные газы. Водяной пар	16	2	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	
2.2	Циклы паросиловых установок	20	4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	

													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
3	Основные понятия теплообмена. Теплопроводность	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия теплообмена. Теплопроводность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Основные понятия теплообмена. Теплопроводность	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия теплообмена. Теплопроводность" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Основные понятия теплообмена. 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

													<p>потери через 1 м² стенки камеры не превышают 110 Вт/м². 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</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 7-21, 24-40, 46-48, 74-92 [5], 6-23</p>
4	Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты	38	6	-	6	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
4.1	Конвективный теплообмен	22	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u></p>
4.2	Теплообменные аппараты	16	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конвективный теплообмен. Теплообменные аппараты"</p> <p><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 Gв, кг/с от температуры на входе tв1, °С до температуры на выходе tв2 = °С.</p>

													<p>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</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 125-130, 152-157, 182-192, 200-207, 222-226, 441-454 [5], 34-80, 145-170</p>
	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 Клапейрона – 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. Среднелогарифмический 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. 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.;
2. Расчет процессов идеального газа, теплоемкость которого зависит от температуры. Влияние теплоты трения;
3. Процессы реального газа. Фазовое равновесие и фазовые переходы. Влияние теплоты трения;
4. Термодинамические циклы теплосиловых (ПТУ, ГТУ, ПГУ), теплонасосных и холодильных установок. Обратимые и необратимые циклы. Способы оценки эффективности прямых и обратных циклов;
5. Стационарная теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки;
6. Стационарная теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенки;
7. Свободная и вынужденная конвекция (внешняя задача). Теплообмен при движении теплоносителей в трубах и каналах;
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:						
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	ОПК-2(Компетенция)		+			Домашнее задание/Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
законы и основные физико-математические модели процессов переноса теплоты и массы применительно к процессам передачи и трансформации теплоты	ОПК-3(Компетенция)			+		Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности
основы термодинамики, законы сохранения и превращения энергии применительно к термодинамическим системам	ПК-1(Компетенция)	+				Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
терминологию теплообмена: определения процессов передачи теплоты и массы, физический смысл и размерности основных величин, используемых в теплообмене	ПК-2(Компетенция)				+	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	ОПК-2(Компетенция)	+				Домашнее задание/Расчет термодинамического цикла
рассчитывать и находить термические и калорические свойства рабочих веществ	ОПК-3(Компетенция)		+			Домашнее задание/Определение параметров водяного пара. Расчет цикла паротурбинной установки
рассчитывать температурные поля и тепловые потоки в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок	ПК-1(Компетенция)			+		Домашнее задание/Задачи стационарной теплопроводности
выполнять тепловые конструкторские и поверочные расчёты	ПК-2(Компетенция)				+	Домашнее задание/Расчет

теплообменных аппаратов						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

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.

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 теплообмену : 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 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный

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