

Компонент ОПОП 13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика
направленность (профиль) «Энергообеспечение в Арктической зоне РФ»
наименование ОПОП

Б1.В.07
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля) Теплообменное оборудование предприятий

Разработчик (и):

Пантеев С.П.
ФИО

доцент
должность

-
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

Строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры

протокол №7 от 07.03.2024 г.

Заведующий кафедрой Строительства, энергетики
и транспорта

подпись

Челтыбашев А.А.
ФИО

Мурманск
2023

Пояснительная записка

Объем дисциплины 6 з.е.

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

Компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	ИД-1 ПК-1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства.	Знать: - основные принципы проектирования теплообменного оборудования; - основные методики расчёта параметров теплообменного оборудования; - способы повышения экономичности работы теплообменного оборудования. Уметь: - разрабатывать схемы теплообменного оборудования; - проводить расчёты параметров теплообменного оборудования; - добиваться экономичной работы теплообменного оборудования. Владеть: - методикой расчётов параметров теплообменного оборудования - навыками анализа экономичности работы теплообменного оборудования.
	ИД-2 ПК-1 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Знать: - основные нормативы и требования по обеспечению безаварийной работы теплообменного оборудования. Уметь: - анализировать, критически осмысливать и обобщать информацию о возможных нарушениях в работе теплообменного оборудования. Владеть: - навыками оценки качества безаварийной работы теплообменного оборудования.

- **Содержание дисциплины**

Модуль 1 «Теплообменное оборудование промышленных предприятий»

Тема 1. Введение. Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий. Понятия, определения и классификация промышленного теплообменного оборудования. Теплообменные и теплообменные аппараты. Теплоносители.

Тема 2. Рекуперативные теплообменные аппараты. Конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов. Расчет и последовательность проектирования теплообменных аппаратов (тепловой конструктивный расчет, поверочный тепловой расчет, компоновочный и гидравлический расчеты).

Тема 3. Тепловые трубы. Принцип действия тепловой трубы. Тепловые трубы с капиллярно-пористыми материалами. Термосифоны. Пример расчета.

Модуль 2 «Тепломассообменные аппараты и установки»

Тема 4. Регенеративные теплообменные аппараты и установки. Конструкции регенеративных теплообменных аппаратов и установок. Особенности теплообмена в слое. Тепловой расчет регенераторов. Аппараты с кипящим слоем.

Тема 5. Выпарные и кристаллизационные установки. Свойство растворов. Выпаривание растворов. Технологические схемы выпарных установок. Выпарные аппараты. Тепловой расчет. Расчет выпарных аппаратов. Кристаллизационные установки.

Тема 6. Смесительные теплообменники. Применение смесительных теплообменников. Аппараты с неподвижным контактом газов и жидкости. Скрубберы. Пример расчета скруббера.

Тема 7. Сушильные установки. Механическое обезвоживание. Свойства влажных материалов как объектов сушки. Процесс сушки. Динамика сушки. Кинетика сушки. Конвективная сушка. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок. Сушка твердых дисперсионных материалов. Сушка жидкотекучих материалов.

Тема 8. Перегонные и ректификационные установки. Общие сведения о перегонке и ректификации. Ректификационные установки. Конструкции ректификационных колонн. Роторные, центробежные и пленочные колонны.

Модуль 3 «Холодоснабжение предприятий»

Тема 9. Холодоснабжение предприятий. Термодинамические основы охлаждения. Адиабатическое расширение и дросселирование. Вихревой и термоэлектрические эффекты. Функциональные схемы и теоретические циклы работы одноступенчатой паровой холодильной машины, и их теоретические расчеты. Рабочие вещества паровых холодильных машин и хладоносители. Анализ теоретических и действительных рабочих процессов в цилиндре компрессора. Объемные и энергетические потери в компрессоре. Компрессоры холодильных машин (классификация, Герметичные, Ротационные, Винтовые, Бессальниковые, Турбокомпрессоры). Абсорбционные, парожеткорные и воздушные холодильные машины. Теплообменные аппараты и вспомогательное оборудование холодильных машин. Расчет компрессоров, испарителей и охлаждающих батарей, воздухоохладителей и вспомогательных аппаратов.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

- Методические материалы к выполнению практических занятий, самостоятельной работе, контрольной работе и РГР по дисциплине «Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий» по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

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. Малышев, В. С. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие : в 2 частях / В. С. Малышев, С. П. Пантеев. — Мурманск : МГТУ, 2022 — Часть 1 : Теоретический курс — 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-907368-46-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318941> (дата обращения: 20.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Малышев, В. С. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие : в 2 частях / В. С. Малышев, С. П. Пантеев. — Мурманск : МГТУ, 2022 — Часть 2 : Практический курс — 2022. — 182 с. — ISBN 978-5-907368-47-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/318944> (дата обращения: 20.07.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Малышев, В. С. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие по дисциплине "Тепломассовое оборудование предприятий" для направления 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. С. Малышев, С. П. Пантеев. — Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 320 с. - ISBN 978-5-9729-1876-8.

4. Губарева, В. В. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие / В. В. Губарева, А. В. Губарев. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 202 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80447.html> (дата обращения: 10.02.2019). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Берман, С.С. Расчет теплообменных аппаратов / С.С. Берман. — Москва : Гос. энергетическое изд-во, 1962. — 241 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book> HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220685>"& HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220685>"id=220685 (дата обращения: 10.02.2019). — ISBN 978-5-4458-5070-0. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

• Акулич, П.В. Расчеты сушильных и теплообменных установок / П.В. Акулич. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 444 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book> HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349>"& HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349>"id=89349 (дата обращения: 10.02.2019). — ISBN 978-985-08-1192-9. — Текст: электронный.

• Теплообменные аппараты систем теплоснабжения: отраслевой каталог 12-04 / Ин-т пром. кат. "Инпромкаталог"; [авт.-сост. Н. Н. Бакланова и др.]. - Москва: Инпромкаталог, 2004. - 112 с.: ил. - 920-40.

• Салова, Т.Ю. Перегонные и ректификационные установки: Методические указания для обучающихся по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» уровень высшего образования бакалавриат / Т.Ю. Салова; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра

«Энергообеспечение предприятий и электротехнологии». – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2016. – 36 с.: ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book> HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445956>"& HYPERLINK
"<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445956>"id=445956 (дата обращения: 10.02.2019). – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. Поисковая система «Консультант +» <http://www.consultant.ru/>
4. Электронный каталог библиотеки МГТУ [http](http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/) HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>:// HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"lib HYPERLINK "<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>". HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"mstu HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>". HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"edu HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>". HYPERLINK "<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"ru HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"/ HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"MegaPro HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"/ HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"Web HYPERLINK
<http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>"/

Периодические издания (профессиональные журналы)

1. «Энергетик»;
2. «Промышленная энергетика»;
3. «Энергохозяйство за рубежом»;
4. «Энергетика». Реферативный журнал.

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

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

4. Программные продукты Autodesk (бесплатные образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Autodesk (договор б/н от 21.02.2013).

5. КОМПАС-3D LT V12, бесплатная некоммерческая версия.

Количество рефератов												
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Конструктивный, тепловой и гидравлический расчет рекуперативных аппаратов.
2	Изучение конструктивных характеристик сетевого подогревателя
3	Тепловой расчет пластинчатых водоподогревателей.
4	Расчет тепловых труб и термосифонов
5	Расчет вакуумных выпарных аппаратов
6	Расчет скруббера для охлаждения воздуха водой
7	Изучение конструктивных характеристик деаэраторов разных типов
8	Расчет и конструирование деаэрационных колонок
9	Изучение конструктивных характеристик аппаратов с кипящим слоем
10	Изучение конструктивных характеристик сушильных установок
11	Расчет и конструирование сушильных установок
12	Расчет одно и многоступенчатой холодильной машины