

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Тепловых электрических станций

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.11.2.Основы трансформации теплоты

на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Тепловые электрические станции (для набора 2018)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Целью дисциплины является изучение законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и технологическим установкам и системам, изложение с общих термодинамических и эксергетических позиций основ теории трансформации тепла для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа. Для всех трансформаторов тепла (тепловых насосов, холодильных и комбинированных установок) изучить методики обслуживания технологического оборудования, составления заявок на оборудование, запасные части, по подготовке технической документации на ремонт.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с физико-техническими процессами, происходящими в трансформаторах тепла (ТТ) различного типа.
- научить обучающихся применять методики расчета схем и процессов, происходящих в ТТ, с определением целевых коэффициентов и КПД.
- научить принимать конкретные решения по применению ТТ различных типов (компрессионных, абсорбционных, струйных и д.р.)
- познакомить с методиками обслуживания трансформаторов тепла, составлением заявок на оборудование, запасные части, по подготовке технической документации на ремонт.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Курс «Основы трансформации теплоты» является дисциплиной, входящей в дисциплины по выбору вариативной части учебного плана образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Индекс дисциплины Б1.В.ДВ.11.2. Изучение дисциплины предполагает, что студенты получили предварительно необходимую теоретическую и практическую подготовку при изучении курсов высшей математики, физики, химии, материаловедения, технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	4 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	90	90
лекционные (ЛК)	36	36
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	54	54
лабораторные (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа студентов (СРС)	18	18
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	5 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	20	20
лекционные (ЛК)	8	8
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	12	12
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК13	Способность к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт.

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения

Знать	Пороговый: Неполные знания и представления в недостаточной привязке к задачам профессиональной деятельности: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.
	Стандартный: Сформированные в достаточной мере в привязке к задачам профессиональной деятельности представления и знания: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.
	Эталонный: Системные, сформированные в полной в привязке к профессиональной деятельности, представления и знания: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.
Уметь	Пороговый: В целом успешное, но не систематическое умение: 1) выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач.
	Стандартный: В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении 1) выбрать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач.

	Эталонный: Сформированное умение: 1) выбрать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач.
Владеть	Пороговый: В целом успешное, но несистематическое владение: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.
	Стандартный: В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.
	Эталонный: Сформированное владение: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла.	4	2			2

	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Коэффициенты работоспособности. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	12	4	6		2
	3	Хладагенты и хладоносители. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.	6	2	2		2
	4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Тепловые насосы.	18	6	10		2
	5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Схемы, реальные процессы работы и методы расчета газовых трансформаторов тепла.	18	6	10		2
	6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла.	14	4	8		2
	7	Струйные трансформаторы тепла. Принципиальные схемы, принцип работы и характеристики прямотруйных трансформаторов тепла. Метод расчета характеристик и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД.	20	6	10		4
	8	Ожижение и замораживание газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей.	16	6	8		2
Итого			108	36	54	0	18

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	

1	1	Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла.	4				4
	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Коэффициенты работоспособности. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	12	2	2		8
	3	Хладагенты и хладоносители. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.	6				6
	4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Тепловые насосы.	18	2	2		14
	5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Схемы, реальные процессы работы и методы расчета газовых трансформаторов тепла.	18	2	2		14
	6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла.	14		2		12
	7	Струйные трансформаторы тепла. Принципиальные схемы, принцип работы и характеристики прямотруйных трансформаторов тепла. Метод расчета характеристик и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД.	20	2	4		14
	8	Ожижение и замораживание газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей.	16				16
Итого			108	8	12	0	88

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
	1	Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД.
	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. 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.
	3	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 озоноразрушающих фреонов и выбор альтернативных хладагентов.
	4	Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ($T-S$, $e-h$, $h-lgr$). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, метод расчета. Удельные затраты энергии и эксергетический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Методы расчета многоступенчатых и каскадных парожидкостных трансформаторов тепла. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации (μ) и КПД (η). Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов.

1	5	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.
	6	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.
	7	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. Основные неисправности и особенности ремонта струйных трансформаторов тепла. Вихревые трансформаторы тепла, их особенности и преимущества. Принципиальная схема и процесс работы. Характеристика вихревой трубы.
	8	Использование охлажденных и замороженных газов в качестве криоагентов. Основные процессы охлаждения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы охлаждения. Минимальная работа охлаждения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок охлаждения и замораживания газов. Методы и установки низкотемпературного разделения газовых смесей. Параметры продуктов разделения используемые для систем жизнеобеспечения. Схема и метод расчета установки для производства твердого диоксида углерода. Схема и процесс газификации охлажденных газов.

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла. (Полностью выносится на самостоятельное изучение).
	2	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.
	3	Хладагенты и хладоносители. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. (Полностью выносится на самостоятельное изучение).
	4	Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ($T-S$, $e-h$, $h-lgr$). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, метод расчета. Удельные затраты энергии и эксергический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Методы расчета многоступенчатых и каскадных парожидкостных трансформаторов тепла. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации.
	5	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.
	6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла. (Полностью выносится на самостоятельное изучение).

7	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.
8	Ожижение и замораживание газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей. (Полностью выносятся на самостоятельное изучение).

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
	1	
	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.
	3	Хладагенты и хладоносители. Выбор хладагентов и хладоносителей для трансформаторов тепла. Свойства рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Выбор альтернативных хладагентов.
	4	Процессы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах ($T-S$, $e-h$, $h-lgr$). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, методы расчета. Удельные затраты энергии и эксергический КПД термотрансформаторов и систем термостабилизации. Расчет многоступенчатых и каскадных парожидкостных трансформаторов тепла. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации (μ) и КПД (η). Заполнение заявок на запасные части и проведение ремонта тепловых насосов.

1	5	Энергетические характеристики нагнетательных машин трансформаторов тепла. Энергетические характеристики расширительных машин трансформаторов тепла. Показатели газовых трансформаторов тепла. Процессы газовых трансформаторов тепла. Газовые трансформаторы с регенерацией. Газовые трансформаторы с разомкнутыми процессами. Заполнение заявок на запасные части и проведение ремонта газовых трансформаторов тепла.
	6	Абсорбционные трансформаторы тепла непрерывного действия. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Эффективность абсорбционных трансформаторов тепла. Процессы и расчет двухступенчатых абсорбционных трансформаторов тепла. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.
	7	Газодинамические функции. Метод расчета коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямотруйных компрессоров. Метод расчета коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД. Заполнение заявок на запасные части и проведение ремонта струйных трансформаторов тепла. Расчет вихревой трубы. Эффективность вихревой трубы.
	8	Процессы ожижения и замораживания газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Минимальная работа ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Расчет основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Расчет установки для производства твердого диоксида углерода.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
	1	
	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Определение эксергии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Коэффициенты работоспособности.
	3	
	4	Процессы парожидкостных трансформаторов тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (T- S, e-h, h-lgp). Расчет одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла.

1	5	Энергетические характеристики нагнетательных и расширительных машин трансформаторов тепла. Газовые трансформаторы с разомкнутыми процессами. Заполнение заявок на запасные части и проведение ремонта газовых трансформаторов тепла.
	6	Абсорбционные трансформаторы тепла непрерывного действия. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Эффективность абсорбционных трансформаторов тепла.
	7	Метод расчета коэффициента инжекции, степени сжатия и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов.
	8	Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД.

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта
1	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Коэффициенты работоспособности. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.
1	3	Хладагенты и хладоносители. Свойства рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.

1	4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы парожидкостных трансформаторов тепла. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Конструкции тепловых насосов. Основные неисправности и особенности ремонта парожидкостных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.
1	5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Схемы, реальные процессы работы и методы расчета газовых трансформаторов тепла. Основные неисправности и особенности ремонта газовых трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.
1	6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла. Основные неисправности и особенности ремонта абсорбционных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.
1	7	Струйные трансформаторы тепла. Принципиальные схемы, принцип работы и характеристики прямотруйных трансформаторов тепла. Метод расчета характеристик и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД. Основные неисправности и особенности ремонта струйных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.
1	8	Ожижение и замораживание газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей. Основные неисправности и особенности ремонта установок ожижения газов.	Работа с электронными образовательными ресурсами составление конспекта; решение задач.

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
--------	---------------	---	-----------------------------

1	1	Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Коэффициенты работоспособности. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	3	Хладагенты и хладоносители. Свойства рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы парожидкостных трансформаторов тепла. Расчет многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Конструкции тепловых насосов. Основные неисправности и особенности ремонта парожидкостных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Схемы, реальные процессы работы и методы расчета газовых трансформаторов тепла. Основные неисправности и особенности ремонта газовых трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла. Основные неисправности и особенности ремонта абсорбционных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.

1	7	Схемы, принцип работы и характеристики струйных трансформаторов тепла. Расчет характеристик и геометрических размеров струйных трансформаторов тепла. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, расчет, холодильный коэффициент и КПД. Основные неисправности и особенности ремонта струйных трансформаторов тепла.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.
1	8	Ожижение и замораживание 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. Основные неисправности и особенности ремонта установок ожижения газов.	Работа с электронными образовательными ресурсами; составление конспекта; выполнение контрольной работы.

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	лекция	Лекция с использованием мультимедиа. (Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение и классификация трансформаторов тепла. Области применения трансформаторов тепла.)	2
1	2	лекция	Лекции с использованием мультимедиа (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.)	4
1	3	лекция	Лекция с использованием мультимедиа. (Хладоагенты и хладоносители. Свойства рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические. Зависимость свойств фреонов от их состава.)	2

1	4	лекция	Лекции с использованием мультимедиа. (Процессы в парожидкостных трансформаторах тепла. Схемы и процессы в термодинамических диаграммах (Т- S, e-h, h-lgr). Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации (μ) и КПД (η). Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов.)	6
1	5	лекция	Лекции с использованием мультимедиа. (Процессы в газовых трансформаторах тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Основные показатели. Газовые трансформаторы с разомкнутыми процессами. Газовые установки с нестационарными процессами.	6
1	6	лекция	Лекции с использованием мультимедиа. (Абсорбционные трансформаторы тепла непрерывного действия. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы тепла; принципиальные схемы и основные процессы. Абсорбционные трансформаторами тепла периодического действия. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.)	4
1	7	лекция	Лекции с использованием мультимедиа. (Принципиальные схемы струйных трансформаторов тепла. Коэффициент инжекции, степень сжатия и геометрические размеры прямотруйных компрессоров и эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Вихревые трансформаторы тепла).	6
1	8	лекция	Лекции с использованием мультимедиа. (Основные процессы ожижения и замораживания газов. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Установки низкотемпературного разделения газовых смесей.)	4

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

Соколов, Ефим Яковлевич. Теплофикация и тепловые сети : учебник / Соколов Ефим Яковлевич. - 8-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 472с. : ил. - ISBN 5-903072-15-9 : 880-00.

Середкин, Александр Алексеевич. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. пособие / Середкин Александр Алексеевич, Басс Максим Станиславович. - Чита : ЗабГУ, 2011. - 118 с. - ISBN 978-5-9293-0706-5 : 90-00.
Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В. М. Черкасский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 416 с. : ил. - 1-10.

6.1.2. Издания из ЭБС

Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина; Кудинов А.А.; Зиганшина С.К. - Moscow : Машиностроение, 2011. - . - Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] / Кудинов А. А., Зиганшина С. К. - М.: Машиностроение, 2011.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>. - ISBN 978-5-94275-558-4.
Дячек, П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры / П. И. Дячек; Дячек П.И. - Moscow : АСВ, 2013. - Насосы, вентиляторы, компрессоры [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Дячек П.И. - М. : Издательство АСВ, 2013. - ISBN 978-5-93093-784-8.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html>

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

Водяные тепловые сети : справочное пособие по проектированию / И. В. Беляйкина [и др.]; под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 376 с : ил. - ISBN 5-283-00114-8 : 2-60.

Гримитлин, А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий : учеб. пособие / А. М. Гримитлин, О. П. Иванов, В. А. Пухкал. - Санкт-Петербург : АВОК Северо-Запад, 2006. - 210с. + CD-ROM. - 196-30.

6.2.2. Издания из ЭБС

Посохин, В.Н. Вентиляция / В. Н. Посохин, Р. Г. Сафиуллин, В. А. Бройда; Посохин В.Н.; Сафиуллин Р.Г.; Бройда В.А. - Moscow : АСВ, 2015. - . - Вентиляция [Электронный ресурс] : Учебное издание / Под общей ред. проф. В.Н. Посохина. - М. : Издательство АСВ, 2015. - ISBN 8-978-5-4323-0102-4.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN89785432301024.html>

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».

<https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт»

<https://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

<http://www.nlr.ru/> Российская национальная библиотека

<http://www.gpntb.ru/> Государственная публичная научно-техническая библиотека России

<http://techlib.org> Библиотека технической литературы

<http://techlibrary.ru/> Техническая библиотека

<http://www.tehlit.ru/> ТехЛит.ру

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-122

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная.

Учебно-наглядные пособия по ТЭС и АЭС, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-120

Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы.

Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная.

Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

ПК-6 шт. (в т.ч. преподавательский), принтер - 3 шт.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на кафедре, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Для успешного изучения дисциплины необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой и пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме.

Студентам необходимо:

- вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В рабочих конспектах лекций желательно оставлять поля, на которых делаются пометки при изучении рекомендованной литературы;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции и доработать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературных источников. При затруднениях в восприятии материала необходимо обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором персонально (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков. В ходе подготовки к практическому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу и выполнить выданные преподавателем практические задания.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для решения;
- в ходе практического занятия давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать

понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: развивающую; информационно-обучающую; ориентирующую и стимулирующую; воспитывающую; исследовательскую. Это и позволяет сформировать нужные компетенции в ходе изучения дисциплины. Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение индивидуальных заданий которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению. Студентам следует выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения

Основной формой обучения студента заочной формы обучения является самостоятельная работа над учебным материалом, включающая чтение учебников, решение задач, выполнение контрольных заданий.

После изучения перечисленных разделов студент должен выполнить контрольные работы по варианту, выбранному в соответствие с методическими указаниями, имеющимися на кафедре. Контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради (12-18 листов). Правила выполнения контрольной работы:

- в работу должны быть включены все вопросы и задачи, указанные в задании, строго по положенному варианту контрольной работы.
- перед решением каждой задачи необходимо полностью выписать ее условие.
- ответы на вопросы и решение задач следует выполнять подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения и делая необходимые схемы, графики, эскизы и чертежи.

Рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету или экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, выполненных самостоятельно и на практических занятиях, а также составить примерные письменные планы ответов на все вопросы, вынесенные на экзамен.

Разработчик/группа разработчиков: Мирошников С.Ф, доцент

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2018 г. №)**