

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Б1.Д.В.11 Основы трансформации тепла и процессов охлаждения»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Энергообеспечение предприятий

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год начала реализации программы
2021

г. Орск, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории холодильных циклов; освоение методик расчета процессов получения холода; понимание процессов тепловых схем холодильного оборудования, особенностей конструктивных и эксплуатационных.

Задачи:

- приобретение навыков тепловых расчетов, необходимых при проектировании и эксплуатации тепло-и хладотехники, устройств принудительного охлаждения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)».

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.В.3 Физическая химия. Основы водоподготовки

Постреквизиты дисциплины: Б2.П.Б.П.2 Производственная практика (преддипломная практика)

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК*-1-В-3 Владеет технологическим процессом выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей	<u>Знать:</u> основные методы взаимного превращения теплоты и работы, которые являются основой теории тепловых двигателей, свойствах термодинамической системы, рабочих телах и их параметрах, свойствах идеальных и реальных газов, основных термодинамических процессах и их использовании в теплотехнических и термических устройствах; теорию и расчеты процессов применения теплоты и холода в промышленном производстве; средства и методы экономии теплоты, использования в теплоэнергетическом хозяйстве вторичных и природных энергоресурсов; методы проектирования устройств и установок на основе трансформации тепла и процессов охлаждения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		Уметь: решать практические задачи, связанные с тепло- и холодно-снабжением объектов производства и теплоснабжения; владеть методами эффективного применения тепловых ресурсов, обеспечивающими энергосберегающую технологию в сельском хозяйстве; разрабатывать техническую документацию для тепло-и холода-техники; квалифицировано решать вопросы экологической безопасности Владеть: методами расчёта циклов и технологических процессов выработки тепловой энергии в теплоэнергетике и теплотехнике
ПК*-4 Способен обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины	ПК*-4-В-1 Демонстрирует знания по технике безопасности производственной санитарии, пожарной безопасности на энергетическом производстве	Знать: основы экологической безопасности на энергетическом производстве с тепло-и холода-техникой Уметь: планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению Владеть: нормативной базой по проектированию и расчёту энерго-и ресурсосбережения в энергетическом хозяйстве предприятия

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	15,25	15,25
Лекции (Л)	6	6

Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа:	164,75	164,75
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;	144,75	144,75
- подготовка к лабораторным занятиям;	10	10
- подготовка к практическим занятиям	10	10
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Термодинамические основы процессов трансформации тепла	35	1		1	33
2	Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки)	36	1	1	1	33
3	Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла	36	1	1	1	33
4	Работа парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла в нерасчетных условиях	36	1	1	1	33
5	Трансформаторы тепла	37	2	1		34
	Итого	180	6	4	4	166
	Всего	180	6	4	4	166

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Термодинамические основы процессов трансформации тепла. Назначение, область использования, классификация трансформаторов тепла. Процессы в идеальных газах в хладотехнике. Второй закон термодинамики. Циклы хладотехники. Циклические, квазициклические и нециклические процессы в трансформаторах тепла. Каскадные и регенеративные трансформаторы тепла. Эксергетический метод анализа систем трансформации тепла. Определение значения эксергии. Основные термодинамические зависимости. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области. Характер изменения удельных эксергетических затрат. Общая характеристика хладоагентов и криоагентов. Хладоносители.

Раздел 2. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки). Термодинамические свойства и процессы реальных газов в хладотехнике. Влажный воздух и его физические свойства. Основные понятия теплообмена. Удельные энергозатраты и КПД компрессионных трансформаторов тепла. Эксергетический и энергетический балансы компрессионных трансформаторов тепла. Методика расчета одноступенчатых трансформаторов тепла. Регенеративный теплообмен в парожидкостных трансформаторах тепла. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы тепла. Применение двухступенчатых теплонасосных установок в системах теплоснабжения. Каскадные рефрижераторные установки.

Раздел 3. Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла. Назначение и классификация нагнетательных и расширительных машин. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения. Компрессоры объемного дей-

ствия. Компрессоры кинетического действия (турбокомпрессоры). Поршневые детандеры. Турбо-детандеры. Насосы.

Раздел 4. Работа парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла в нерасчетных условиях. Основные методы регулирования компрессионных трансформаторов тепла. Условия установившегося режима. Характеристики основных элементов трансформатора тепла. Взаимосвязь параметров при работе компрессионного трансформатора тепла в нерасчетных условиях.

Раздел 5 Трансформаторы тепла. Абсорбционные трансформаторы тепла. Принцип действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход тепла в них. Схема и процесс работы реальных абсорбционных трансформаторов тепла. Методика расчета одноступенчатых абсорбционных трансформаторов тепла. Зависимость удельного расхода энергии в абсорбционных установках от параметров генерации, испарения и охлаждения. Работа абсорбционных холодильных установок в нерасчетных условиях. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы тепла. Абсорбционные трансформаторы тепла периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки. Энергетическое сравнение абсорбционных и компрессионных холодильных установок. Струйные трансформаторы тепла. Типы струйных трансформаторов тепла. Газодинамические функции. Принципиальная схема и КПД струйного компрессора. Определение коэффициента инжекции и давления сжатия струйного компрессора. Газожидкостные компрессионные трансформаторы тепла. Особенности газожидкостных трансформаторов тепла. Криорефрижераторы с дроссельной СОО. Криорефрижераторы с дроссельно-эжекторной СОО. Ожижение и замораживание газов, низкотемпературное разделение газовых смесей. Особенности системы ожижения, замораживания и низкотемпературного разделения. Идеальные процессы ожижения и замораживания (конденсирования) газов. Технические процессы ожижения и замораживания газов. Трансформаторы тепла, основанные на использовании электрических и магнитных полей. Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов тепла. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов тепла. Термоэлектрические и термомагнитно-электрические трансформаторы тепла.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Изучение циклов хладотехники. Холодильная установка	1
2	3	Исследование циклов двигателей внутреннего сгорания	1
3	4	Исследование процессов передачи теплоты через многослойную стенку в хладотехнике	1
4	5	Теплонасосная установка	1
		Итого	4

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Расчёт циклов двигателей внутреннего сгорания. Изучение термодинамические свойства и процессов реальных газов в хладотехнике	1
2	3	Расчёт процессов теплообмена в хладотехнике. Исследование характеристик влажного воздуха и его физических свойств в хладотехнике	1
3	4	Исследование характеристик и расчёт теплогенерирующих установок в хладотехнике	1
4	5	Исследование характеристик и расчёт абсорбционных и воздушно-компрессорные холодильных машин	1
		Итого	4

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Тепломассообмен [Текст]: учебное пособие для вузов по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» / А.А. Кудинов. – М.: Инфра-М, 2012. – 375 с. – (Высшее образование) – ISBN 978-5-16-004729-4.

2. Салов, А.Г. Проектирование отопительно-производственной котельной: учебное пособие / А.Г. Салов, А.А. Цынаева; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-9585-0606-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=438333.

5.2 Дополнительная литература

1. Задания и рекомендации к расчётно-графической работе по дисциплине «Источники теплоты автономных систем теплоснабжения»: учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Институт инженерно-экологических систем и сооружений, Кафедра теплогазоснабжения и др. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. – 35 с.

2. Определение сопротивления воздушного фильтра: методические указания / Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Кафедра отопления и вентиляции; сост. А.Г. Кочев и др. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 12 с.

5.3 Периодические издания

1. Теплоэнергетика
2. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики
3. Охрана труда и пожарная безопасность в образовательных учреждениях

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

1. Библиотека Гумер (<https://www.gumer.info/>). Доступ свободный.
2. Научная библиотека (<http://niv.ru/>). Доступ свободный.
3. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>). Доступ свободный.
5. Infolio (<http://www.infoliolib.info/>). Университетская электронная библиотека.

5.4.2 Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Фундаментальная электронная библиотека (<https://www.teplota.org.ua/>)
2. Теплота, всё для теплоэнергетики (<https://www.teplota.org.ua/>)
3. Информационный портал РосТепло.ру (<https://www.rosteplo.ru/>). Всё о теплоснабжении в России.

4. Ассоциация инженеров АВОК (<https://www.abok.ru/>)
5. Справочник теплоэнергетика (<https://www.c-o-k.ru/library/document/13100>)
6. Энергетический интернет-портал (<https://rusenergetics.ru/avtomatika/askue>)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<http://www.biblioclub.ru/>). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.
2. ЭБС «Лань» (<http://e.lanbook.com/>). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Тепловой расчёт холодильной камеры (<http://rosholod-dv.ru/raschet-on-line/programma-teplovogo-rascheta/>)
2. Программа выбора холодильного оборудования (<http://rosholod-dv.ru/raschet-on-line/podbor-holodilnogo-oborudovaniya/>)
3. Подбор теплообменного оборудования (<http://rosholod-dv.ru/raschet-on-line/podbor-teploobmennogo-oborudovaniya/>)
4. Программа для расчета кондиционера (<http://rosholod-dv.ru/raschet-on-line/programma-dlya-rascheta-kondicionera/>)
5. Расчет конструкции холодильной камеры (<http://rosholod-dv.ru/raschet-on-line/raschet-konstrukcii-kamery/>)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Open Value Subscription – Education Solutions (OVS-ES) по договору № 3В/20 от 01.06.2020 г.
Офисный пакет	Microsoft Office	
Интернет-браузер	Яндекс.Браузер	Бесплатное ПО, https://yandex.ru/legal/browser_agreement/
	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Пакет программ для проведения тестирования	ADTester	Бесплатное ПО, http://www.adtester.org/help/info/license/
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html
Векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем	КОМПАС-3D	Лицензия по государственному контракту № 20/11 от 07.06.2011 г., сетевой конкурентный доступ
Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений	MATLAB	Образовательная лицензия по государственному контракту № 20/10 от 29.06.2010 г., сетевой конкурентный доступ

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. В аудитории имеется персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийное оборудование (проектор, экран, звуковые колонки). Данное оборудование активно используется при проведении лекционных занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ.

Для проведения лабораторных занятий предназначены лаборатории кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики.

Все перечисленные аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.