

Компонент ОПОП 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы  
жизнеобеспечения профиль «Системы холодоснабжения»  
наименование ОПОП

Б1.О.12  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

Тепло-и массообменные процессы в системах холодоснабжения

Разработчик (и):

Голубева О.А.

ФИО

доцент

должность

канд.техн.наук, доцент

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологического и холодильного

оборудования

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024

Заведующий кафедрой ТХО

  
подпись

Похольченко В.А.  
ФИО

## 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>ОПК-2</b><br>Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики                                             | ИД-1 ОПК-2 Владеет углубленными теоретическими и практическими знаниями фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики; | <b>Знать:</b> основные фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин, в том числе, технической физики;<br><b>Уметь:</b> анализировать, демонстрировать понимание и применять законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин, в том числе, технической физики;<br><b>Владеть:</b> навыками применения естественнонаучных знаний при решении профессиональных задач |                           |
| <b>ПК-2</b><br>Способен производить системный анализ имеющихся объектов производства и применения холода, разрабатывать эффективные технологические и конструктивные решения систем холодоснабжения | ИД-2 ПК-2 Применяет методы системного анализа принципиальных решений имеющихся объектов систем холодоснабжения                             | <b>знать:</b> особенности протекания действительных теплообменных и массообменных процессов в системах холодоснабжения, методы системного анализа;<br><b>уметь</b> проводить расчеты действительных теплообменных и массообменных процессах в системах холодоснабжения;<br><b>владеть</b> навыками системного анализа теплообменных и массообменных процессов и применения его для проектных расчётов            |                           |

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Параметры, необходимые для расчета теплообменных аппаратов холодильных машин и установок.**

**Методы расчета тепловых и гидравлических характеристик теплообменных аппаратов.**

Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Средний температурный напор

**Тема 2. Теплоотдача при протекании основных процессов в теплообменных аппаратах холодильных установок**

**Тема 3. Критерии эффективности рекуперативных теплообменных аппаратов.**

Пути интенсификации теплообменных аппаратов. Компактность теплообменника, критерии Кирпичева, Глазера, приведенный коэффициент мощности, число единиц переноса, тепловая эффективность.

Контактный тепло- и массообмен между газом и жидкостью. Уравнение интенсивности тепло-массообмена между газом и жидкостью

**Тема 4. Процессы тепло- и массообмена в основных теплообменных аппаратах низкотемпературных установок**

Особенности протекания тепло- и массообменных процессов. Применение законов тепло- и массообмена при проектировании основных теплообменных аппаратов низкотемпературных установок, климатехники и систем жизнеобеспечения. Число Льюиса для коэффициента

массоотдачи.

Уравнение Меркеля для тепло- и массообмена между воздухом и водой.

### **Тема 5. Процессы тепло- и массообмена во вспомогательных аппаратах низкотемпературных установок**

Особенности протекания тепло- и массообменных процессов. Применение законов тепло и массообмена при проектировании вспомогательного оборудования низкотемпературных установок, климатехники и систем жизнеобеспечения.

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

- презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению практических 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. 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. 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. - 207 с. ( 5 экз.)
2. 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.)
3. Семенов Б. А. *Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. пособие для вузов* / Б. А. Семенов. - Изд. 2-е, доп. - Москва : С.-Петербург. ун-та ; Краснодар : Лань, 2013. - 393 с (3 экз.)
4. 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.)
5. Степанов О.А., Захаренко С.О. *Основы трансформации теплоты: учебник* / О.А. Степанов , С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург, Лань, 2019. – 128 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/122152/#2>
6. *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
7. *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

#### **Дополнительная литература:**

8. Болдин А. П. Основы научных исследований : учебник для вузов / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - Москва : Академия, 2012. - 333 с. (49 экз.) ( 11 экз.)
9. Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д.В., Шабунина О.С. Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 256 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/112072/#1>
10. Теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов / Е. М. Авдолимов [и др.]. - 2-е изд., перераб. - Москва : Академия, 2013. – 399 с. ( 1 экз.)
11. 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
12. 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) Электронная библиотека МАУ <http://lib.mstu.edu.ru>.
- 2) ЭБС «Издательство Лань» (Договор № 45/19/45 от 27.07.2022 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к коллекции «Единая профессиональная база знаний для технических вузов – Издательство Лань «ЭБС» Исполнитель ООО «ЭБС Лань», с 02.10.2022 г. по 02.10.2023 г.) – <https://e.lanbook.com/>

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

- 1) Офисный пакет Microsoft Office 2010
- 2) Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating
- 3) Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader
- 4) Программные продукты Autodesk
- 5) Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x
- 6) MathWorks MATLAB 2009 /2010
- 7) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite, антивирус Dr.Web Server Security Suite
- 8) 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 магистратуры, 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 |
|                                                                      | 1                                                                 |             | -            |             |
| Лекции                                                               | 12                                                                | 12          | -            | -           |
| Практические занятия                                                 | 28                                                                | 28          | -            | -           |
| Лабораторные работы                                                  | -                                                                 | -           | -            | -           |
| Самостоятельная работа                                               | 68                                                                | 68          | -            | -           |
| Подготовка к промежуточной аттестации                                | -                                                                 | -           | -            | -           |
| Всего часов по дисциплине/<br>из них в форме практической подготовки | 144                                                               | 144         | -            | -           |
|                                                                      | 36                                                                | 36          | -            | -           |

#### Формы промежуточного и текущего контроля

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

#### Перечень практических занятий по формам обучения

| № п/п       | Темы практических занятий                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 2                                                                                        |
| Очная форма |                                                                                          |
| 1           | Теплоотдача при конденсации                                                              |
| 2           | Теплоотдача со стороны охлаждающей среды                                                 |
| 3           | Теплоотдача в испарителях                                                                |
| 4           | Тепло- и массообменные процессы в основных теплообменных аппаратах холодильных установок |
| 5           | Теплообмен в различных типах пластинчатых теплообменников                                |

