

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Теплотехника

Разработчик (и):

Малышев В.С.

ФИО

Доцент

должность

К.Т.Н.

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

Строительства, энергетики и транспорта

наименование кафедры

протокол № 11 от 07.07.2023

Заведующий кафедрой СЭиТ



подпись

Челтыбашев А.А.

ФИО

Мурманск
2023

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-3 Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ОПК-3.1 Знает специфику методов и средств технических измерений в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-3.2 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в сфере своей профессиональной деятельности ОПК-3.3 Способен проводить экспериментальных исследований и измерений, обработки и представления полученных данных</p>	<p>Знать: - начальные, предельно-допустимые и предельные нормативные значения параметров, характеризующих техническое состояние транспортно-технологических машин и оборудования Уметь: - интерпретировать получаемые значения текущих параметров текущего состояния в управляющие действия по поддержанию работоспособности парка транспортно-технологических машин и технологического оборудования на заданном уровне Владеть: - методами планирования и организации обслуживания транспортно-технологических машин и необходимого для их обслуживания технологического оборудования, позволяющих поддерживать заданный уровень работоспособности</p>
<p>ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии при решении задач</p>	<p>ОПК-5.1 Знает показатели надежности и методы расчета надежности при производстве и эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, а также основные</p>	<p>Знать: - основные особенности обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций, используемых в автомобильной промышленности; - технические условия и правила рациональной эксплуатации</p>

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

профессиональной деятельности	виды механизмов и технологические процессы их изготовления ОПК-5.2 Способен применять показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации ОПК-5.3 Способен применять системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов	транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствий прекращения ее работоспособности. Уметь: - учитывать особенности обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций; - определять причины и последствия прекращения работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Владеть: - навыками применения особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций; - навыками рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.
-------------------------------	---	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. Основные понятия и определения. Задачи, объекты технической термодинамики. Термодинамическая система, виды. Понятие рабочего тела. Основные параметры состояния. Конструкции контрольно-измерительных приборов.

Тема 2. ИДЕАЛЬНЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ. Понятие идеального газа. Основные законы идеального газа (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро). Уравнение Клапейрона, Менделеева-Клапейрона. Газовая постоянная, универсальная газовая постоянная. Смеси идеальных газов. Реальные газы. Уравнения для реальных газов.

Тема 3. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Внутренняя энергия. Работа. Теплота. Виды теплоемкостей. Уравнение Майера. Энтальпия. Вечный двигатель первого рода.

Тема 4. ВТОРОЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. Формулировки Клаузиуса, Томсона, Оствальда. Вечный двигатель второго рода. Энтропия.

Тема 5. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Понятие термодинамического процесса. Обратимые и необратимые процессы. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Изображение термодинамических процессов в $p-v$ - и $T-s$ -диаграммах. Определение теплоты, работы, изменения внутренней энергии в процессах. Термодинамический анализ процессов.

Тема 6. ВОДЯНОЙ ПАР. Процессы изменения состояния паров. Кривая равновесия фаз. Процесс парообразования при постоянном давлении в p - v -, T - s - и i - s -диаграммах. Виды пара. Степень сухости. Основные свойства влажного насыщенного, сухого насыщенного и перегретого водяного пара.

Тема 7. ТЕРМОДИНАМИКА ПОТОКА. ИСТЕЧЕНИЕ И ДРОССЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОВ И ПАРОВ. Понятие о сопловом и диффузорном истечении газов. Адиабатное истечение. Скорость адиабатного истечения. Критическая скорость и критическое давление. Число Маха. Сопло Лавалья. Процесс дросселирования.

Тема 8. ПОНЯТИЕ О ЦИКЛАХ. Цикл. Виды циклов. Термический КПД, холодильный коэффициент. Цикл Карно, прямой и обратный. Теорема Карно.

Тема 9. ЦИКЛЫ КОМПРЕССОРОВ. Классификация, принцип действия, работа сжатия. Пути повышения КПД цикла.

Тема 10. ЦИКЛЫ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС). Рабочее тело ДВС. Классификация ДВС. Циклы Отто, Дизеля, Тринклера. Сравнение циклов ДВС. Пути повышения термического КПД.

Тема 11. ЦИКЛЫ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК (ГТУ). ГТУ с различными видами подвода теплоты. Регенерация теплоты в циклах ГТУ. Пути повышения КПД цикла ГТУ.

Тема 12. ЦИКЛЫ ПАРСИЛОВЫХ УСТАНОВОК (ПСУ). Цикл Карно для влажного насыщенного пара. Цикл Ренкина с перегревом и вторичным перегревом. Регенеративный цикл. Бинарный цикл. Пути повышения КПД цикла ПСУ.

Тема 13. ЦИКЛЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл абсорбционной холодильной установки. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.

Тема 14. ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕНА. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ. Основные положения теплопроводности. Температурное поле, его характеристики. Градиент температуры, его знак и направленность. Уравнение теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности, определение, размерность и физическая сущность, зависимость от внешних факторов. Теплопроводность через плоскую однослойную и многослойную стенку. Тепловой поток и термическое сопротивление. Теплопроводность через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку.

Тема 15. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН. Сущность конвективного теплообмена. Виды конвекции. Основные факторы, влияющие на теплоотдачу. Коэффициент теплоотдачи, определение, размерность. Уравнение теплоотдачи (Ньютона-Рихмана). Критерии подобия. Критериальные уравнения для вынужденного и свободного движения теплоносителя.

Тема 16. ТЕПЛООБМЕН ИЗЛУЧЕНИЕМ. Сущность теплообмена излучением. Лучистый теплообмен между поверхностями тел. Приведённая степень черноты тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Коэффициент излучения, определение, размерность. Интенсивность и тепловой поток излучения. Особенности излучения и поглощения энергии газами. Излучение многоатомных газов. Тепловой поток и коэффициент теплоотдачи при излучении. Лучистый теплообмен между экранированными телами. Тепловой поток и оценка эффективности использования экранов.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению практических/контрольной работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Арнольд, Л. В., Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для вузов / Л. В. Арнольд, Г. А. Михайловский, В. М. Селиверстов. - 2-е изд., перераб. - Москва : Высш. шк., 1979. - 446 с. : ил. (количество экземпляров – 111)
2. Нащокин, В. В., Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. пособие для вузов / В. В. Нащокин. - Изд. 4-е, стер. - [Москва] : Аз-book, 2008. - 468, [1] с. : ил. (количество экземпляров – 93)
3. Техническая термодинамика : учебник для вузов / В. И. Крутов, С. И. Исаев, И. А. Кожин [и др.] ; под ред. В. И. Крутова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1991. - 384 с. : ил. (количество экземпляров – 26)
4. Толтов, В. М., Теплотехника : метод. указания к лаб. работам студентов для техн. направлений и специальностей / В. М. Толтов; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. энергетики и трансп. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 107 с. : ил. - Библиогр.: с. 98. (количество экземпляров – 99)

Дополнительная литература:

5. Рабинович, О. М., Сборник задач по технической термодинамике : учеб. пособие для техникумов / О. М. Рабинович. - Изд. 5-е, перераб. - Москва : Альянс, 2015. - 344 с. (количество экземпляров – 49)

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1) *Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>*

2) *Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>*

3) *Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>*

4) *Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>*

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Операционная система Microsoft Windows Vista*
- 2) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 3) *Офисный пакет Microsoft Office 2010*

- 4) *Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating*
- 5) *Электронный переводчик PROMT NET 8.5*
- 6) *Электронный переводчик PROMT NET 9.5*
- 7) *Электронные словари ABBYY Lingvo x3*
- 8) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*
- 9) *SANAKO STUDY 1200*
- 10) *ASCON: САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2011, ЛОЦМАН:PLM, Материалы и Сортаменты, АРМ FEM, КОМПАС-3D V13*
- 11) *Программные продукты Autodesk*
- 12) *Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x*
- 13) *MathWorks MATLAB 2009 /2010*
- 14) *Программный комплекс «Компьютерная деловая игра БИЗНЕС-КУРС: Максимум. Версия 1. Коллективный вариант на 10 команд»*
- 15) *Statsoft Statistica for Windows v.6, Statsoft Statistica Neural Networks for Windows v.6*
- 16) *ПСП «Стройэкспертиза» комплекс программ «Фундаменты»*
- 17) *SCADsoft SCAD Office версия 21*
- 18) *Антивирус Dr. Web Desktop Security Suite, антивирус Dr. Web Server Security Suite*
- 19) *Комплекс программного обеспечения «А-ноль»*
- 20) *Программа «Адепт: Управление строительством. Управление проектами»*
- 21) *Программный продукт «Торосад»*
- 22) *Программный продукт Erwin Data Modeler*
- 23) *Программный комплекс «ГРАНД-смета версия STUDENT»*
- 24) *Программное обеспечение T-FLEX*
- 25) *Антивирус Avira Business Security Suite*
- 26) *Программное обеспечение «Антиплагиат»*
- 27) *IC:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях*
- 28) *Программный продукт АБС «Управление кредитной организацией» для ВУЗов*
- 29) *Программный продукт CorelDRAW Graphics Suite X4 Classroom License MUL 15+1*
- 30) *Программный продукт ChemBioOffice Ultra Academic Edition*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1² - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ³	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов	
		3							3/2	4/2		
Лекции		16		16					4			4
Практические занятия		16		16						4		4
Лабораторные работы		16		16						4		4
Самостоятельная работа		60		60					32	91		123
Подготовка к промежуточной аттестации ⁴		36		36						9		9
Всего часов по дисциплине		144		144					36	108		144
/ из них в форме практической подготовки ⁵												

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		+		+						+		+
Зачет/зачет оценкой	с											
Курсовая работа (проект)												
Количество расчетно-графических работ												
Количество контрольных работ		1		1						1		1
Количество рефератов												
Количество эссе												

² Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ,

³ При отсутствии вида учебной деятельности, формы промежуточной аттестации и текущего контроля соответствующая строка может быть удалена

⁴ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

⁵ Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении **отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.**

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Перечень практических занятий по формам обучения⁶

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Параметры состояния
2	Газовая постоянная. Уравнения состояния идеальных газов
3	Первый закон термодинамики
4	Термодинамические процессы идеальных газов
5	Водяной пар
6	Истечение газов и паров
7	Циклы компрессоров
8	Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС)
9	Циклы газотурбинных установок (ГТУ)
10	Циклы паросиловых установок (ПСУ)
11	Теория теплообмена. Теплопроводность
12	Конвективный теплообмен
	Заочная форма
1	Первый закон термодинамики
2	Термодинамические процессы идеальных газов
3	Водяной пар
4	Теория теплообмена. Теплопроводность

Перечень лабораторных занятий по формам обучения⁷

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Изучение конструкций приборов для измерения параметров состояния рабочих тел
2	Определение газовой постоянной
3	Определение объемной изобарной теплоемкости воздуха
4	Определение показателя адиабаты для воздуха
5	Исследование изохорного процесса
6	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала методом трубы
7	Определение коэффициента теплоотдачи от вертикального цилиндра при свободной конвекции
	Заочная форма
1	Изучение конструкций приборов для измерения параметров состояния рабочих тел
2	Определение газовой постоянной
3	Определение объемной изобарной теплоемкости воздуха
4	Определение показателя адиабаты для воздуха

⁶ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

⁷ Если лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена