

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Согласовано
Директор института заочного обучения


М.Н. Нестеров

« 30 » ноября 201 5 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


А.В. Белоусов

« 1 » декабря 201 5 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК

направление подготовки (специальность):

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергообеспечение предприятий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетический

Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород – 201 5


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: ст. преп.  (В.В. Носатов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики
теплотехнологии**

« 16 » ноября 201 5 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор  (В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября 201 5 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные термодинамические процессы и термодинамические циклы, применяемые в процессе трансформации теплоты, основы физического и математического моделирования трансформации теплоты в другие виды энергии</p> <p>Уметь: проводить анализ основных термодинамических процессов и термодинамических циклов в процессе трансформации теплоты, производить расчет физических величин термодинамических процессов и термодинамических циклов, используемых в процессе трансформации теплоты</p> <p>Владеть: навыками расчёта величин термодинамических процессов и термодинамических циклов, применяемых в процессе трансформации теплоты, определения параметров рабочего тела с помощью стандартных средств измерения</p>
Профессиональные			
1	ПК-10	Готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: нормативную документацию по освоению и доводке технологических процессов в теплоэнергетике, фундаментальные законы термодинамических процессов и термодинамических циклов, применяемых в процессе трансформации теплоты, стандартные средства измерения физических величин и параметров тепловой энергии с использованием средств автоматизации.</p> <p>Уметь: на основе нормативной документации участвовать в работах по освоению и доводке технологических процессов в теплоэнергетике, определять термодинамическое совершенство действующих и проектируемых установок трансформации теплоты</p> <p>Владеть: способами и методами участия в работах по освоению и доводке технологических процессов в теплоэнергетике, методами термодинамического анализа замкнутых и</p>

			разомкнутых теплотехнологических процессов при трансформации трансформации теплоты; методиками проведения расчетов физических величин в процессе трансформации тепловой энергии.
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Техническая термодинамика
2	Гидрогазодинамика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии
2	Энергосбережение в системах теплоснабжения и объектах жилищно-коммунального хозяйства
3	Энергетический комплекс промышленных предприятий

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	16	16
лекции	6	6
лабораторные		
практические	10	10
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	128	128
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	92	92
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Диф. зачет	Диф. зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение.					
	Назначение трансформаторов тепло Область применения трансформаторов тепла. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД.	0,5	0	0	4
2. Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла					
	Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	1	2	0	30
3. Хладоагенты и хладоносители					
	Основные требования к свойствам рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава. Определение озоноразрушающих фреонов и выбор альтернативных хладоагентов.	0,5	0	0	20
4. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки					
	Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T-S, e-h). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, метод расчета. Удельные затраты энергии и эксергетический КПД трансформаторов тепла. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации и КПД.	2	4	0	44
5. Газовые компрессионные трансформаторы тепла					
	Особенности процессов газовых трансформаторов тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов тепла. Газовые трансформаторы с регенерацией. Методы расчета газовых трансформаторов со стационарными процессами. Газовые установки с нестационарными процессами.	2	4	0	30
	ВСЕГО	6	10	0	128

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки	Парокомпрессионные трансформаторы тепла	5	16
2	Газовые компрессионные трансформаторы тепла	Газовые трансформаторы тепла с замкнутыми и разомкнутыми процессами	2	15
3	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки	Абсорбционные холодильные установки	1,5	15
4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки	Пароэжекторные холодильные установок	0,5	4
5	Газовые трансформаторы тепла с замкнутыми и разомкнутыми процессами	Вихревые установки	0,5	4
6	Введение.	Полупроводниковые холодильные установок	0,5	4
ИТОГО:			10	58
ВСЕГО:				68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы не предусмотрены

