

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛА И ПРОЦЕССОВ ОХЛАЖДЕНИЯ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 5 семестр - 48 часа; |
| Практические занятия | 5 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 5 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 97,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Проверочная работа Контрольная работа Видеофильм Интервью Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 5 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Мартынов А.В. |
| | Идентификатор | Rfa710b7a-MartynovAV-3b6414d0 |

(подпись)

А.В. Мартынов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Строгонов К.В. |
| | Идентификатор | Rad748820-StrogonovKV-3f34a28f |

(подпись)

К.В. Строгонов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рогалев А.Н. |
| | Идентификатор | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Освоение общих термодинамических и эксергетических позиций и основ теории трансформации тепла для различных установок компрессионного, абсорбционного, струйного типа. Изучение трансформаторов тепла (тепловых насосов, холодильных и комбинированных установок) и методик расчета основных параметров и энергетической эффективности

Задачи дисциплины

- освоение физико-технических процессов, происходящих в трансформаторах тепла различного типа;
- приобретение навыков применять методики расчета схем и процессов, происходящих в трансформаторах тепла, с определением целевых коэффициентов и КПД;
- приобретение навыков о рабочих веществах (хладагентах), применяемых в трансформаторах тепла и влиянию их свойств на эффективность работы трансформаторов тепла;
- освоение навыка принимать конкретные решения по применению трансформаторов тепла различных типов (компрессионных, абсорбционных, струйных и д.р.).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники | ИД-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники | знать: - основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам; - методические материалы для расчёта схем трансформаторов тепла, термодинамический (эксергетический) метод анализа определения потерь в энергетических установках; - рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла; - источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет); - основные экономические положения при разработке установок трансформаторов тепла. |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники | ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники | уметь: - самостоятельно разбираться в типовых методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; - осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты); - анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах трансформаторов тепла; - самостоятельно проводить |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | эксперименты на трансформаторах тепла. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|-----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Введение | 37.0 | 5 | 14 | 4 | 3.0 | - | - | - | - | - | 16 | - | <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5–23 стр.39-47 [3], стр. 12-14 [5], стр. 5 - 31</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания по разделу "Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр.48-68 стр. 248-265 [3], стр.14-35 стр. 122-137</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> | |
| 1.1 | Эксергетический метод термодинамического анализа | 18.5 | | 7 | 2 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 1.2 | Хладагенты и хладоносители | 18.5 | | 7 | 2 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 2 | Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла | 49 | | 20 | 4 | 9 | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| 2.1 | Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки | 25 | | 10 | 2 | 5 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 2.2 | Газовые компрессионные трансформаторы тепла | 24 | | 10 | 2 | 4 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |
| 3 | Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла | 32 | | 10 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 16 | | - |
| 3.1 | Абсорбционные | 16 | | 5 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | 8 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-------|----|----|----------|-----|-----|---|---|-----|------|---|---|
| | трансформаторы тепла | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [2], стр.109-138 стр. 138-175 [3], стр. 49-58 стр. 62-92 |
| 3.2 | Струйные трансформаторы тепла | 16 | 5 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 4 | Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла. | 13 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 204-221 [3], стр. 107-116 |
| 4.1 | Ожижение и замораживание газов | 13 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 5 | Термоэлектрические трансформаторы тепла | 13 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Термоэлектрические трансформаторы тепла" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Термоэлектрические трансформаторы тепла" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 284-291 [3], стр. 142-144 |
| 5.1 | Термоэлектрические трансформаторы тепла | 13 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2.0 | - | - | 0.5 | - | - | 33.5 |
| | Всего за семестр | 180.0 | 48 | 16 | 16. 0 | - | 2.0 | - | - | 0.5 | 64 | - | 33.5 |
| | Итого за семестр | 180.0 | 48 | 16 | 16. 0 | 2.0 | - | - | - | 0.5 | 97.5 | - | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение

1.1. Эксергетический метод термодинамического анализа

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..

1.2. 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..

2. Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла

2.1. Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки

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 трансформаторов тепла.. Тепловые насосы. Схемы и метод расчета. Определение коэффициента трансформации (μ) и КПД (η). Схемы теплогенерирующих систем на базе тепловых насосов..

2.2. 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 «Филиппс» (цикл Стирлинга, схема, принцип работы)..

3. Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла

3.1. 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..

3.2. 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..

4. Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла.

4.1. 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 газификации ожиженных газов..

5. Термоэлектрические трансформаторы тепла

5.1. 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 термобатареи. Эффективность термоэлектрических трансформаторов тепла. Магнитные трансформаторы тепла. Схема и принцип работы. Метод адиабатного размагничивания. Получение ультранизких криогенных температур.

3.3. Темы практических занятий

1. Парокомпрессионных трансформаторов тепла;
2. Теплонасосных трансформаторов тепла;
3. Газовых трансформаторов тепла с замкнутыми и разомкнутыми процессами;
4. Абсорбционных холодильных установок;
5. Пароэжекторных холодильных установок;
6. Вихревых установок;

7. Полупроводниковых холодильных установок.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Испытание парожидкостных компрессионных холодильных установок;
2. Испытание адиабатной вихревой трубы;
3. Испытание микродетандера с внутренним приводом клапанов;
4. Испытание теплового насоса;
5. Испытание полупроводниковой микрохолодильной.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Термоэлектрические трансформаторы тепла"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| основные экономические положения при разработке установок трансформаторов тепла | ИД-2ПК-1 | | | + | | | Видеофильм/А и С трансформаторы тепла |
| источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) | ИД-2ПК-1 | + | | | | | Проверочная работа/Терминология |
| рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла | ИД-2ПК-1 | | | | + | | Интервью/Ожжижение газов |
| методические материалы для расчёта схем трансформаторов тепла, термодинамический (эксергетический) метод анализа определения потерь в энергетических установках | ИД-2ПК-1 | | | | | + | Лабораторная работа/Термоэлектрические трансформаторы тепла |
| основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам | ИД-2ПК-1 | | + | | | | Контрольная работа/ПЖ и ГК трансформаторы тепла |
| Уметь: | | | | | | | |
| самостоятельно проводить эксперименты на трансформаторах тепла | ИД-4ПК-1 | | | + | | | Видеофильм/А и С трансформаторы тепла |
| анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах трансформаторов тепла | ИД-4ПК-1 | | | | | + | Лабораторная работа/Термоэлектрические трансформаторы тепла |
| осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты) | ИД-4ПК-1 | + | | | | | Проверочная работа/Терминология |
| самостоятельно разбираться в типовых методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи | ИД-4ПК-1 | | + | | | | Контрольная работа/ПЖ и ГК трансформаторы тепла |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Терминология (Проверочная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. А и С трансформаторы тепла (Видеофильм)

Форма реализации: Устная форма

1. Ожжижение газов (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения : учебное пособие для вузов / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский . – 2-е изд., перераб . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 320 с.;
2. Мартынов, А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения. Сборник задач : учебное пособие для теплоэнергетических специальностей вузов / А. В. Мартынов . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 200 с. - ISBN 5-283-00060-5 .;
3. Бродянский, В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В. М. Бродянский . – М. : Энергия, 1973 . – 296 с.;
4. Справочник по физико-техническим основам криогеники / М. П. Малков, и др. – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергия, 1973 . – 392 с.;
5. Охотин, В. С. Таблицы термодинамических свойств фреонов и других хладагентов : Методическое пособие по курсам "Термодинамика" и "Теоретические основы теплотехники" по направлениям "Теплоэнергетика", "Энергомашиностроение" и "Техническая физика" / В. С. Охотин, А. А. Александров, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 31 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
7. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
8. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы трансформации тепла и процессов охлаждения

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Терминология (Проверочная работа)
- КМ-2 ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа)
- КМ-3 А и С трансформаторы тепла (Видеофильм)
- КМ-4 Ожжижение газов (Интервью)
- КМ-5 Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 10 | 12 | 16 |
| 1 | Введение | | | | | | |
| 1.1 | Эксергетический метод термодинамического анализа | | + | | | | |
| 1.2 | Хладагенты и хладоносители | | + | | | | |
| 2 | Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла | | | | | | |
| 2.1 | Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки | | | + | | | |
| 2.2 | Газовые компрессионные трансформаторы тепла | | | + | | | |
| 3 | Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла | | | | | | |
| 3.1 | Абсорбционные трансформаторы тепла | | | | + | | |
| 3.2 | Струйные трансформаторы тепла | | | | + | | |
| 4 | Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла. | | | | | | |
| 4.1 | Ожижение и замораживание газов | | | | | + | |
| 5 | Термоэлектрические трансформаторы тепла | | | | | | |
| 5.1 | Термоэлектрические трансформаторы тепла | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 20 | 15 | 15 |