

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины
ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 4; 5 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	4 семестр - 8 часов; 5 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Практические занятия	4 семестр - 8 часов; 5 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	4 семестр - 2 часа; 5 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	4 семестр - 124,5 часа; 5 семестр - 124,5 часа; всего - 249,0 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	4 семестр - 1,2 часа; 5 семестр - 1,2 часа; всего - 2,4 часа
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	5 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Джураева Е.В.
	Идентификатор	R930396c8-DzhuraevaEV-8c9904a7

(подпись)


Е.В. Джураева

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rpd1b9495-KhomchenkoNV-644530


(подпись)

Н.В. Хомченко

(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: является изучение основных законов термодинамики и термодинамических методов анализа применительно к техническому оборудованию и системам производства, передачи и трансформации теплоты в теплосиловых установках

Задачи дисциплины

- освоение основных законов термодинамики, методов их применения для расчета и анализа процессов в техническом оборудовании и системах производства, передачи и трансформации теплоты в теплосиловых установках;
- овладение методами получения информации о термических и калорических свойствах веществ, применяемых в качестве теплоносителей и рабочих тел в теплосиловых установках;
- обучение методам термодинамического анализа процессов и циклов теплосиловых установок.

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-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-5 _{ОПК-3} Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	знать: - методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа. уметь: - рассчитывать термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара); - рассчитывать термодинамические циклы ТЭЦ и АЭС; - рассчитывать термодинамические циклы газотурбинных установок.
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-2 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	знать: - основные законы термодинамики и условия их применения; - методы расчета процессов идеального газа. уметь: - рассчитывать термодинамические циклы ПТУ; - рассчитывать термодинамические циклы парогазовых установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных

- знать причинно-следственные связи между объектами и явлениями природы, основанные на физических методах исследования
- знать раздел Физики (общей) "Молекулярная физика"
- уметь использовать основные понятия, законы и модели физики при решении инженерных задач
- уметь дифференцировать и интегрировать функции, решать дифференциальные уравнения
- уметь рассчитывать значения величин в единицах Международной системы измерений
- уметь использовать пакеты прикладных программ MS Office, MathCAD и прочие современные компьютерные программы для решения инженерных задач

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 8 зачетных единиц, 288 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 понятия и законы термодинамики	22.24	4	2	-	1.5	-	0.44	-	0.30	-	18	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия и законы термодинамики"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные понятия и законы термодинамики"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термодинамические свойства и процессы идеального газа"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамические свойства и процессы идеального газа"</p>
1.1	Основные понятия	7.87		1	-	0.5	-	0.22	-	0.15	-	6	-	
1.2	Первый закон термодинамики	14.37		1	-	1	-	0.22	-	0.15	-	12	-	
2	Свойства и процессы идеального газа	36.46		2.5	-	3	-	0.66	-	0.3	-	30	-	
2.1	Термодинамические свойства идеального газа	12.32		1	-	1	-	0.22	-	0.1	-	10	-	
2.2	Смеси идеальных газов	6.82		0.5	-	1	-	0.22	-	0.1	-	5	-	
2.3	Термодинамические процессы идеального газа	17.32		1	-	1	-	0.22	-	0.1	-	15	-	
3	Второй закон термодинамики	14.52		1	-	1	-	0.22	-	0.3	-	12	-	
3.1	Второй закон термодинамики	14.52		1	-	1	-	0.22	-	0.3	-	12	-	
4	Свойства и процессы реального газа	34.78		2.5	-	2.5	-	0.68	-	0.3	-	28.8	-	
4.1	Термодинамические свойства реального газа (воды и водяного	12.32	1	-	1	-	0.22	-	0.1	-	10	-		

	пара)													<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термодинамические свойства и процессы реального газа"
4.2	Термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара)	17.32		1	-	1	-	0.22	-	0.1	-	15	-	
4.3	Термические уравнения состояния реального газа	5.14		0.5	-	0.5	-	0.24	-	0.1	-	3.8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.20	0.3	88.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	8.0		2.00		1.20		0.3	124.5	
5	Термодинамические циклы паротурбинных установок	53.55	5	3.5	-	4	-	0.75	-	0.3	-	45	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамические циклы теплоэнергетических установок"
5.1	Циклы паротурбинных установок (ПТУ)	28.85		1.5	-	2	-	0.25	-	0.1	-	25	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термодинамические циклы теплоэнергетических установок"
5.2	ПТУ с промежуточным перегревом пара	12.35		1	-	1	-	0.25	-	0.1	-	10	-	
5.3	ПТУ с регенерацией	12.35		1	-	1	-	0.25	-	0.1	-	10	-	
6	Термодинамические циклы газотурбинных установок	24.10		1.5	-	1.0	-	0.50	-	0.30	-	20.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок"
6.1	Цикл простой газотурбинной установки (ГТУ)	16.90		1	-	0.5	-	0.25	-	0.15	-	15	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок"
6.2	Цикл газотурбинной установки с регенерацией	7.20		0.5	-	0.5	-	0.25	-	0.15	-	5.8	-	
7	Теплофикационные циклы и циклы атомных электростанций	18.80		2	-	2	-	0.50	-	0.30	-	14	-	
7.1	Теплофикационные циклы ПТУ. Схемы с противодавлением и с отбором пара из	9.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	7	-	

	турбины												
7.2	Циклы АЭС	9.40		1	-	1	-	0.25	-	0.15	-	7	-
8	Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом - утилизатором	11.55		1	-	1	-	0.25	-	0.3	-	9	-
8.1	ПУ	11.55		1	-	1	-	0.25	-	0.3	-	9	-
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.20	0.3	88.8	35.7
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	8.0	2.00		1.20	0.3		124.5	
	ИТОГО	288.00	-	16.0	-	16.0	4.00		2.40	0.6		249.0	

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 понятия и законы термодинамики

1.1. Основные понятия

Термодинамическая система и окружающая среда. Функции состояния и функции процесса. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.

1.2. Первый закон термодинамики

Первый закон термодинамики как закон сохранения и превращения энергии. Теплота и работа - формы передачи энергии. Работа расширения и техническая работа. Внутренняя энергия и энтальпия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для неравновесных процессов. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного одномерного потока.

2. Свойства и процессы идеального газа

2.1. Термодинамические свойства идеального газа

Уравнение состояния идеального газа (Клапейрона - Менделеева). Калорические свойства идеального газа. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости идеальных газов. Зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа. Таблицы термодинамических свойств идеальных газов.

2.2. Смеси идеальных газов

Способы задания смеси, парциальное давление, парциальный объем. Законы Дальтона и Амага. Термодинамические свойства идеального газа.

2.3. Термодинамические процессы идеального газа

Изобарный процесс идеального газа. Соотношение параметров, расчет теплоты и работы расширения по таблицам, изображение процесса в диаграммах. Изохорный процесс идеального газа. Соотношение параметров, расчет теплоты и работы расширения по таблицам, изображение процесса в диаграммах. Изотермический процесс идеального газа. Соотношение параметров, расчет теплоты и работы расширения по таблицам, изображение процесса в диаграммах. Адиабатный (идеальный и реальный) процесс идеального газа. Соотношение параметров, расчет теплоты, работы расширения и технической работы (неохлаждаемый компрессор и газовая турбина) по таблицам, изображение процесса в диаграммах. Политропный процесс идеального газа. Соотношение параметров, расчет теплоты, работы расширения и технической работы по таблицам, изображение процесса в диаграммах.

3. Второй закон термодинамики

3.1. Второй закон термодинамики

Обратимые и необратимые процессы. Основные причины необратимости процессов. Формулировки второго закона термодинамики и связь между ними. Термодинамические циклы. Термический коэффициент полезного действия цикла теплового двигателя. Цикл Карно и его КПД. Коэффициенты трансформации теплоты цикла холодильной машины. Обратный цикл Карно. Энтропия. T,s-диаграмма. Термодинамические циклы в T,s-диаграмме. Формулировки и аналитические выражения второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Эксергетический анализ термодинамических систем, эксергия теплоты и потока вещества, уравнение Гюи - Стодола, эксергетический КПД.

4. Свойства и процессы реального газа

4.1. Термодинамические свойства реального газа (воды и водяного пара)

Отличия свойств реальных газов от идеальных. Фаза и фазовый переход. Тройная точка, критическая точка вещества. Фазовые диаграммы реального газа (p, V -, p, T -, T, s -, h, s -). Вода и водяной пар. Удельный объем, энтальпия и энтропия воды, влажного, сухого насыщенного и перегретого пара. Сверхкритическая область состояния пара. T, s - и h, s - диаграммы водяного пара.

4.2. Термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара)

Расчет теплоты и работы расширения в изобарном процессе. Изображение процесса в диаграммах. Расчет теплоты и работы расширения в изохорном процессе. Изображение процесса в диаграммах. Расчет теплоты и работы расширения в изотермическом процессе. Изображение процесса в диаграммах. Расчет теплоты, работы расширения и технической работы в адиабатном (реальном и идеальном) процессе. Изображение процесса в диаграммах. Адиабатное дросселирование. Расчет процесса. Коэффициент Джоуля-Томсона. Точки и кривая инверсии. Сравнение эффектов охлаждения при изоэнтропном расширении и адиабатном дросселировании.

4.3. Термические уравнения состояния реального газа

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Вириальное уравнение состояния, вириальные коэффициенты. Подобие термодинамических свойств веществ, z, p - диаграмма.

5. Термодинамические циклы паротурбинных установок

5.1. Циклы паротурбинных установок (ПТУ)

Принципиальная схема ПТУ. Цикл в p, v - и T, s - диаграммах. Термический КПД цикла ПТУ. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Необратимое расширение пара в турбине и сжатие воды в насосе. Действительный КПД цикла ПТУ.

5.2. ПТУ с промежуточным перегревом пара

1. Цикл и схема ПТУ с промежуточным перегревом пара. 2. Цикл в T, s - и h, s - диаграммах. 3. КПД цикла.

5.3. ПТУ с регенерацией

1. Регенеративный подогрев питательной воды в циклах ПТУ. Схема регенеративного подогрева с отбором пара. 2. Термический КПД, зависимость его от числа подогревателей и температуры питательной воды.

6. Термодинамические циклы газотурбинных установок

6.1. Цикл простой газотурбинной установки (ГТУ)

Компрессоры охлаждаемые и неохлаждаемые.. Влияние параметров газа на КПД цикла. Принципиальная схема и цикл ГТУ с регенерацией, изображение цикла в T, s - диаграмме, предельная регенерация, степень регенерации.

6.2. Цикл газотурбинной установки с регенерацией

Принципиальная схема и цикл с регенерацией, изображение цикла в Ts-диаграмме. Принципиальная схема и цикл с регенерацией, изображение цикла в Ts-диаграмме. Удельная работа, подведенная и отведенная теплота, внутренний КПД цикла.

7. Теплофикационные циклы и циклы атомных электростанций

7.1. Теплофикационные циклы ПТУ. Схемы с противодавлением и с отбором пара из турбины

Критерии оценки эффективности циклов ПТУ-ТЭЦ: коэффициент использования теплоты (топлива), отопительный коэффициент, эксергетический КПД. Принципиальная схема и циклы в Ts- диаграмме для ТЭЦ с турбиной типа Р (турбина с противодавлением). Принципиальная схема и циклы в Ts- диаграмме для ТЭЦ с турбиной типа Т (турбина с отборами пара из турбины).

7.2. Циклы АЭС

Принципиальная схема и цикл ПТУ с одним промежуточным сепаратором пара. Принципиальная схема и цикл в Ts-диаграмме, процессы в hs - диаграмме. Принципиальная схема и цикл ПТУ с сепарацией и перегревом пара. Принципиальная схема и цикл в Ts-диаграмме, процессы в hs - диаграмме.

8. Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом - утилизатором

8.1. ПГУ

Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом - утилизатором. Ts - диаграмма ПГУ. Мощность ПГУ, КПД цикла.

3.3. Темы практических занятий

1. Уравнение Клапейрона - Менделеева;
2. Термодинамический цикл простой газотурбинной установки;
3. Цикл АЭС;
4. Теплофикационные циклы;
5. Цикл ПТУ;
6. Цикл ПТУ с регенерацией;
7. Компрессоры;
8. Определение параметров воды и водяного пара;
9. Процессы с водой и водяным паром: изобарный и изохорный.;
10. Термодинамический цикл газотурбинной установки с регенерацией;
11. 2 закон термодинамики;
12. Процессы с идеальными газами;
13. Смеси идеальных газов;
14. 1 закон термодинамики;
15. Процессы с водой и водяным паром: изотермический, адиабатный, поток вещества.;
16. Термодинамический цикл парогазовой установки.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по темам раздела "Основные понятия и законы термодинамики"
2. Обсуждение материалов по темам раздела "Термодинамические свойства и процессы идеального газа". Разбор сложных моментов, вызывающих трудности при решении задач.
3. Обсуждение материалов по темам раздела "Термодинамические свойства и процессы реального газа". Разбор сложных моментов, вызывающих трудности при решении задач.
4. Обсуждение материалов по темам раздела "Термодинамические циклы теплоэнергетических установок". Разбор сложных моментов, вызывающих трудности при решении задач.
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термодинамические циклы газотурбинных и парогазовых установок"

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	7	8	
Знать:										
методы расчета термодинамических свойств и процессов идеального газа	ИД-5 _{ОПК-3}	+								Тестирование/Процессы с идеальными газами. p, v, T - процессы
методы расчета процессов идеального газа	ИД-2 _{ОПК-4}		+							Тестирование/Процессы с идеальными газами. s, p, поток вещества
основные законы термодинамики и условия их применения	ИД-2 _{ОПК-4}				+					Контрольная работа/Термодинамические процессы с водой и водяным паром. T, s - процессы
Уметь:										
рассчитывать термодинамические циклы газотурбинных установок	ИД-5 _{ОПК-3}						+			Контрольная работа/Расчет термодинамического цикла газотурбинной установки
рассчитывать термодинамические циклы ТЭЦ и АЭС	ИД-5 _{ОПК-3}							+		Тестирование/Расчет термодинамических циклов АЭС и ТЭЦ
рассчитывать термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара)	ИД-5 _{ОПК-3}			+						Контрольная работа/Термодинамические процессы с водой и водяным паром. v, p - процессы
рассчитывать термодинамические циклы парогазовых установок	ИД-2 _{ОПК-4}								+	Контрольная работа/Расчет термодинамического цикла парогазовой установки
рассчитывать термодинамические циклы ПТУ	ИД-2 _{ОПК-4}					+				Контрольная работа/Расчет термодинамического цикла паротурбинной установки

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Процессы с идеальными газами. p, v, T - процессы (Тестирование)
2. Процессы с идеальными газами. s, p , поток вещества (Тестирование)
3. Термодинамические процессы с водой и водяным паром. v, p - процессы (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Термодинамические процессы с водой и водяным паром. T, s - процессы (Контрольная работа)

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Расчет термодинамических циклов АЭС и ТЭЦ (Тестирование)
2. Расчет термодинамического цикла газотурбинной установки (Контрольная работа)
3. Расчет термодинамического цикла паротурбинной установки (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет термодинамического цикла парогазовой установки (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

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

Экзамен (Семестр №5)

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 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. 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 .;

2. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. А. Александров . – 2-е изд., стереот . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 158 с. - ISBN 5-903072-60-7 .;
3. Кириллин В.А. , Сычев В.В. , Шейндлин А.Е. - "Техническая термодинамика", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (496 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72305;
4. Ривкин, С. Л. Термодинамические свойства газов / С. Л. Ривкин . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергия, 1964 . – 294 с.;
5. Цирельман Н. М.- "Техническая термодинамика", (2-е изд., доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (352 с.)
<https://e.lanbook.com/book/107965>.

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.

5.3 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ -
<https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ -
<http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" -
<https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения	Ж-417/1, Компьютерный	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол

практических занятий, КР и КП	класс ИДДО	письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
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	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Процессы с идеальными газами. p, v, T - процессы (Тестирование)
 КМ-2 Процессы с идеальными газами. s, n , поток вещества (Тестирование)
 КМ-3 Термодинамические процессы с водой и водяным паром. v, p - процессы (Контрольная работа)
 КМ-4 Термодинамические процессы с водой и водяным паром. T, s - процессы (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	12
1	Основные понятия и законы термодинамики					
1.1	Основные понятия		+			
1.2	Первый закон термодинамики		+			
2	Свойства и процессы идеального газа					
2.1	Термодинамические свойства идеального газа			+		
2.2	Смеси идеальных газов			+		
2.3	Термодинамические процессы идеального газа			+		
3	Второй закон термодинамики					
3.1	Второй закон термодинамики				+	
4	Свойства и процессы реального газа					
4.1	Термодинамические свойства реального газа (воды и водяного пара)					+
4.2	Термодинамические процессы реального газа (воды и водяного пара)					+
4.3	Термические уравнения состояния реального газа					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Расчет термодинамического цикла паротурбинной установки (Контрольная работа)
- КМ-6 Расчет термодинамического цикла газотурбинной установки (Контрольная работа)
- КМ-7 Расчет термодинамических циклов АЭС и ТЭЦ (Тестирование)
- КМ-8 Расчет термодинамического цикла парогазовой установки (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	6	8	12
1	Термодинамические циклы паротурбинных установок					
1.1	Циклы паротурбинных установок (ПТУ)		+			
1.2	ПТУ с промежуточным перегревом пара		+			
1.3	ПТУ с регенерацией		+			
2	Термодинамические циклы газотурбинных установок					
2.1	Цикл простой газотурбинной установки (ГТУ)			+		
2.2	Цикл газотурбинной установки с регенерацией			+		
3	Теплофикационные циклы и циклы атомных электростанций					
3.1	Теплофикационные циклы ПТУ. Схемы с противодавлением и с отбором пара из турбины				+	
3.2	Циклы АЭС				+	
4	Термодинамический цикл парогазовой установки с котлом - утилизатором					
4.1	ПГУ					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25