

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

Б1.О.25  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Тепло- и массообмен

---

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.** Предмет, задачи и значение тепло- массообмена.

**Тема 2. Основные понятия и определения теории тепломассообмена** Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение.

Сложный теплообмен. Температурное поле. Градиент температур. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия

**Тема 3. Законы теплопроводности.** Теплопроводность и теплопередача однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и шаровой стенок. Тепловая изоляция. Выбор теплоизоляционного материала. Теплопередача через ребренную стенку. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме

**Тема 4. Законы конвективного теплообмена.** Виды движения теплоносителя. Тепловой и динамический пограничный слой. Подобие физических процессов. Числа подобия. Критериальные уравнения. Частные случаи теплообмена при движении теплоносителя

**Тема 5. Тепловое излучение.** Основные понятия и определения. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами. Тепловые экраны. Особенности излучения газообразных тел

**Тема 6. Законы Фика.** Понятие массообмена. Коэффициент диффузии. Градиент концентраций. Плотность потока массы. Аналогия тепло и массообмена. Законы массообмена

**Тема 7. Теплообмен при сгорании топлива** Классификация вторичных энергоресурсов. Топливо. Виды и назначение топлива. Элементарный состав топлива. Теплотехнические характеристики топлива. Определение количества тепловой энергии, выделяющейся при сгорании топлива. Мероприятия по экономии топлива и тепловой энергии на предприятиях пищевой промышленности. Защита атмосферы от вредных выбросов энергетических установок.

**Тема 8. Применение законов тепло- и массообмена при проектировании теплового технологического оборудования**

### **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. Ветошкин А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 512 с  
<https://e.lanbook.com/reader/book/45924/#1>

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. Нащокин, В. В. *Техническая термодинамика и теплопередача* : учеб. пособие для вузов / В. В. Нащокин. - Изд. 4-е, стер. - [Москва] : Аз-book, 2008. – 468 с. (93 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. Логинов В.С., Юхнов В.Е. *Практикум по основам теплотехники. Учебное пособие.* - СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 128 с  
<https://e.lanbook.com/reader/book/112679/#1>

8. Синяевский Ю.В. *Сборник задач по курсу Теплотехника : учебное пособие / Синяевский Ю.В.* – СПб, ГИОРД, 2010. – 128 с <https://e.lanbook.com/reader/book/4907/#1>

9. *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

10. 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)

#### **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 МАУ <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) Электронные словари ABBYY Lingvo x3
  - 6) Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader
  - 7) Программные продукты Autodesk
  - 8) Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment)
- 8.x/9.x/10.x
- 9) 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		6/3	
Лекции	16	16	4	4
Практические занятия	16	16	6	6
Лабораторные работы	16	16	6	6
Самостоятельная работа	60	60	119	119
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36	9	9
Всего часов по дисциплине/ из них в форме практической подготовки	144	144	144	144
	32	32	12	12

#### 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	Исследование нестационарного теплопотока (тепловые волны)
2	Определение теплопроводности газов методом нагретой нити
3	Определение теплопроводности твёрдого тела
4	Исследование конвекционной теплоотдачи при естественной конвекции вдоль горизонтального цилиндра
5	Исследование конвекционной теплоотдачи при принудительном движении газа внутри нагретой трубы
6	Определение излучательной способности твёрдого тела
7	Исследование работы трубчатого теплообменника

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
<b>Очная и заочная форма</b>	
1	Теплопередача через плоские стенки
2	Теплопередача через цилиндрические стенки
3	Теплопередача через оребрённую стенку
4	Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя
5	Теплообмен при кипении и конденсации теплоносителя
6	Теплообмен излучением между твёрдыми телами и использовании тепловых экранов
7	Теплообмен при горении топлива