

Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Академический институт прикладной энергетики»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

  
Г.В.Ковалева /  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 19 » 09 2017 г.

Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.ОД.19 Основы трансформации теплоты

Вид образования:	Профессиональное образование
Уровень образования:	Высшее образование <i>бакалавриат</i>
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Направление подготовки:	<b>13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА</b>
Направленность (профиль) образовательной программы:	Энергообеспечение предприятий
Тип образовательной программы:	Программа <i>академического бакалавриата</i>
Форма обучения:	<i>заочная</i>
Срок освоения образовательной программы:	<i>5 лет</i>

Нижевартовск 2017 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины формирование навыка термодинамических и эксергетических расчетов трансформации тепла в теплотехнических установках.

Задачи изучения дисциплины: формирование знаний в области теоретических знаний техники трансформации теплоты.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата**

Учебная дисциплина «Основы трансформации теплоты» входит в блок Б.1В1.ОД. (вариативная часть) учебного плана подготовки бакалавров, является обязательной для изучения. Для освоения дисциплины необходимы знания следующих дисциплин: «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика». Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы для изучения дисциплин: «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Тепломассообменное оборудование предприятий», «Источники и системы теплоснабжения предприятий» и др. и выполнения бакалаврской выпускной квалификационной работы.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.**

### **3.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины согласно матрице соответствия компетенций и составляющих ОП:**

ОК-1 - способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

ОК-2 – способность к письменной и устной коммуникации на государственном языке: умением логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь; готовностью к использованию одного из иностранных языков;

ОК-3 - готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе;

ПК-12 - способность к организации рабочих мест, их технического оснащения, размещению технологического оборудования в соответствии с технологией производства, нормами техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда;

ПК-13 - готовность к контролю соблюдения технологической дисциплины на производственных участках;

ПК-14 - готовность к планированию и участию в проведении плановых испытаний технологического оборудования;

ПК-25 - владение методиками испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования в соответствии с профилем работы;

ПК-26 – готовность к планированию и участию в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов;

ПК-27 - для сервисно-эксплуатационной деятельности: готовностью к организации работы персонала по обслуживанию технологического оборудования;

ПК-28 - готовностью к контролю технического состояния и оценке остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;

ПК-29 - готовностью к составлению заявок на оборудование, запасные части, подготовке технической документации на ремонт;

ПК-30 - готовностью к приемке и освоению вводимого оборудования.

### **3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями.**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

Физические принципы низкотемпературной трансформации теплоты. Термодинамические принципы низкотемпературной трансформации теплоты. Цикл Карно. Паровые холодильные машины. Газовые холодильные машины. Тепловые насосы.

**уметь:**

Выбирать оптимальную схему холодильной машины. Определять параметры цикла холодильной машины. Определять параметры и мощность компрессорных машин.

**владеть:**

Инженерными методами расчета циклов холодильных машин. Методами проектирования и подбора холодильного оборудования.

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов). Семестр, отведенный для изучения данной дисциплины: 8. Форма контроля: экзамен.

**4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Вид учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия(всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа(всего)	90	90
Подготовка к экзамену	36	36
Вид аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость (часы)	<b>144</b>	<b>144</b>
Зачетные единицы	<b>4</b>	<b>4</b>

**4.2. Разделы дисциплины и виды учебной работы**

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение. Эксергетический метод термодинамического анализа	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
2	Хладагенты и хладоносители;	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
3	Парожидкостные холодильные и теплонаносные установки	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
4	Газовые компрессионные трансформаторы тепла	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР

5	Абсорбционные трансформаторы тепла	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
6	Струйные трансформаторы тепла	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
7	Ожижение и замораживание газов	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР
	Термоэлектрические трансформаторы тепла.	+	+		+	Опорный конспект Отчет по РГР

### 4.3. Содержание учебного материала по разделам (темам) Содержание лекционного курса

#### **Введение. Эксергетический метод термодинамического анализа**

Введение. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла. Роль трансформаторов тепла в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД.

**Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла.** Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксэргии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.

#### **Хладагенты и хладоносители**

Хладагенты и хладоносители. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. Определение озonoактивных фреонов и выбор альтернативных хладагентов.

#### **Парожидкостные холодильные и теплонаносные установки**

Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T- S, e-h, h-lgp). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, метод расчета. Удельные затраты энергии и эксергетический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. «Тепловые насосы». Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации ( $\mu$ ) и КПД ( $\eta$ ). Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов.

#### **Газовые компрессионные трансформаторы тепла**

Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Особенности процессов газовых трансформаторов тепла необходимые для условий работы объектов термостабилизации. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов тепла. Газовые трансформаторы с регенерацией. Регенераторы газовых установок. Схема включения, конструкции и системы переключения, принцип работы и основные преимущества их применение в системах хладоснабжения. Методы расчета газовых трансформаторов со стационарными процессами. Газовые трансформаторы с разомкнутыми процессами. Газовые установки с нестационарными процессами. Машина «Филипс» (цикл Стирлинга, схема, принцип работы).

#### **Абсорбционные трансформаторы тепла**

Абсорбционные трансформаторы тепла. Особенности режимов работы абсорбционных трансформаторов тепла, позволяющие использовать нетрадиционные и вторичные энергоресурсы. Абсорбционные трансформаторы тепла непрерывного действия. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы тепла; принципиальные схемы и основные процессы. Абсорбционные трансформаторами тепла периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.

### **Струйные трансформаторы тепла**

Струйные трансформаторы тепла. Принципиальные схемы струйных трансформаторов тепла. Газодинамические функции необходимые для расчета струйных аппаратов. Принцип работы прямотруйных трансформаторов тепла. Метод расчета коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Характеристики прямотруйных трансформаторов тепла. Принципиальная схема низкотемпературного рефрижератора с дроссельно-эжекторной ступенью. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД. Определение эффективности и надежности работы эжекторного рефрижератора в системах термостабилизации.

**Вихревые трансформаторы тепла, их особенности и преимущества.** Принципиальная схема и процесс работы. Характеристика вихревой трубы. Эффект Ранка-Хильша и его зависимость от режимных параметров. Закон квазитвердого вихря и описание процессов перераспределения энергии между центральными и внешними потоками. Методика расчета вихревой трубы. Зависимость относительного снижения температуры холодного потока и относительного повышения температуры горячего потока от относительных геометрических размеров трубы и степени расширения рабочего потока. Повышение эффективности вихревой трубы. Неадиабатные трубы. Анализ работы вихревых установок в системах термостабилизации. Схема установки для кондиционирования кабины с вихревыми трубами. Схема вихревой установки для выделения конденсата при эксплуатации газоконденсатных скважин.

### **Ожижение и замораживание газов**

Ожижение и замораживание газов. Использование ожиженных и замороженных газов в качестве криоагентов. Основные процессы ожижения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Минимальная работа ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей. Параметры продуктов разделения используемые для систем жизнеобеспечения. Схема и метод расчета установки для производства твердого диоксида углерода. Схема и процесс газификацииожиженных газов. Термоэлектрические трансформаторы тепла.

### **Термоэлектрические трансформаторы тепла**

Термоэлектрические трансформаторы тепла. Эффект Пельтье. Схема и метод расчета полупроводниковых термоэлементов и полупроводниковых микрохолодильников для систем термостабилизации. Увеличение интервала рабочих температур, каскадные термобатарей. Эффективность термоэлектрических трансформаторов тепла. Термомагнитные трансформаторы тепла. Эффект Эттингсхаузена. Схема и принцип работы.

**Магнитные трансформаторы тепла.** Схема и принцип работы. Метод адиабатного размагничивания. Получение ультранизких криогенных температур.

## **Темы расчетно-графических работ**

1. Тепловой расчет одноступенчатой холодильной машины.
2. Тепловой расчет одноступенчатой холодильной машины с регенеративным теплообменником.
3. Тепловой расчет двухступенчатой холодильной машины.

4. Тепловой расчет газовой холодильной машины.
5. Тепловой расчет поршневого компрессора паровой холодильной машины.
6. Расчет винтового компрессора.
7. Расчет центробежного компрессора, определение основных размеров.
8. Расчет кожухотрубного аммиачного конденсатора.
9. Расчет кожухотрубного аммиачного испарителя.
10. Расчет вентиляторной градирни.

## **5. Образовательные технологии**

1. Метод IT
2. Работа в команде
3. Проблемное обучение
4. Обучение на основе опыта
5. Индивидуальное обучение
6. Междисциплинарное обучение
7. Опережающая самостоятельная работа

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- 1) выработка навыков самостоятельного творческого подхода к выбору и оценке свойств материалов, проявленных в конкретных случаях практической деятельности;
- 2) формирование культуры профессионального мышления;
- 3) пробуждение способности к мотивации применяемых решений в профессиональной деятельности;
- 4) выработка способности моделировать экспериментальные исследования, связанные с материалами;
- 5) приобретение навыков быстрого поиска, нахождения и анализа информации.

Одним из видов самостоятельной работы студентов является осмысленное написание тематических обзоров, рефератов по найденным источникам.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебно-методическая литература имеется в библиотечном фонде Института в количестве не менее 0.25 экземпляра на студента. По ряду общепрофессиональных и специальных дисциплин обеспеченность литературой превышает 1 экз. на человека. Практически по всем учебным дисциплинам профиля разработаны или разрабатываются собственные учебно-методические материалы, учебные пособия. Студенты могут пользоваться не только печатными, но и электронными версиями учебных пособий и других учебно-методических материалов, которые выставлены на сайтах университета и выпускающей кафедры. Разработаны и имеются в свободном доступе методические материалы по практике, выполнению курсовых проектов, квалификационных работ бакалавров.

Всем обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам через Интернет в компьютерных классах библиотеки и кафедр.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Номер аудитории	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)	Собственность или иное вещное право (оперативное управление, хозяйственное ведение), аренда, субаренда, безвозмездное пользование	Документ - основание возникновения права (указываются реквизиты и сроки действия)
210	<p>Каб. 210 аудитория - лаборатория  Доска аудит, 1 ед.  Жалюзи, 4 ед.  Проектор EPSON, 1 ед.  Парты ученические, 23 шт.  Стулья ученические, 39 шт.  Стол письменный, 1 ед.  Экран настенный , 1 ед.  Крепление для проректора, 1 ед.  Стол лабораторный, 2 шт.  ТКО для лабораторных работ электрических и магнитных измерений, 2 комплекса по 4 стенда  Стенды «Электромагнетизм», 12 шт.  Стол ученический , 1 ед.  Стул ИЗО Хром, 1 ед.  Полка белая с удлинителем, 1 шт.  Датчик температуры VENECO, 1 шт.  Лампа над доской аудит, 1 шт.</p>	628600, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, город Нижневартовск, Западный промышленный узел, панель 14, ул. Индустриальная, дом 46.	Оперативное управление	Свидетельство о государственной регистрации права оперативного управления №86-АБ 715697 от 30.01.2014г. Срок действия – бессрочно

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955\_ от « 03 » сентября 2015 г.

**Составитель рабочей программы:** Верхотурцев В.С. к.п.н.  
Ф.И.О. учная степень, звание, должность



Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Академический институт прикладной энергетики»

**Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)**  
**Б1.В1.ОД.18. «Основы трансформации теплоты»**  
4 курс

Вид образования:	Профессиональное образование
Уровень образования:	Высшее образование - бакалавриат
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Направление подготовки:	<b>13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»</b>
Направленность (профиль) образовательной программы:	<b>"Энергообеспечение предприятий"</b>
Тип образовательной программы:	Программа академического бакалавриата
Форма обучения:	Заочная
Срок освоения образовательной программы:	5 лет

Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Академический институт прикладной энергетики»

Вопросы к экзамену  
по дисциплине **Б1.В1.ОД.18. «Основы трансформации теплоты»**

для студентов 4 курса  
по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника"  
профиль "Энергообеспечение предприятий"

1. Рассмотрите первый закон термодинамики.
2. В чем заключается физический смысл второго закона термодинамики.
3. Каковы физические принципы низкотемпературной трансформации теплоты.
4. Обратный цикл Карно.
5. Паровые низкотемпературные трансформаторы теплоты.
6. Цикл паровой холодильной машины.
7. Чем определяются необратимые потери циклов.
8. Представьте основные параметры холодильных циклов.
9. Реальный цикл паровой холодильной машины.
10. Газовые холодильные машины.
11. Теоретический цикл газовой холодильной машины с детандером.
12. Регенеративный цикл газовой холодильной машины
13. Способы сокращения необратимых потерь циклов.
14. Рабочие тела холодильных машин.
15. Многоступенчатое сжатие. Выбор промежуточного давления.
16. Цикл двухступенчатой холодильной машины с неполным промежуточным охлаждением.
17. Классификация компрессоров.
18. Поршневой компрессор. Теоретический поршневой компрессор.
19. Действительный поршневой компрессор.
20. Производительность и мощность действительного поршневого компрессора.
21. Винтовые компрессоры.
22. Рабочие процессы и производительность винтового компрессора.
23. Центробежные компрессоры.
24. Безразмерные параметры центробежного компрессора.
25. Производительность и мощность действительного центробежного компрессора.
26. Конденсаторы.
27. Горизонтальные кожухотрубные конденсаторы. Теплообмен в горизонтальном кожухотрубном конденсаторе.