

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

30.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.2.1 Основы трансформации тепла и процессов охлаждения

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 2, 3

Семестр 4, 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	4	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	6	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	102	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	Е.В. Егошин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

		(наименование кафедры)	
05.03.2021	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, технический директор-главный инженер
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.07.2021 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Сопосбен к разработке схем размещения объектов проффесиональной деятельности (ОПД) в ссоответсвии с технологией производства	ПК - 1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	знания: принципы разработки схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства умения: разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства навыки: разработки схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства
	ПК - 1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности	знания: правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов производства, распределения и потребления тепловой энергии умения: соблюдать правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов производства, распределения и потребления тепловой энергии навыки: самостоятельного изучения нормативно-технической документации на предмет определения основных правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов производства, распределения и потребления тепловой энергии
2. ПК-3 Готов к разработк мероприятий по энерго- и ресурсосбережению по ОПД	ПК - 3.1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	знания: Знает нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности умения: Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности навыки: Применяет нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
	ПК - 3.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной	знания: Знает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности умения: Умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и

	деятельности	ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности навыки: Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
--	--------------	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является факультативной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Введение в инженерную деятельность (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Котельные установки и парогенераторы (ПК-1), Источники и системы теплоснабжения (ПК-1), Основы бережливого производства (ПК-1), Электроснабжение предприятий и электрооборудование (ПК-1), Физическая химия. Основы водоподготовки (ПК-1), Электроснабжение предприятий (ПК-1), Котельные установки и парогенераторы (ПК-3), Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (ПК-3), Технологические энергоносители предприятий (ПК-3), Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (ПК-3), Электроснабжение предприятий и электрооборудование (ПК-3), Энергетические обследования предприятий и энергетический менеджмент (ПК-3), Энергетический паспорт предприятия (ПК-3), Экономика энергетического предприятия (ПК-3), Электроснабжение предприятий (ПК-3); практиках: Производственная практика. Технологическая практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, мини-проекты

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы трансформации тепла и процессов охлаждения	36	ПК-1, ПК-3
Лекция. Введение. Классификация трансформаторов тепла. Энергетический метод термодинамического анализа.	2	
Практическое занятие. Расчет и определение характерных параметров парокompрессионных трансформаторов тепла	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Расчет схемы парокompрессионного трансформатора тепла (холодильной установки или теплового насоса.)	32	
Иная контактная работа:	0	

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Термоэлектрические трансформаторы тепла	72	ПК-1, ПК-3
Практическое занятие. Расчет и определение характерных параметров полупроводниковых холодильных установок	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов тепла. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов тепла. Термоэлектрические и термомагнитоэлектрические трансформаторы тепла.	70	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины основы трансформации тепла и процессов охлаждения рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине основы трансформации тепла и процессов охлаждения, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины основы трансформации тепла и процессов охлаждения.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины основы трансформации тепла и процессов охлаждения, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины основы трансформации тепла и процессов охлаждения, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины основы трансформации тепла и процессов охлаждения включает выполнение **расчётно-графической работы**.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине основы трансформации тепла и процессов охлаждения является **зачёт**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Степанов, О. А. Основы трансформации теплоты [Электронный ресурс] : учебник / Степанов О. А., Захаренко С. О. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 128 с. ISBN 978-5-8114-3722-1.	https://e.lanbook.com/book/206831
2.	Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2015. - 566 с. ISBN 978-5-9916-4017-6. Экземпляры: всего 48.	48
3.	Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] / Цирельман Н. М. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 352 с. ISBN 978-5-8114-8522-2.	https://e.lanbook.com/book/176665
4.	Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Петров А. И. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 428 с. ISBN 978-5-507-46444-9.	https://e.lanbook.com/book/310178
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
3.	Издательство Springer (SpringerOpen)	https://www.springeropen.com
4.	Издательство Elsevier	https://www.sciencedirect.com/
5.	Издательство SpringerNature	https://www.nature.com/
6.	ГОСТ 32968-2014 Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению	https://docs.cntd.ru/document/1200123725
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	<p>Автоматизир.система учета АСУРТВ (1), Ампервольтметр Щ-387 (1), Дискретный ввод (счетчики) 8каналов (1), Дискретный выход с ШИМ 8каналов (1), Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Макет тепловой электростанции с турбогенераторами (1), Модуль аналогового ввода 16разрядный 16каналов (2), Модуль аналогового ввода 16разрядный 8каналов (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (1), Плоттер HP Design Jet 430 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Принтер Canon LBP 1120 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), Релейный выход 8каналов (1), Сенсорный управляющий экран ТРС-2006 (1), Система автоматизации реального времени (1), Сканер Epson 2400 (1), Соединительный узел с FP-СВ-11/778618-11 (7), Стеллаж 1420*950*500 (1), Тепловычислитель ТРСВ-030 (1), Терморегулятор С5М1 "Электроника" (1), Типовой</p>	<p>Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, LABVIEW, КОМПАС-3D V19</p>

		комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Ультразвуковой расходомер УРСВ-010 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Шкаф ШХ-0.40МС (1), Экран на треноге 150*150 (2), Экран на штативе 180x180 MW (1), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	255 (I)	Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, LABVIEW, КОМПАС-3D V19

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет №0

1. Классификация трансформаторов тепла по характеру трансформации тепла и протекания процесса по времени

2. Голоидные соединения насыщенных углеводородов C_nH_{2n+2} , полученные путем замены атомов водорода на атомы фтора, хлора, брома и т.д. (фреоны)

3. Воздушная холодильная машина работает в интервале температур между температурой охлаждаемого пространства $t_3 = -10^\circ\text{C}$ и температурой среды (конденсатора) $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Известны давления $p_1 = 0,4\text{ МПа}$, $p_2 = 0,1\text{ МПа}$. В цикле участвует 1 кг воздуха. Определить количество тепла, отнимаемого у охлаждаемого пространства, необходимую затрату работы и количество подводимого к конденсатору тепла. Определить холодильный коэффициент.

Билет №1

1. Трансформаторы тепла, их назначение и обязательное условие функционирования

2. Классификация процессов повышения потенциала тепла

3. Рефрижераторы, теплонасосные установки и комбинированные установки

Билет №2

1. Температурные зоны и теплоприемники ТТ

2. Обратные термодинамические циклы R, H, RH и их отличие от эталона

3. Назначение рефрижераторных установок, криогенных систем, теплонасосных и комбинированных ТТ

Билет №03

1. Классификация трансформаторов тепла

2. Принцип работы компрессионных установок, их классификации.

3. Принцип работы сорбционных установок. Абсорбционные и адсорбционные

Билет №4

1. Классификация трансформаторов тепла по характеру трансформации тепла и протекания процесса по времени

2. Струйные установки, их принцип действия. Классификация электромагнитных ТТ

3. Классификация ТТ по термодинамическому признаку-характеру протекающих в них процессов

Билет №5

1. Трансформаторы тепла с циклическими, квазициклическими и нециклическими процессами

2. Назначение каскадных и регенеративных ТТ
3. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии

Билет №6

1. Эксергия системы
2. Измерители эксергии
3. Основные свойства эксергии

Билет №7

1. Диссипация энергии и эксергии, эксергетический КПД
2. Внутренние и внешние потери, энергетический и эксергетический балансы системы
3. Первое и второе начало термодинамики и преобразование энергии

Билет №8

1. Виды энергии используемые при трансформации тепла и эксергия
2. Коэффициент работоспособности тепла и его зависимость от температуры T (схема)
3. Связь между затратой энергии E_{ex} температурным уровнем источника тепла t (схема)

Билет №9

1. Удельная эксергия потока газа и взаимодействие потока газа с окружающей средой (схема)
2. Связь величины удельной эксергии с величинами l, s, T (схема)
3. Диаграмма эксергия-энтальпия ($e-i$) для веществ с различными физическими свойствами (схема)

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Трансформаторы тепла, их назначение и обязательное условие функционирования
2. Классификация процессов повышения потенциала тепла
3. Рефрижераторы, теплонасосные установки и комбинированные установки
4. Температурные зоны и теплоприемники ТТ
5. Обратные термодинамические циклы R, H, RH и их отличие от эталона
6. Назначение рефрижераторных установок, криогенных систем, теплонасосных и комбинированных ТТ
7. Классификация трансформаторов тепла
8. Принцип работы компрессионных установок, их классификации.
9. Принцип работы сорбционных установок. Абсорбционные и адсорбционные
10. Классификация трансформаторов тепла по характеру трансформации тепла и протекания

процесса по времени

11. Струйные установки, их принцип действия. Классификация электромагнитных ТТ
12. Классификация ТТ по термодинамическому признаку-характеру протекающих в них процессов
13. Трансформаторы тепла с циклическими, квазичиклическими и нециклическими процессами
14. Назначение каскадных и регенеративных ТТ
15. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии
16. Эксергия системы
17. Измерители эксергии
18. Основные свойства эксергии
19. Диссипация энергии и эксергии, эксергетический КПД
20. Внутренние и внешние потери, энергетический и эксергетический балансы системы
21. Первое и второе начало термодинамики и преобразование энергии
22. Виды энергии используемые при трансформации тепла и эксергия
23. Коэффициент работоспособности тепла и его зависимость от температуры T (схема)
24. Связь между затратой энергии E_q и температурным уровнем источника тепла t (схема)
25. Удельная эксергия потока газа и взаимодействие потока газа с окружающей средой (схема)
26. Связь величины удельной эксергии с величинами I, s, T (схема)
27. Диаграмма эксергия-энтальпия ($e-i$) для веществ с различными физическими свойствами (схема)
28. Эксергетический баланс системы. Эксергетический и энергетический баланс механического ТТ и его анализ
29. Идеальные и идеализированные модели термодинамического анализа ТТ
30. Принципиальная схема и работа парожидкостного компрессионного ТТ
31. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области в диаграмме $ge=f(T)$ ($T_{0.c.}=293^{\circ}\text{C}$)
32. Характерные зоны низкотемпературной техники и пределы изменения температуры теплоотдатчика $T_n, K(t_n, ^{\circ}\text{C})$
33. Зоны «КВ» и «УХ», их температурные интервалы. Используемые хладагенты и газы
34. Зоны «КА», «ВГ» и «УН», их температурные интервалы
35. Изменения коэффициенты работоспособности тепла ge и удельных эксергетических затрат в пределах этих зон
36. Вещества применяемые в качестве рабочих тел в термомеханических ТТ
37. Основные параметры термодинамических свойств хладагентов и криагентов, требования к ним
38. Характеристики аммиака (NH_3) как хладагента парожидкостных установок, его преимущества и

недостатки

39. Характеристики CO₂ как хладагента, его преимущества и недостатки
40. Голоидные соединения насыщенных углеводородов C_nH_{2n+2}, полученные путем замены атомов водорода на атомы фтора,, хлора, брома и т.д. (фреоны)
41. Криогены – рабочие тела
42. Хладагенты абсорбционных установок
43. Назначение хладоносителей и требования к ним
44. Хладоносители холодильных установок
45. Принципиальная схема и процесс работы реального компрессионного ТТ
46. Основные отличия схемы и процесса работы парожидкостного компрессионного ТТ от схемы идеальной установки
47. Методика расчета одноступенчатых ТТ
48. Методика расчета теплонасосных установок
49. Понятие об абсорбционных установках
50. Принцип действия идеальных абсорбционных установок
51. Удельный расход тепла в идеальных абсорбционных установках
52. Схема реальных абсорбционных ТТ
53. Типы струйных ТТ
54. Принципиальная схема струйного компрессора
55. Процесс работы вихревой трубы
56. Идеализированная вихревая труба
57. Действительная вихревая труба
58. Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов тепла.
59. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов тепла.
60. Термоэлектрические и термомагнитоэлектрические трансформаторы тепла.