

37ЭТВ-19



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕПЛОТЕХНИКА***

Направление подготовки (специальность)  
23.03.03 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И  
КОМПЛЕКСОВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Эксплуатация и сервисное обслуживание автомобильного транспорта

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 14.12.2015 г. № 1470)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

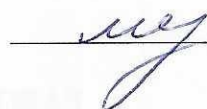
Зав. кафедрой  Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5


Председатель  С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей


 И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры ТиЭС,

 С.В. Матвеев

Рецензент:

зам. нач. ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.10.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕПЛОТЕХНИКА***

Направление подготовки (специальность)  
23.03.03 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И  
КОМПЛЕКСОВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Эксплуатация и сервисное обслуживание автомобильного транспорта

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 14.12.2015 г. № 1470)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем

11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.10.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Технологии, сертификации и сервиса автомобилей

\_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, \_\_\_\_\_ С.В. Матвеев

Рецензент:

зам.нач. ЦЭСТ ПАО "ММК" , \_\_\_\_\_ В.Н. Михайловский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от 1 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Теплотехника» является изучение основных понятий и законов термодинамики, теплопередачи, термодинамических процессов и циклов энергетических установок, способов передачи теплоты и основ теплового расчета фундаментальных законов переноса теплоты, современной теории теплообмена и применение их в тепловых расчетах нагрева и охлаждения тел различной формы с различными теплофизическими свойствами.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплотехника входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Устройство, техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств

Основы научных исследований

Рабочие процессы, конструкция и основы расчета силовых агрегатов

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	владением научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов
Знать	Основную отечественную и зарубежную литературу по дисциплине «Теплотехника» для систематического решения специализированных вопросов и задач.
Уметь	Распознавать эффективное решение от неэффективного в результате изучения основной отечественной и зарубежной литературы по дисциплине «Теплотехника» для систематического решения специализированных вопросов и задач.
Владеть	Основами технологических процессов в области эксплуатации транспорт-но-технологических машин и комплексов и решения профессиональных задач повышенной сложности.
ПК-15	владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности

Знать	Основные определения и понятия базовых знаний в области естественно-научных дисциплин. Фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам. Основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы, выделять факторы, определяющие их интенсивность.
Уметь	Объяснять типичные модели задач в области теплообмена. Обсуждать эффективные способы решения проблем теплообмена строить и анализировать математические модели тепломассопереноса. Распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена.
Владеть	Способами демонстрации умения владеть сбором информации для тепло-технических расчётов. Способами сбора и анализа информации о теплообменных процессах конвекцией, излучением и теплопроводностью. Методами расчета процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью.



#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 6,7 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 97,4 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Техническая термодинамика.								
1.1 Понятие о технической термодинамике, параметрах состояния, термодинамических процессах.	3	0,4	0,3		7	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15
1.2 Закон Джоуля. Формулировка первого закона термодинамики. Понятие о циклах.		0,4			7	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций.	ОПК-2, ПК-15
1.3 Изопроцессы. Формулировка второго закона термодинамики. Понятие об энтропии и эффективности циклов.		0,4	0,3		12	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15
1.4 Изопроцессы. Формулировка второго закона термодинамики. Понятие об энтропии и эффективности циклов.		0,4	0,3		8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15

1.5 Циклы тепловых двигателей и холодильных установок.		0,5			8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций.	ОПК-2, ПК-15
Итого по разделу		2,1	0,9		42			
2. Раздел 2. Теплопередача.								
2.1 Понятие о теплопередаче, способы теплопередачи, температурное поле.	3	0,4	0,4		15	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций.	ОПК-2, ПК-15
2.2 Понятие о стационарной и нестационарной тепло-проводности. Способы расчета.		0,5	0,3		15,4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15
2.3 Понятие о конвективном теплообмене. Способы расчета.		0,5	0,4		12	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15
2.4 Понятие об излучении. Способы расчета. Подведение итогов.		0,5			13	Самостоятельное изучение учебной литературы. Приложение 1; подготовка к лабораторной работе.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе.	ОПК-2, ПК-15
Итого по разделу		1,9	1,1		55,4			
Итого за семестр		4	2		97,4		зачёт	
Итого по дисциплине		4	2		97,4		зачет	ОПК-2,ПК-15

## 5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к лабораторным занятиям.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Клименко А.В., Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Клименко А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01171-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011713.html>

2. Яновский, А. А. Теоретические основы теплотехники: Учебное пособие / Яновский А.А. - Москва :СтГАУ - "Агрис", 2017. - 104 с.

Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/product/975962>

### б) Дополнительная литература:

1. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] / В.И. Ляшков. М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015, 328 с.

Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/product/496993>

2. Кудинов, А.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Кудинов. М.: ИНФРА-М, 2015. 375 с.

Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/product/512522>

4. Семенов, Ю. П. Теплотехника : учебник / Ю.П. Семенов, А.Б. Левин. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 400 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/7972](http://www.dx.doi.org/10.12737/7972). - ISBN 978-5-16-010104-0. - Текст : электронный. - URL:

<https://znaniium.com/catalog/product/1014755> – Режим доступа: по подписке.

5. Пинтя, Т. Н. Техническая термодинамика: конспект лекций : учебное пособие / Т. Н. Пинтя. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1015.pdf&show=dcatalogues/1/1119268/1015.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### в) Методические указания:

1. Пинтя, Т. Н. Термодинамика. Теплопередача : практикум / Т. Н. Пинтя, Ю. И. Тартаков-ский, Г. Н. Матвеева ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=48.pdf&show=dcatalogues/1/112431>

1/10.pdf&view=true

(дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Пинтя, Т. Н. Экспериментальное исследование процессов термодинамики. Лабораторный практикум : учебное пособие / Т. Н. Пинтя ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1242.pdf&show=dcatalogues/1/1123323/1242.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

3. Матвеева, Г. Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена : учебное пособие / Г. Н. Матвеева, Ю. И. Тартаковский, Б. К. Сенечкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно	бессрочно
MS Office Project Prof 2007(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ (лаборатория термодинамики и теплопередачи): комплекс лабораторных установок по технической термодинамике, комплекс лабораторных установок по изучению процессов теплопередачи; потенциометр; ЛАТР; электропечи; ротационные насосы.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

### Тема 1.1

1. Какие газы называются идеальными, их уравнение состояния.
2. Сущность и формулировки первого закона термодинамики.
3. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
4. Показать на  $P - V$  диаграмме полезную работу и работу расширения (сжатия) для произвольного термодинамического процесса.
5. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния, их связь с теплоемкостью.
6. Что называется полной теплоемкостью.
7. Удельная теплоемкость – массовая, объемная и мольная, их обозначение и размерность.
8. Какая теплоемкость больше – изобарная или изохорная и почему.

### Тема 1.2.

1. Основные термодинамические процессы, их изображение на  $P - V$  и  $T - S$  диаграммах.
2. Соотношение параметров для основных термодинамических процессов.
3. Обратимые и необратимые процессы, основные причины необратимости.
4. Изобразить на  $T - S$  диаграмме обратимый и необратимый адиабатный процесс расширения и сжатия.

### Тема 1.3.

1. Сущность и формулировки второго закона термодинамики.
2. Аналитическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
3. Энтропия как функция состояния, физический смысл энтропии.
4. Что называется термодинамическим циклом.
5. Прямые и обратные термодинамические циклы.
6. Как оценить эффективность прямого и обратного цикла.

### Тема 1.4.

1. Принципиальная схема теплового двигателя и холодильной установки.
2. Прямой цикл Карно, его термический КПД, изображение на диаграммах состояния.
- 3.

### Тема 1.5.

1. Принципиальная схема теплового двигателя и холодильной установки.
2. Прямой цикл Карно, его термический КПД, изображение на диаграммах состояния.

### Тема 2.1.

1. Способы передачи теплоты – теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.
2. Закон Фурье для плоской однослойной и многослойной стенки

### Тема 2.2.

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности для стационарного и нестационарного режимов.
2. Коэффициент теплопроводности, его определение, физический смысл и размерность.

*Тема 2.3.*

1. Конвективный теплообмен – закон Ньютона – Рихмана.
2. Коэффициент теплообмена, его определение, физический смысл и размерность.
3. Определение коэффициента теплообмена с помощью теории подобия.
4. Формулы и физический смысл критериев Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа и Прандтля.
5. Критериальные уравнения для свободной и вынужденной конвекции в общем виде.
6. Что называется теплопередачей, основное уравнение теплопередачи.
7. Коэффициент теплопередачи, его определение, физический смысл и размерность.

*Тема 2.4.*

1. Основной закон теплового излучения – закон Стефана – Больцмана.
2. Понятие о степени черноты.
3. Излучение с применением экранов.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2. Владением научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов		
Знать:	Основную отечественную и зарубежную литературу по дисциплине «Теплотехника» для систематического решения специализированных вопросов и задач	<p><i>Перечень теоретических вопросов для аттестации:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие газы называются идеальными, их уравнение состояния.</li> <li>2. Сущность и формулировки первого закона термодинамики.</li> <li>3. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.</li> <li>4. Показать на <math>P - V</math> диаграмме полезную работу и работу расширения (сжатия) для произвольного термодинамического процесса.</li> <li>5. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния, их связь с теплоемкостью.</li> <li>6. Что называется полной теплоемкостью.</li> <li>7. Удельная теплоемкость – массовая, объемная и мольная, их обозначение и размерность.</li> <li>8. Какая теплоемкость больше – изобарная или изохорная и почему.</li> <li>9. Основные термодинамические процессы, их изображение на <math>P - V</math> и <math>T - S</math> диаграммах.</li> <li>10. Соотношение параметров для основных термодинамических процессов.</li> <li>11. Обратимые и необратимые процессы, основные причины необратимости.</li> <li>12. Изобразить на <math>T - S</math> диаграмме обратимый и необратимый адиабатный процесс расширения и сжатия.</li> <li>13. Сущность и формулировки второго закона термодинамики.</li> <li>14. Аналитическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов.</li> <li>15. Энтропия как функция состояния, физический смысл энтропии.</li> <li>16. Что называется термодинамическим циклом.</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		17. Прямые и обратные термодинамические циклы. 18. Как оценить эффективность прямого и обратного цикла. 19. Принципиальная схема теплового двигателя и холодильной установки. 20. Прямой цикл Карно, его термический КПД, изображение на диаграммах состояния.
Уметь:	Распознавать эффективное решение от неэффективного в результате изучения основной отечественной и зарубежной литературы по дисциплине «Теплотехника» для систематического решения специализированных вопросов и задач	<b>Примерное практическое задание для аттестации:</b> 1. В каких единицах измеряется количество теплоты? 1. °С; 2. кг/м; 3. Дж; 4. Н/м 2. Теплопроводность каких материалов наибольшая? 1. Металлов; 2. Газов; 3. Твердых тел - диэлектриков; 4. Жидкостей. 3. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности? 1. От вида движения жидкости; 2. От температуры и физических свойств веществ; 3. От массы и площади поверхности тела; 4. От количества подведенной теплоты. 4. Какое из уравнение плотности теплового потока соответствует переносу теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку: 1. $q = \frac{\delta}{\lambda}(t_2 - t_1)$ ; 2. $q = -\lambda grad t$ ; 3. $q = \alpha(t_2 - t_1)$ ; 4. $q = \frac{\lambda}{\delta}(t_2 - t_1)$ . 5. По какому из уравнений рассчитывается теплопередача через стенку? 1. $q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$ <p>2.</p> $q = \frac{t_{жс1} - t_{жс2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ <p>3.</p> <p>6. Указать, какому интервалу значений коэффициента <math>\lambda</math> соответствует теплопроводность сталей.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20 – 50 Вт/(м °С)</li> <li>2. 0,07 – 4 Вт/(м °С)</li> <li>3. 0,007 – 0,07 Вт/(м °С)</li> </ol> <p>7. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{Вт}{м^2}</math> ;</li> <li>2. <math>\frac{Вт}{м^2 \cdot град}</math> ;</li> <li>3. <math>\frac{Вт}{м \cdot град}</math> ;</li> <li>4. <math>Вт</math> .</li> </ol> <p>8. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От одной среды к другой;</li> <li>2. Внутри твердых стенок;</li> <li>3. От одной среды к другой через разделительную стенку;</li> <li>4. От жидкостей к твердым стенкам.</li> </ol> <p>9. Число Фурье определяет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режим движения жидкости;</li> <li>2. Термическую массивность тел;</li> <li>3. Безразмерное время нагрева;</li> <li>4. Физические параметры вещества.</li> </ol>
Владеть:	<p>Основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов и решения профессиональных задач повышенной сложности.</p>	<p><b>Пример задания на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>Задача 1. Плоская стенка состоит из слоя огнеупорного материала толщиной <math>S_1</math>, м и теплоизоляционного слоя толщиной <math>S_2</math>, м. Коэффициенты теплопроводности слоев равны: первого <math>\lambda_1</math>, Вт/(м К), второго <math>\lambda_2</math>, Вт/(м К). Температура газов омывающих внутреннюю поверхность стенки <math>t_g</math>, С; коэффициент теплоотдачи к внутренней</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>стенке <math>\alpha_1</math>, Вт/(м·К); от наружной стенки к воздуху <math>\alpha_2</math>, Вт/(м·К). Площадь стен <math>f</math>, м. Температура воздуха, омывающего наружную поверхность стенки <math>t_{в}</math>, °С.</p> <p>Необходимо определить:</p> <p>а) общее тепловое сопротивление от газов и воздуху - <math>R</math>, Общий коэффициент теплопередачи <math>K</math>, плотность теплового потока <math>q</math> и количество теплоты <math>Q</math>, теряемое стенкой при трех вариантах указанных в таблице 2;</p> <p>б) найти температуры в стыке слоев <math>t_1, t_2, t_3</math> для тех же вариантов;</p> <p>в) построить для третьего варианта графики распределения температуры в координатах <math>t-S</math> и <math>t-R</math>; сравнить с температурами, полученными аналитическим путем ( по формулам);</p> <p>г) определить снижение потерь тепла во втором и третьем вариантах по сравнению с первым (в процентах). Потери при первом варианте принимаются за 100%;</p> <p>д) результаты расчетов представить в виде таблицы 1 (Прил. 1.) и сделать выводы о роли тепловой изоляции для снижения потерь тепла через кладку. Варианты задачи даны в таблице 2 (Прил. 2).</p>
ПК-15. Владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности		
Знать:	<p>Основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин.</p> <p>Фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам. Основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы, выделять факторы, определяющие их</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов для аттестации:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы передачи теплоты – теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.</li> <li>2. Дифференциальное уравнение теплопроводности для стационарного и нестационарного режимов.</li> <li>3. Закон Фурье для плоской однослойной и многослойной стенки.</li> <li>4. Коэффициент теплопроводности, его определение, физический смысл и размерность.</li> <li>5. Конвективный теплообмен – закон Ньютона – Рихмана.</li> <li>6. Коэффициент теплообмена, его определение, физический смысл и размерность.</li> <li>7. Определение коэффициента теплообмена</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	интенсивность.	<p>с помощью теории подобия.</p> <p>8. Формулы и физический смысл критериев Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа и Прандтля.</p> <p>9. Критериальные уравнения для свободной и вынужденной конвекции в общем виде.</p> <p>10. Основной закон теплового излучения – закон Стефана – Больцмана.</p> <p>11. Что называется теплопередачей, основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи, его определение, физический смысл и размерность.</p>
Уметь:	<p>Объяснять типичные модели задач в области теплообмена. Обсуждать эффективные способы решения проблем теплообмена строить и анализировать математические модели тепломассопереноса. Распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена.</p>	<p><b>Примерное практическое задание для аттестации:</b></p> <p>1. В каких единицах измеряется количество теплоты?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. °С;</li> <li>2. кг/м;</li> <li>3. Дж;</li> <li>4. Н/м.</li> </ol> <p>2. Какую энергию нужно затратить, чтобы нагреть 1000 г чистой воды на 1°С?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4200Дж;</li> <li>2. 42000Дж;</li> <li>3. 420кДж;</li> <li>4. 4200 кДж.</li> </ol> <p>3. Политропическим называется процесс, происходящий при постоянной(ом)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температуре;</li> <li>2. Давлении;</li> <li>3. Объеме;</li> <li>4. Теплоёмкости.</li> </ol> <p>4. Адиабатным процессом называют процесс:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменения состояния газа в термоизолированной системе;</li> <li>2. Изменения состояния газа в закрытом сосуде;</li> <li>3. Изменения параметров газа при постоянном давлении;</li> <li>4. Изменения параметров газа при постоянной температуре.</li> </ol> <p>5. При постоянной температуре внешние силы над газом совершили работу 300Дж. Количество теплоты, переданное</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>газу, равно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 Дж;</li> <li>2. 200 Дж;</li> <li>3. 300 Дж;</li> <li>4. -300 Дж</li> </ol> <p>6. Идеальный газ находится в закрытом сосуде. Температуру газа повысили в 2 раза. Как изменилась работа газа?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличилась в два раза;</li> <li>2. Уменьшилась в два раза;</li> <li>3. Равна нулю;</li> <li>4. Не изменилась.</li> </ol> <p>7. Газу передано 200 Дж теплоты, внешние силы совершили над ним работу 400 Дж. Изменение внутренней энергии газа равно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 200 Дж</li> <li>2. 600 Дж</li> <li>3. 400 Дж</li> <li>4. 0 Дж</li> </ol> <p>8. Какое из нижеприведенных выражений выполняется при адиабатном расширении идеального газа?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\partial q = -\partial l</math></li> <li>2. <math>\partial q = 0</math></li> <li>3. <math>\partial q = du</math></li> <li>4. <math>du = 0</math>.</li> </ol> <p>9. Второй закон термодинамики формулируется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>C_p - C_v = R</math></li> <li>2. Теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому;</li> <li>3. Теплота сама собой переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный самопроизвольный переход невозможен;</li> <li>4. В природе все процессы обратимы.</li> </ol> <p>10. Коэффициент полезного действия (эффективность) тепловой машины, работающей по циклу Карно равен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>T_{хол}/(T_{нагр}-T_{хол})</math>;</li> <li>2. <math>(T_{нагр}-T_{хол})/T_{хол}</math>;</li> <li>3. <math>T_{нагр}/(T_{нагр}-T_{хол})</math>;</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		4. (Тнагр-Тхол)/Тнагр
Владеть:	Способами демонстрации умения владеть сбором информации для теплотехнических расчётов. Способами сбора и анализа информации о теплообменных процессах конвекцией, излучением и теплопроводностью. Методами расчета процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью.	<p><b>Пример задания на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>Для идеального цикла двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты определить параметры рабочего тела в характерных точках цикла, количество подведенной и отведенной теплоты, полученную работу и термический КПД, если начальные параметры рабочего тела <math>P_1 = 0,1 \text{ МПа}</math>, <math>t_1 = 170^\circ\text{C}</math>, степень сжатия <math>\varepsilon = 4,0</math> и степень повышения давления <math>\lambda = 3,5</math> рабочее тело – воздух. <math>R = 287,3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}</math>, <math>c_p = 1,01 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}</math>, <math>c_v = 0,72 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}</math>.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Для получения зачета по дисциплине студент должен показать следующие знания, умения и навыки по использованию и внедрению результатов образовательной деятельности:

– на оценку «**зачтено**»:

Студент должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений; Студент должен предоставить выполненное задание, в котором были бы отражены проблемы, касающиеся всех аспектов изучаемой дисциплины.

– на оценку «**не зачтено**»:

Студент не владеет терминологией изучаемой дисциплины;

Студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации изучаемой дисциплины;

Не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.