



**Рабочая программа дисциплины « Б1.Д.В.11 Основы трансформации тепла и процессов охлаждения» / сост. О.С. Ануфриенко – Орск: Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2018. – 13 с.**

Рабочая программа предназначена студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Ануфриенко О.С., 2018  
© Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2018

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

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

### **Задачи**

Изучение дисциплины «Тепло-и хладотехника» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- 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	<b><u>Знать:</u></b> – 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. <b><u>Уметь:</u></b> – решать практические задачи, связанные с тепло- и хладоснабжением объектов производства и теплоснабжения;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>– владеть методами эффективного применения тепловых ресурсов, обеспечивающими энергосберегающую технологию в сельском хозяйстве;</p> <p>– разрабатывать техническую документацию для тепло-и хладотехники;</p> <p>– квалифицировано решать вопросы экологической безопасности.</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>– методами расчёта циклов и технологических процессов выработки тепловой энергии в теплоэнергетике и теплотехнике</p>
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	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <p>– основы экологической безопасности на энергетическом производстве с тепло-и хладотехникой</p> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <p>– планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению.</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>– нормативной базой по проектированию и расчёту энерго-и ресурсосбережения в энергетическом хозяйстве предприятия.</p>

## 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
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>15,25</b>	<b>15,25</b>
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
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>164,75</b>	<b>164,75</b>
- самостоятельное изучение разделов дисциплины	120	120
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	30	30
- подготовка к лабораторным занятиям;	5	5
- подготовка к практическим занятиям;	5	5
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	4,75	4,75
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. 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

### 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.

### 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.

### 3. Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла

Назначение и классификация нагнетательных и расширительных машин. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения. Компрессоры объемного действия. Компрессоры кинетического действия (турбокомпрессоры). Поршневые детандеры. Турбодетандеры. Насосы.

### 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.

### 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 термомагнитоэлектрические 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

#### 4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ СР	№ раздела	Наименование разделов и тем для самостоятельного изучения	Кол-во часов
1	1	Термодинамические свойства и процессы реальных газов в хладотехнике. Влажный воздух и его физические свойства. Основные понятия теплообмена. Передача теплоты теплопроводностью в хладотехнике. Передача теплоты через многослойную стенку в хладотехнике. Передача теплоты конвективным способом в хладотехнике. Передача теплоты излучением. Расчет теплообменных аппаратов в хладотехнике.	24
2	2	Теплогенераторы; котельные агрегаты; генераторы лучистого тепла. Льдогенераторы; компрессоры холодильных машин; вентиляторы; парокompректорные холодильные машины; абсорбционные и воздушно-компрессорные холодильные машины; воздушные и водяные конденсаторы и испарители; тепловые насосы.	24
3	3	<b>Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла</b> Назначение и классификация нагнетательных и расширительных машин. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения. Компрессоры объемного действия. Компрессоры кинетического действия (турбокомпрессоры). Поршневые детандеры. Турбодетандеры. Насосы.	24
4	4	<b>Работа парожидкостных компрессионных трансформаторов тепла в нерасчетных условиях</b> Основные методы регулирования компрессионных трансформаторов тепла. Условия установившегося режима. Характеристики основных элементов трансформатора тепла. Взаимосвязь параметров при работе компрессионного трансформатора тепла в нерасчетных условиях.	24
5	5	<b>Трансформаторы тепла</b> <b>Абсорбционные трансформаторы тепла</b> 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. <b>Струйные трансформаторы тепла</b> Типы струйных трансформаторов тепла. Газодинамические функции. Принципиальная схема и КПД струйного компрессора. Определение коэффициента инжекции и давления сжатия струйного компрессора <b>Газожидкостные компрессионные трансформаторы тепла</b> 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. <b>Трансформаторы тепла, основанные на использовании электрических и</b>	24



№ СР	№ раздела	Наименование разделов и тем для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		<b>магнитных полей</b> Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов тепла. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов тепла. Термоэлектрические и термомагнитоэлектрические трансформаторы тепла.	
		Итого	<b>120</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Теплообмен [Текст] : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. А. Кудинов. - Москва : Инфра-М, 2012. - 375 с. - (Высшее образование) - ISBN 978-5-16-004729-4. - книгообеспеченность 0,66 экз. на 1 студента.

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. : табл., схем., ил. - Библиогр.: с. 101-103. - ISBN 978-5-9585-0606-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=438333](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=438333). – книгообеспеченность 1 экз. на 1 студента.

### 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. : ил., схемы ; То же [Электронный ресурс]. - URL: . [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=427239](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=427239).

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. : табл., схемы - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=427265](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=427265) –

### 5.3 Периодические издания

Журналы «Теплоэнергетика», «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики», «Охрана труда и пожарная безопасность в образовательных учреждениях»

### 5.4 Интернет-ресурсы

**5.4.1. Современные профессиональные базы данных 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](http://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 - Университетская электронная библиотека – <http://www.infoliolib.info/>

#### 5.4.2. Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

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

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

#### 5.4.4. Дополнительные интернет-ресурсы

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

#### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Enrollment for Education Solutions (EES) по государственному контракту: • № 5Д/18 от 13.06.2018 г.;
Офисный пакет	Microsoft Office	

Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, <a href="http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/">http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/</a>
Мультимедийный плеер Пакет программ для проведения тестирования Просмотр и печать файлов в формате PDF	Яндекс.Браузер	Бесплатное ПО, <a href="https://yandex.ru/legal/browser_agreement/">https://yandex.ru/legal/browser_agreement/</a>
	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
	ADTester	Бесплатное ПО, <a href="http://www.adtester.org/help/info/license/">http://www.adtester.org/help/info/license/</a>
	Adobe Reader	Бесплатное ПО, <a href="http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html">http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html</a>
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 практики

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

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. (ауд.№4-307)

Для проведения занятий лекционного типа используются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия:

- презентации к курсу лекций;
- комплект обучающих видеофильмов

Наименование помещения	Материально-техническое обеспечение
Учебные аудитории: - для групповых и индивидуальных консультаций; - для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, класная доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран, ноутбук с выходом в сеть «Интернет»)
Учебная аудитории для проведения лабораторных работ: – Лаборатория «Теоретические основы теплотехники» ауд. № 4-219 – Лаборатория «Тепломассообменное оборудование», ауд. № 4-214	Стенд для исследования эффективности работы системы теплоснабжения «Энергосберегающие технологии теплоснабжения с МПСО» НТЦ-14.50 Комплект учебного лабораторного оборудования «Теплотехника и термодинамика» Стенд «Тепловой насос» Стенд – тренажер «Тепловой насос-2»

Наименование помещения	Материальное-техническое обеспечение
Компьютерный класс	Учебная мебель, компьютеры (9) с выходом в сеть «Интернет», проектор, экран, лицензионное программное обеспечение
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Учебная мебель, компьютеры (3) с выходом в сеть «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, программное обеспечение

...

