

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Техническая термодинамика

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Промышленная теплоэнергетика

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 31.05.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Техническая термодинамика» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» является формирование компетенций, позволяющих подготовить будущих бакалавров к освоению основных законов термодинамики, проведению теплотехнических расчетов теплоэнергетического оборудования и оценки его термодинамической эффективности.

Задачей изучения дисциплины является овладение студентами методами расчета рабочего процесса, навыками грамотной эксплуатации современного теплового, холодильного и компрессорного оборудования с целью максимальной экономии топлива и материалов. уменьшения загрязнения окружающей среды.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-4 - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах;

ПК-2 - Способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, особенности, методы расчета и оценки эффективности термодинамических процессов и циклов теплоэнергетических, холодильных и теплонасосных установок.

Владеть:

навыками термодинамического анализа рабочих процессов в теплоэнергетических, холодильных и теплонасосных установках, определения параметров их работы, тепловой эффективности.

Уметь:

пользоваться методами расчета термодинамических процессов и

экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей, проводить термодинамический анализ процессов и циклов теплоэнергетических, холодильных и теплонасосных установок с целью оптимизации их рабочих характеристик

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№2	№3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	144	64	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	32	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 144 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение. Основные понятия термодинамики./ Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система и окружающая среда. Параметры состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
2	Идеальный газ./ Основные законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева.
3	Теплоёмкость газов./ Удельная теплоёмкость. Истинная и средняя (в диапазоне температур) теплоёмкость. Формула Майера.
4	Первый закон термодинамики./ Теплота и работа как способы передачи энергии. Механическая работа. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой термодинамической системы.
5	Первый закон термодинамики./ Располагаемая (техническая) работа. Понятие об энтальпии. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытой термодинамической системы.
6	Политропные термодинамические процессы./ Порядок исследования процессов. Анализ и расчет изменения термодинамических параметров в политропных процессах. Изображение политропных процессов в Pv - координатах.
7	Второй закон термодинамики./ Основные положения второго закона термодинамики. Произвольные прямые и обратные циклы. Термический коэффициент полезного действия, холодильный коэффициент.
8	Второй закон термодинамики./ Прямой и обратный обратимый цикл Карно, его значение в термодинамике. Регенеративный цикл как обобщённый цикл Карно.
9	Второй закон термодинамики./ Энтропия. Аналитические выражения второго закона термодинамики для процессов и циклов. Расчётные соотношения для определения изменения энтропии в обратимых процессах.
10	Тепловая Ts - диаграмма./ Изображение политропных термодинамических процессов в Ts - диаграмме. Изображение циклов Карно в Ts - диаграмме.
11	Дифференциальные уравнения термодинамики и характеристические функции./ Дифференциальные уравнения теплоты и энтропии. Калорические уравнения.
12	Эксергия термодинамических систем/ Определение эксергии. Эксергия теплоты термодинамического процесса, неподвижного рабочего тела и вещества в потоке. Эксергетический анализ необратимых процессов.
13	Смеси идеальных газов./ Способы задания состава смеси. Расчет термодинамических свойств смеси идеальных газов по свойствам компонентов. Закон Дальтона. Определение парциального давления.
14	Реальные газы (водяной пар)/ Фазовые переходы. Диаграмма Эндрюса. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса, его геометрическая интерпретация. Параметры пара.
15	Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара./ Теплота парообразования. Расчет процессов при помощи таблиц и Pv , Ts , hs диаграмм воды и водяного пара.
16	Влажный воздух./ Термодинамические свойства, $h-d$ диаграмма и расчет основных процессов с влажным воздухом.
17	Термодинамика потока./ Режимы течения. Скорость и расход газа для дозвукового и

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	сверхзвукового потока. Скорость звука. Число Маха. Сопла и диффузоры.
18	Термодинамика потока./ Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона.
19	Сжатие газов в компрессорах./ Виды компрессоров. Теоретическая индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие. Термодинамический анализ работы поршневого компрессора.
20	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания./ Циклы ДВС с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты.
21	Циклы газотурбинных установок./ Циклы ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Пути повышения эффективности циклов ГТУ.
22	Циклы паросиловых установок./ Цикл Карно с насыщенным паром. Цикл Ренкина. Цикл ПСУ с повторным перегревом.
23	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки./ Принципиальные схемы и расчет циклов воздушной и паровых компрессорных холодильных установок. Рабочие тела пароконпрессорных холодильных установок. Циклы тепловых насосов.
24	Анализ эффективности циклов теплоэнергетических установок./ Эксергетический метод. Энтропийный метод.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Приборы для теплотехнических измерений./ Исследование приборов для измерения температуры, давления, расхода текучих сред.
2	Уравнение состояния газа./ Экспериментальное определение универсальной газовой постоянной.
3	Определение коэффициента Пуассона.
4	Определение удельной теплоёмкости и теплоты парообразования воды.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Идеальный газ./ Основные законы идеального газа. Уравнение состояние идеального газа Клапейрона-Менделеева.
2	Теплоёмкость газов./ Удельная теплоёмкость. Истинная и средняя (в диапазоне температур) теплоёмкость. Формула Майера.
3	Первый закон термодинамики./ Теплота и работа как способы передачи энергии. Механическая работа. Внутренняя энергия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой термодинамической системы.
4	Первый закон термодинамики./ Аналитические выражения первого закона для закрытой и открытой системы.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	Второй закон термодинамики./ Прямой и обратный обратимый цикл Карно, его значение в термодинамике. Регенеративный цикл как обобщённый цикл Карно.
6	Второй закон термодинамики./ Энтропия. Аналитические выражения второго закона термодинамики для процессов и циклов. Расчётные соотношения для определения изменения энтропии в обратимых процессах.
7	Смеси идеальных газов./ Способы задания состава смеси. Расчет термодинамических свойств смеси идеальных газов по свойствам компонентов. Закон Дальтона. Определение парциального давления.
8	Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара./ Теплота парообразования. Расчет процессов при помощи таблиц и Pv , Ts , hs диаграмм воды и водяного пара.
9	Влажный воздух./ Термодинамические свойства, $h-d$ диаграмма и расчет основных процессов с влажным воздухом.
10	Термодинамика потока./ Режимы течения. Скорость и расход газа для дозвукового и сверхзвукового потока. Скорость звука. Число Маха. Сопла и диффузоры.
11	Термодинамика потока./ Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона.
12	Сжатие газов в компрессорах./ Виды компрессоров. Теоретическая индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие. Термодинамический анализ работы поршневого компрессора.
13	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания./ Циклы ДВС с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты.
14	Циклы газотурбинных установок./ Циклы ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Пути повышения эффективности циклов ГТУ.
15	Циклы паросиловых установок./ Цикл Карно с насыщенным паром. Цикл Ренкина. Цикл ПСУ с повторным перегревом.
16	Газовые и паровые компрессорные холодильные установки./ Принципиальные схемы и расчет циклов воздушной и паровых компрессорных холодильных установок. Рабочие тела пароконпрессорных холодильных установок. Циклы тепловых насосов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Выполнение расчетно-графической работы
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Работа с лекционным материалом, литературой.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Термодинамический расчёт газового цикла.
2. Термодинамический расчёт цикла паросиловой установки.
3. Термодинамическое исследование процессов изменения параметров влажного воздуха.
4. Термодинамическое исследование цикла парокompрессионной холодильной установки.
5. Термодинамическое исследование политропных процессов с идеальным газом.
6. Термодинамическое исследование процессов с водяным паром
7. Максимально-полезная работа неравновесной закрытой термодинамической системы.
8. Термодинамический расчёт повышающего термотрансформатора.
9. Термодинамический расчёт понижающего термотрансформатора.
10. Эксергетический баланс паросиловой установки

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теплоэнергетика железнодорожного транспорта : в 4 ч.: учеб. пособие для студ., обуч. по напр. подготовки "Теплоэнергетика и теплотехника". Ч.1. Инженерные основы теплотехники. Минаев, Б. Н. Учебное пособие М.: ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2013. - 260 с. : ил., табл.; ISBN 978-5-89035-614-7 (Ч. 1)	Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ); (http://www.library.miit.ru)
2	Техническая термодинамика и теплопередача В.Д. Карминский. Однотомное издание. М.: Маршрут, 2005. – 224 с.	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
3	Термодинамика и теплопередача Минаев Б.Н., Костин А.В., Фроликов И.И., Воронова Л.А. Методические указания к курсовой работе М.: МГУПС (МИИТ), 2015. - 26 с.	Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ); (http://www.library.miit.ru)
4	Термодинамика и тепломассообмен (основы теории, задачи и расчетные соотношения) Б.Н. Минаев, А.В.Костин, Л.А.Воронова. Учебное пособие М.: МИИТ, 2013. - 75 с.	Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ); (http://www.library.miit.ru)
5	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Теплотехника": методические указания. Ч.1.	Научно-техническая библиотека РУТ

	Техническая термодинамика Л.Я. Левенталь, Д.И. Сучков, А. Хенач М. : МИИТ , 1985. – 36 с.	(МИИТ); (http://www.library.miit.ru)
6	Техническая термодинамика В.А.Кудинов, Э.М.Карташов Москва: Высш.шк., 2000. - 260, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-06-004344-4 (в обл.)	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
7	Термодинамика и теплопередача. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Термодинамика», «Термодинамика и теплопередача» Воронова Л.А., Гусев Г.Б., Костин А.В. Методические указания М.: МИИТ , 2011. – 36 с.	Научно- техническая библиотека РУТ (МИИТ); (http://www.library.miit.ru)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>) Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://www.window.edu.ru>) Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://www.library.miit.ru>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программы Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Мультимедийные комплексы, персональные компьютеры в специализированных аудиториях.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен во 2 семестре.

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института транспортной техники и
систем управления

А.В. Костин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин