

Компонент ОПОП 15.03.02 Технологические машины и оборудование (профиль  
«Инжиниринг технологического оборудования»)  
наименование ОПОП

Б1.О.19  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Термодинамика

---

Разработчик (и):

Голубева О.А.

ФИО

ДОЦЕНТ

должность

канд.техн.наук, доцент

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологическое и холодильное  
оборудование

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024

Заведующий кафедрой Технологическое и  
холодильное оборудование

Похольченко В.А.

подпись

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	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ
<b>УК -1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 УК-1 Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	<b>Знать:</b> основные способы поиска информации; <b>Уметь:</b> применять системный подход при решении поставленных инженерных задач; <b>Владеть:</b> навыками выбора способов решения конкретных инженерных задач;	
	ИД-2 УК-1 Использует системный подход для решения поставленных задач, предлагает способы их решения	<b>Знать:</b> основные способы поиска информации; <b>Уметь:</b> применять системный подход при решении поставленных инженерных задач; <b>Владеть:</b> навыками выбора способов решения конкретных инженерных задач;	
<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-2 ОПК-1 Умеет применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин; <b>Уметь:</b> анализировать и демонстрировать понимание законов природы и основных законов естественнонаучных дисциплин; <b>Владеть:</b> навыками применения естественнонаучные знания при решении профессиональных задач	

### 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Термодинамика.** Предмет термодинамики. Связь с другими отраслями знаний

**Тема 2. Основные понятия и определения термодинамики.** Термодинамическая

система и окружающая среда. Виды термодинамических систем. Термодинамические параметры состояния. Нулевое начало термодинамики. Равновесные и неравновесные системы. Общее уравнение состояния. Понятие термодинамического процесса.  $v$ - $P$ - диаграмма и термодинамические процессы в ней. Уравнение состояния идеальных газов. Удельная и универсальная газовые постоянные. Газовые смеси. Закон Дальтона. Способы задания газовых смесей, их взаимосвязь

**Тема 3. Основные законы термодинамики.** Первый закон термодинамики. Работа и теплота процесса. Внутренняя энергия системы. Энтальпия. Энтропия.  $s$ - $T$ -диаграмма и ее свойства

**Тема 4. Теплоемкость.** Уравнение Майера для идеальных и реальных газов. Теплоемкость смеси газов

**Тема 5. Термодинамические процессы.** Классификация процессов изменения состояния рабочего тела. Общие методы исследования и определения термодинамических параметров тепловых процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение процессов в  $v$ - $P$ - и  $s$ - $T$ -диаграммах.

**Тема 6. Обратимые и необратимые процессы.** Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Прямой и обратный циклы Карно и их свойства. Обобщенный цикл. Максимальная работа. Работоспособность системы. Понятие об эксергии. Эксергия потока. Эксергический КПД

**Тема 7. Термодинамические процессы реальных газов.** Реальные газы и пары. Свойства реальных газов. Коэффициент сжимаемости. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы веществ. Фазовая диаграмма вещества. Водяной пар. Процессы парообразования, конденсации и перегрева пара. Определение параметров воды и водяного пара.  $v$ - $P$ - и  $s$ - $T$ -диаграммы водяного пара.  $s$ - $i$ - диаграмма

**Тема 8. Дросселирование газов и паров.** Эффект Джоуля- Томсона. Изменение параметров потока при дросселировании. Кривые инверсии. Их свойства

**Тема 9. Влажный воздух.** Основные определения.  $d$ - $i$ - диаграмма. Ее свойства. Определение параметров состояния влажного воздуха в технологических процессах с использованием  $d$ - $i$ - диаграммы

**Тема 10. Прикладные вопросы термодинамики.** Сжатие газов. Процессы сжатия в одно- и многоступенчатых компрессорах. Работа в двухступенчатых компрессорах при различных процессах сжатия. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме и при постоянном давлении. Обобщенный термодинамический цикл тепловых двигателей. Его основные параметры. Способы повышения термического КПД тепловых двигателей. Термодинамические циклы тепловых установок. ГТУ. Принципы работы ГТУ. Термодинамические циклы ГТУ. Характеристики циклов ГТУ. Паросиловая установка. Принцип её работы. Изображение теоретического цикла паросиловой установки в  $v$ - $P$ - ,  $s$ - $T$ - и  $s$ - $i$  диаграммах. Термический КПД цикла паросиловой установки.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/РГР 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. Гнатюк, В. С. *Опорный конспект лекций по механике, молекулярной физике и термодинамике : учеб. пособие по дисциплине "Физика" для студентов естеств.-науч. и техн. направлений подгот. и специальностей / В. С. Гнатюк, Н. Н. Морозов, З. Ф. Мурашова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. - 243 с. : ил. ( 60 экз.) - Имеется электрон. аналог 2018 г.*
2. Круглов Г.А. *Теплотехника : учеб. пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 208 с. ( 5 экз.) <https://e.lanbook.com/reader/book/3900/#4>*
3. Рабинович О. М. *Сборник задач по технической термодинамике : учеб. пособие для техникумов / О. М. Рабинович. - Изд. 5-е, перераб. - Москва : Альянс, 2015. - 344 с (49 экз.)*
4. *Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расчет.-граф. заданий всех форм обучения / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. О. А Голубева, А. С. Никонова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1.8 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012*
5. *Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания к решению задач для всех форм обучения / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. О. А Голубева, А. С. Никонова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1.2 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012*

**Дополнительная литература:**

6. Комаров, Г. А. *Лабораторный практикум по тепло- и хладотехнике : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 552400 "Технология продуктов общественного питания" и специальностям 271000" Технология рыбы и рыбных продуктов", 170600 "Машины и аппараты пищевых производств", 271300 "Пищевая инженерия малых предприятий", 070200 "Техника и физика низких температур" / Г. А. Комаров, О. А. Голубев; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : МГТУ, 2001, 2018. - 139 с. (184 экз.)*
7. Краев А.А. *Проверочные работы по курсу общей физики. Ч. 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Термодинамика : [сб. задач] для студентов естественно-техн. фак. МГТУ / А. А. Краев; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2000, 2018. - 77 с.(117 экз.)*
8. *Теплоэнергетические расчеты [Электронный ресурс] : метод. указания для диплом. проектирования студентов специальности 260602.65 "Пищевая инженерия малых предприятий" / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. технол. и холодиль. оборудования ; сост. О. А. Голубева. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 780 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012*
9. 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. (99 экз.)*

10. Цирельман Н.М. *Техническая термодинамика: Учебное пособие.* – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 352 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/107965/#2>

## **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) Электронная библиотека МГТУ <http://lib.mstu.edu.ru>.

## **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) Программные продукты Autodesk
- 10) Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x
- 11) MathWorks MATLAB 2009 /2010
- 12) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite, антивирус Dr.Web Server Security Suite
- 13) Антивирус Avira Business Security Suite
- 14) Программное обеспечение «Антиплагиат»

## **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 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения			
	Очная		Заочная	
	семестр	всего часов	семестр/курс	всего часов
	3		-	
Лекции	16	16	4	4
Лабораторные работы	16	16	6	6
Самостоятельная работа	76	76	125	125
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36	9	9
Всего часов по дисциплине/ из них в форме практической подготовки	144	144	144	144
	16	16	6	6
Формы промежуточного и текущего контроля				
Экзамен	есть	есть	есть	есть
Количество расчетно-графических работ	1	1	-	-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
<b>Очная и заочная форма</b>	
1	Определение теплоёмкости твёрдого тела
2	Определение теплоёмкости газа методом проточного нагрева
3	Газовые законы. Тарировка газового термометра.
4	Определение показателя адиабаты при адиабатическом расширении газа
5	Определение показателя адиабаты по скорости звука в воздухе
6	Определение «точки росы» при различной абсолютной влажности
7	Диаграммы реального газа