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	<ul style="list-style-type: none"> - Определение трансформатора теплоты - Назначение трансформатора теплоты - Основные принципы классификации трансформаторов теплоты - Классификация процессов трансформации теплоты в зависимости от температурного уровня верхнего и нижнего источника - Исторические этапы и перспективы развития установок для трансформации теплоты
2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла	<ul style="list-style-type: none"> - Определение понятия эксергии - Что такое эксергетический анализ. - e-h диаграмма
3	Хладоагенты и хладоносители	<ul style="list-style-type: none"> - Что такое температура тройной точкой - Что такое температура инверсии - Перечислите наиболее распространенные рабочие тела парокompрессионных трансформаторов теплоты - Какие рабочие тела применяют в газовых холодильных установках - Основные требования к хладо и теплоносителям трансформации теплоты
4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонасосные установки	<ul style="list-style-type: none"> - Принципиальная схема и процесс работы идеального парокompрессионного трансформатора теплоты - Составьте энергетический баланс идеального парокompрессионного трансформатора теплоты - Дайте определение холодильного коэффициента и диапазон его значений - Что такое коэффициент преобразования теплоты - Принципиальная схема и процесс работы реального парокompрессионного трансформатора теплоты - Составьте энергетический баланс реального парокompрессионного трансформатора теплоты - Определение удельной затраты работы и КПД парокompрессионного трансформатора теплоты - Одноступенчатая парокompрессионная теплонасосная установка и ее элементарный тепловой расчет
5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла	<ul style="list-style-type: none"> - Особенности процессов газовых трансформаторов тепла. - Преимущества и недостатки газовых установок. - Основные показатели. - Схемы и реальные процессы работы газовых трансформаторов тепла. - Газовые трансформаторы с регенерацией. - Методы расчета газовых трансформаторов со стационарными процессами. - Газовые установки с нестационарными процессами

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы. Тема курсовой работы:

Тепловой расчёт парокompрессионной холодильной установки

Студент выполняет проект в соответствии с предложенным вариантом и

индивидуальным заданием.

Цель курсовой работы: изучение студентами методики расчета теоретического цикла парокомпрессионной холодильной установки, в которой сухой насыщенный пар рабочего тела сжимается в компрессоре до состояния перегрева и далее поступает в конденсатор, где конденсируется при температуре $t_3 = t_4^0\text{C}$. Далее жидкий рабочий агент, отводимый от конденсатора при температуре $t_3 = t_4^0\text{C}$ переохлаждается до температуры $t_5^0\text{C}$, после чего дросселируется проходя через регулирующий вентиль и направляется в испаритель, где кипит при $t_6^0\text{C}$.

Курсовая работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа). Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
- задание на выполнение курсовой работы, подписанное студентом и преподавателем;
- определение параметров рабочего агента в компрессоре;
- определение параметров рабочего агента в конденсаторе;
- определение параметров рабочего агента в компрессоре;
- определение параметров рабочего агента после терморегулируемого вентиля;
- определение параметров рабочего агента в испарителе;
- выводы и заключение.

В пояснительной записке даются краткие указания, обоснования и соответствующие пояснения по выбираемым величинам, помещаются сводные таблицы данных расчета.

Графическая часть представляет собой один лист формата А4, содержащий схему парокомпрессионной установки с изображением основных элементов установок.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

- учебным планом не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ

- учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

Основная литература электронный ресурс

1. Щетинина, И. А. Основы трансформации теплоты [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов специальности 140100 – Энергетика теплотехнологий / И. А. Щетинина, Т. И. Тихомирова, Н. А. Щетинин. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - <https://elibr.bstu.ru/Reader/Book/2016031414104679900000656767>
2. Фомичев, А.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 34 с. <https://e.lanbook.com/book/52165#authors>
3. Белова О.В. Трансформация теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. Часть 1. Расчеты параметров и потерь в процессах обратных циклов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белова О.В., Чернышев А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31361>.— ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/31361.htm>
4. Якубович, А.И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование. [Электронный ресурс] / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренко, В.Е. Тарасенко. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 473 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37103> <https://e.lanbook.com/reader/book/37103/#1>

Основная литература печатный ресурс

1. Щетинина, И. А. Основы трансформации теплоты [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов специальности 140100 – Энергетика теплотехнологий / И. А. Щетинина, Т. И. Тихомирова, Н. А. Щетинин. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – 65 экз.

Дополнительная литература электронный ресурс

1. Теплоэнергетические установки: Сборник нормативных документов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2013. — 384 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/38574/#1>
2. Ивлиев, А.Д. Физика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 672 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/163/#1>

Дополнительная литература печатный ресурс

1. Применение AutoCAD в проектировании энерготехнологического оборудования : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 140105 / сост. П. А. Трубаев. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2006 – 36 экз.

Справочная и нормативная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн.: Справочник / Под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 648 с.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Практические занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.


8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

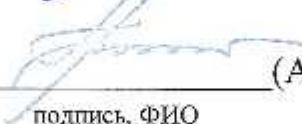
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016г.

Заведующий кафедрой _____ (В.П. Кожевников)


подпись, ФИО

Директор института _____ (А.В. Белоусов)


подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017.

Заведующий кафедрой _____ (В.П. Кожевников)


подпись, ФИО

Директор института _____ (А.В. Белоусов)


подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений


Рабочая программа без изменений утверждена на 20/8/2019 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2019г.

Заведующий кафедрой _____ (В.П. Кожевников)


подпись, ФИО

Директор института _____ (А.В. Белоусов)


подпись, ФИО

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Основы трансформации теплоты».

«Введение» прорабатывается студентами по основному учебнику [1, с. 5 – 13] и [3, с. 4 – 5].

Раздел I.

Изучается по основному учебнику [1, с. 9 – 11, 38 – 47] с привлечением тепловых диаграмм приложений 2, 5, 7, 9 [1]. Перед изучением материала полезно повторить раздел «Воляной пар» из курса «Техническая термодинамика», вспомнив закономерности фазового перехода веществ (кипение, конденсация) [1, с. 162 – 179]. При изучении темы следует разобраться в классификации фреонов. Свойства вещества полезно сопоставлять с тепловыми TS-, iS-, и Pi – диаграммами. К этой теме полезно вернуться после темы 2 с тем, чтобы проанализировать, как влияют взаимное расположение верхней и нижней пограничных кривых, расположение критической точки в координатах тепловых диаграмм на удельные энергетические показатели и рабочий интервал температур трансформатора.

Раздел II.

Изучается по основному учебнику [1, с. 48 – 96]. Необходимо чётко определить различия в конструктивной схеме идеального и реального трансформатора теплоты, а также различия в процессах их работы. Анализ различий в процессах работы реального и идеального трансформаторов теплоты целесообразно проводить с помощью тепловых TS-, iS-, и Pi – диаграмм. Следует обратить внимание на особенности теплообмена в испарителе и конденсаторе, связанные с фазовым переходом рабочего тела трансформаторной установки.

Изучать материал, связанный с расчётом парокompрессионных трансформаторов теплоты, следует одновременно с решением соответствующих задач контрольной работы.

Кроме того, следует обратить внимание на два способа определения коэффициентов подачи компрессора – оценочный (расчётный) и экспериментальный, охватывающий рабочий диапазон работы компрессора для конкретного рабочего тела.

Раздел III.

Материал изучается по [1, с. 98 – 108]. Перед изучением темы следует уяснить причины, обуславливающие переменный режим работы трансформатора теплоты. Затем рассмотреть условия стационарного режима. После определения характеристических уравнений теплообменного оборудования и компрессора можно приступить к анализу переходных режимов.

Раздел IV.

Материал темы изучается по учебнику [1, с. 248 – 279]. При изучении темы необходимо установить причины отличия процессов газовых трансформаторов теплоты от парокompрессионных и связанные с этим преимущества и недостатки газовых трансформаторов теплоты по сравнению с парокompрессионными. Уяснить, почему газовые трансформаторы теплоты применяются в основном в качестве холодильных машин и криогенных установок. Изучение материала темы следует сопровождать решением задачи 3 контрольной работы.

Раздел V.

Изучается по основному учебнику [1, с. 109 – 132]. При рассмотрении схемы абсорбционной установки следует представить её в виде парокompрессионной, отдельно выделив элементы термохимического компрессора: абсорбер, генератор, теплообменники и дефлегматор. Определить общие элементы, а затем уяснить процессы в элементах термохимического компрессора. Причём сопоставить необходимо идеальную абсорбционную установку с идеальной парокompрессионной и реальную абсорбционную с реальной парокompрессионной установкой.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «_13_» июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов