

**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  
2024

## 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 <sup>1</sup>	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><b>Знать:</b>                      - начальные, предельно-допустимые и предельные нормативные значения параметров, характеризующих техническое состояние транспортно-технологических машин и оборудования  <b>Уметь:</b>                      - интерпретировать получаемые значения текущих параметров текущего состояния в управляющие действия по поддержанию работоспособности парка транспортно-технологических машин и технологического оборудования на заданном уровне  <b>Владеть:</b>                      - 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><b>Знать:</b>                      - 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>

<sup>1</sup> 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. <b>Уметь:</b> - 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. <b>Владеть:</b> - 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 (АУ).** АУ с различными видами подвода теплоты. Регенерация теплоты в циклах АУ. Пути повышения КПД цикла АУ.

**Тема 12. ЦИКЛЫ ПАРОСИЛОВЫХ 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 МАУ;
- методические указания к выполнению практических/контрольной работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

представлены на официальном сайте МАУ 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 МАУ 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 МАУ, 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) *ASCONE: САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2011, ЛОЦМАН:PLM, Материалы и Сортаменты, APM 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 МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1<sup>2</sup> - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности <sup>3</sup>	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 <sup>4</sup>		36		36						9		9
<b>Всего часов по дисциплине</b>		<b>144</b>		<b>144</b>					<b>36</b>	<b>108</b>		<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки <sup>5</sup>												

### 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												

<sup>2</sup> Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МАУ,

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

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

<sup>5</sup> 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 обучения<sup>6</sup>

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
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 (АУ)
10	Циклы паросиловых установок (ПСУ)
11	Теория теплообмена. Теплопроводность
12	Конвективный теплообмен
	<b>Заочная форма</b>
1	Первый закон термодинамики
2	Термодинамические процессы идеальных газов
3	Водяной пар
4	Теория теплообмена. Теплопроводность

### Перечень лабораторных занятий по формам обучения<sup>7</sup>

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	<b>Очная форма</b>
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
	<b>Заочная форма</b>
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

<sup>6</sup> Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

<sup>7</sup> Если лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена