

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теплотехника**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Локомотивы

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: 04.10.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Теплотехника» является приобретение в процессе подготовки студентов специальности 23.05.03 "Подвижной состав железных дорог" профиля "Пассажирские вагоны" знаний, направленных на рациональное получение, преобразование, передачу и использование тепловой энергии, что позволяет добиться при эксплуатации теплотехнических и теплотехнологических установок и систем максимальной экономии природных энергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов, выявлению и использованию вторичных энергоресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

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-1** - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

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

### **Знать:**

методы теплотехнических расчетов элементов технологического оборудования

### **Уметь:**

индивидуально разработать (принять) план решения конкретной задачи технической термодинамики и теплопередачи применительно к элементу (узлу) теплотехнологической установки или системы

### **Владеть:**

навыками термодинамического анализа на уровне, необходимом для получения результатов решения задач технической термодинамики и теплопередачи применительно к теплотехническим и тепло-технологическим установкам и системам

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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	Сем. №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

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 96 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	<p>Понятие о технической термодинамике.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамическая система и окружающая среда;</li> <li>- рабочее тело;</li> <li>- параметры состояния термодинамической системы;</li> <li>- уравнение состояния идеальных газов;</li> <li>- термодинамический процесс (равновесный, неравновесный, обратимый, необратимый, круговой);</li> <li>- функции состояния простого тела</li> <li>- теплота, внутренняя энергия, работа расширения;</li> <li>- теплоемкость тела: полная, удельные массовая, объемная, мольная, истинная и средняя.</li> </ul>
2	<p>Первый закон термодинамики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитическое выражение первого закона термодинамики для закрытой системы;</li> <li>- уравнение Майера;</li> <li>- энтальпия, техническая работа;</li> <li>- аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытой системы.</li> </ul>
3	<p>Закон Дальтона.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон Дальтона;</li> <li>- определение молекулярной массы и газовой постоянной смеси;</li> <li>- соотношение между массовыми и объемными долями смеси.</li> </ul>
4	<p>Термодинамические процессы идеальных газов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составляющие метода исследования процессов;</li> <li>- изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы.</li> </ul>
5	<p>Понятие энтропии. Второй закон термодинамики. Понятие эксергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- энтропия как функция состояния тела;</li> <li>- тепловая T-s-диаграмма;</li> <li>- второй закон термодинамики;</li> <li>- исследование прямых и обратных циклов;</li> <li>- определение изменения энтропии;</li> <li>- эксергия как мера работоспособности системы, массы вещества в объеме, потока теплоты и потока вещества;</li> <li>- эксергетический КПД.</li> </ul>
6	<p>Реальные газы и пары. Циклы теплового двигателя и холодильной машины</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение состояния реальных газов Ван-дер-Ваальса;</li> <li>- водяной пар. p-v, T-s, h-s – диаграммы водяного пара;</li> <li>- изображения термодинамических процессов на диаграммах;</li> <li>- общий произвольный прямой цикл или цикл теплового двигателя;</li> <li>- общий произвольный обратный цикл или цикл холодильной машины;</li> <li>- прямой обратимый цикл Карно – цикл идеального теплового двигателя;</li> <li>- обратный обратимый цикл Карно – цикл идеальной холодильной машины;</li> <li>- значение цикла Карно в термодинамике.</li> </ul>
7	<p>Двигатели внутреннего сгорания и холодильные машины.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- циклы ДВС;</li> <li>- термический КПД;</li> <li>- сравнение циклов ДВС;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- действительные циклы ДВС;</li> <li>- цикл ВХМ;</li> <li>- регенерация теплоты в цикле ВХМ;</li> <li>- принципиальная схема и действительный цикл ПКХМ; регенерация теплоты (холода) в цикле ПКХМ;</li> <li>- термодинамический анализ цикла теплового насоса.</li> </ul>
8	<p><b>Компрессоры.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема и теоретическая диаграмма работы одноступенчатого поршневого компрессора;</li> <li>- многоступенчатый поршневой компрессор;</li> <li>- оптимальное распределение давлений по ступеням сжатия;</li> <li>- лопаточный компрессор;</li> <li>- струйный компрессор.</li> </ul>
9	<p><b>Основные понятия теплообмена.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды теплопередачи;</li> <li>- температурное поле, изотермическая поверхности;</li> <li>- полный и удельный тепловые потоки;</li> <li>- температурный градиент.</li> </ul>
10	<p><b>Теплопроводность.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон Фурье;</li> <li>- коэффициент теплопроводности;</li> <li>- теплопроводность плоской и цилиндрической стенок.</li> </ul>
11	<p><b>Конвективный теплообмен.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- режимы движения жидкости, распределение скоростей по сечению потока;</li> <li>- уравнение Ньютона-Рихмана;</li> <li>- теория подобия, критерии подобия;</li> <li>- определение коэффициента теплоотдачи с помощью теории подобия.</li> </ul>
12	<p><b>Тепловое излучение.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды лучистых потоков;</li> <li>- поглощательная, отражательная, пропускная способности абсолютно черных и белых, серых тел;</li> <li>- закон Планка;</li> <li>- закон Стефана-Больцмана;</li> <li>- закон Кирхгофа.</li> </ul>
13	<p><b>Теплопередача</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплопередача через плоскую стенку;</li> <li>- уравнение теплопередачи;</li> <li>- средний логарифмический температурный напор;</li> <li>- коэффициент теплопередачи;</li> <li>- теплопередача через цилиндрическую стенку.</li> </ul>
14	<p><b>Теплообменные аппараты.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация теплообменников;</li> <li>- схемы тока теплоносителей;</li> <li>- основные положения конструкторского и поверочного тепловых расчетов рекуперативных аппаратов, водяной эквивалент;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- распределение температур по длине теплообменников для различного тока теплоносителей, средний температурный напор; - коэффициент теплопередачи; - гидродинамический расчёт. - показатели эффективности.
15	Основы энергосбережения. Рассматриваемые вопросы: - вторичные и возобновляемые энергетические ресурсы. - основные направления экономии энергоресурсов.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Приборы и устройства для теплотехнических измерений. Во время проведения лабораторной работы студенты знакомятся с основными приборами для измерения температуры, давления, расхода среды, а также принципами их действия.
2	Уравнение состояния газа В результате работы студенты определяют практическим путем универсальную газовую постоянную, исследуют изотермический процесс.
3	Исследование политропных процессов В результате работы студенты приобретают навыки работы с диаграммой поршневого компрессора, учатся определять показатели политропы, а также работу и теплоемкость процессов расширения и сжатия.
4	Определение коэффициента Пуассона В данной работе студенты приобретают навыки определения скорости звука в воздушной среде и показателя адиабаты двухатомного газа (коэффициента Пуассона)
5	Принцип работы и конструкция поршневых компрессоров В результате проведения занятия студенты знакомятся с конструкцией поршневых компрессора, принципом их работы
6	Определение коэффициента теплопроводности металлов Студенты изучают явление теплопроводности, приобретает навыки определения практическим путем коэффициента теплопроводности различных материалов.
7	Определение коэффициент теплоотдачи цилиндра В результате проведения работы студенты практическим путем учатся определять коэффициент теплоотдачи цилиндра при естественной и вынужденной конвекциях
8	Определение коэффициента теплопередачи В результате работы студенты знакомятся с практическим определением коэффициента теплопередачи реального нагревательного прибора - радиатора

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Основные понятия термодинамики. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №1. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1,

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	стр.15-20], [2, стр.7-12], [4, стр.3-5], [7, все страницы].
2	Первый закон термодинамики. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.3-8], [2, стр.5-7], [6, стр.13-20].
3	Смеси идеальных газов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №2. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.9-12], [2, стр.27-29], [3, стр.3-6], [6, стр.10-13].
4	Термодинамические процессы идеальных газов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.20-25], [2, стр.18-24], [4, стр.11-15], [6, стр.21-35].
5	Второй закон термодинамики. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №3. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.26-39], [3, стр.11-16], [6, стр.35-46].
6	Реальные газы и пары. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.44-46], [2, стр. 24-27, 29-33], [6, стр.13-20].
7	Двигатели внутреннего сгорания и холодильные машины. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №4. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.39-42, 46-51], [2, стр.43-48], [5, стр.20-23], [6, стр.48-70].
8	Истечения из сопел и диффузоров. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [2, стр. 33-40], [6, стр.70-84].
9	Компрессоры. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №5. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.42-44], [2, стр.40-42], [5, стр.3-15].
10	Основные понятия теплообмена. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [2, стр. 61-68].
11	Теплопроводность. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №6. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.51-58], [2, стр.68-78], [5, стр.15-19], [6, стр.120-148].
12	Нестационарная теплопроводность . Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [2, стр. 79-88], [6, стр.148-158], [8, стр. 15-20].
13	Конвективный теплообмен. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №7. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.58-62], [2, стр.86-89], [3, стр.25-30], [6, стр.158-162].
14	Теория подобия. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.62-66], [2, стр.89-96], [6, стр.162-164].
15	Тепловое излучение. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.66-68], [6, стр.193-195], [8, стр. 24-33].
16	

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	Основные законы теплового излучения. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.68-71], [6, стр.195-199].
17	Теплообменные аппараты. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Оформление отчета по лабораторной работе №8. Изучение учебной литературы из приведённых источников [1, стр.74-78], [3, стр.30-34], [6, стр.208-211].
18	Основы энергосбережения. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Изучение учебной литературы из приведённых источников [9, стр.17-23].
19	Подготовка к промежуточной аттестации.
20	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Термодинамика и теплопередача А.В. Костин; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта" Однотомное издание МИИТ , 2006	НТБ (ЭЭ); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Теплоэнергетика железнодорожного транспорта Б.Н. Минаев, Г.П. Мокриденко, Л.Я. Левенталь; Под общ. ред. Б.Н. Минаева Однотомное издание МИИТ , 2006	НТБ (фб.)
3	Термодинамика и теплопередача Воронова Л.А., Гусев Г.Б., Костин А.В.; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта" Однотомное издание МИИТ , 2011	НТБ (ЭЭ); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
4	Термодинамика и тепломассообмен (основы теории, задачи и расчетные соотношения) А.В. Костин; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта" Однотомное издание МИИТ , 2010	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
5	Поршневые компрессоры Г.Б.Гусев, А.В.Костин, Л.Я.Левенталь,; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта" Однотомное издание МИИТ , 2010	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6)
1	Техническая термодинамика и теплопередача В.Д. Карминский Однотомное издание Маршрут , 2005	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Приборы для теплотехнических измерений А.В. Костин, И.И. Фроликов, Н.Б. Горячкин; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта" Однотомное издание МИИТ , 2005	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6)
3	Теплопередача через ограждения кузова вагона А.В. Костин; МИИТ. Каф. "Теплоэнергетика железнодорожного	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)



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

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической биб-лиотеки МИИТ <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail. <http://www.twirpx.com/> - электронная библиотека.

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

Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007.

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

Основная лекционная аудитория, а также помещения лабораторий кафедры «Теп-лоэнергетика железнодорожного транспорта» МИИТа оборудованы мультимедийными комплексами. Компьютерный класс оборудован 15 компьютерами и кондиционером. Ра-бочее место преподавателя с персональным компьютером, подключёно к сетям INTERNET и INTRANET.

Имеется комплект переносных инструментов и оборудования для проведения энерге-тических обследований.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 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

старший преподаватель кафедры  
«Теплоэнергетика транспорта»  
Института транспортной техники и  
систем управления

Л.А. Воронова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Заведующий кафедрой ТТ

А.В. Дмитренко

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин