

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10

(индекс дисциплины)

Низкотемпературные процессы и установки в промышленной теплоэнергетике

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение*	Заочное обучение*
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	108		108
	Аудиторные занятия	70		12
	Лекции	28		4
	Лабораторные занятия	14		4
	Практические занятия	28		4
	Самостоятельная работа	38		96
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	7		8
	Курсовая работа	7		8
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3		3

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная							3			
Очно-заочная										
Заочная								3		

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3_20
z130301-3_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)
Промышленной теплоэнергетики (ПТЭ)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.
ПТЭ Смородин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

- Является получение студентами достаточного объема знаний для обоснованного выбора и грамотной эксплуатации трансформаторов теплоты в системах производства и распределения искусственного холода и извлечение вторичной теплоты.

1.3. Задачи дисциплины

- Овладеть основными знаниями в научно-технических и инженерно-практических вопросах d области систем трансформации теплоты.
- Усвоить основные направления повышения эффективности трансформаторов теплоты.
- Приобретение навыков проведения расчетов по .разработке схем обеспечения объектов тепловой энергией за счет использования тепловых насосов.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

-1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК - 10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные принципы организации производства связанного с холодопотреблением; 2) конструкции и схемы работы установок; характерные производственные затруднения и меры по их устранению; 3) основы теории теплообмена (в рамках предлагаемого курса). Уметь: 1) применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; 2) осуществлять сбор и анализ исходных данных для оптимизации эксплуатации оборудования ТЭП с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации; Владеть: 1) основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; 2) новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области теплоэнергетики. 4) расчетами и эксплуатацией тепломассообменного основного и вспомогательного оборудования ТЭП.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Водоподготовка на источниках теплоснабжения (ПК-10)
- Защита от коррозии (ПК-10)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-10)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-10)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Общие сведения о трансформаторах теплоты, Классификация трансформаторов теплоты.			
Тема 1. Общие сведения о трансформаторах теплоты. Температурные зоны использования трансформаторов теплоты; область использования.	8		13
Тема 2. Классификация трансформаторов теплоты. По принципу работы; по виду цикла; характеру трансформации; периодичности.	10		10
Тема 3. Виды осуществляемого цикла установки для трансформации теплоты. По замкнутому циклу; установки с разомкнутым процессом; установки с нециклическими процессами.	16		13
Текущий контроль 1. (опрос)	2		-
Учебный модуль 2. Компрессионные трансформаторы теплоты. Ожижители газов.			
Тема 4. Виды компрессионных трансформаторов теплоты. Одноступенчатый трансформатор теплоты; двухступенчатая пароконденсационная холодильная установка; каскадная пароконденсационная холодильная установка. Фреоны, их свойства; сернистый ангидрид (SO ₂) его свойства, аммиак (NH ₃) его свойства.	12		13
Тема 5. Ожижитель Линде. Схема установки; ожижитель с дроссельной ступенью окончательного охлаждения; T-S диаграмма.	10		10
Тема 6. Ожижитель Капицы. Схема детандерной установки Капицы; T-S диаграмма.	12		13
Текущий контроль 2. (опрос)	2		-
Учебный модуль 3. Сорбционные трансформаторы теплоты, эксергия. Термоэлектрические холод установки.			
Тема 7. Абсорбционная аммиачная холод машина. Типовая схема; принцип работы; промышленное использование; свойства аммиака.	4		2
Тема 8. Абсорбционная бромистолитиевая холод машина. Типовая схема; принцип работы; промышленное использование; свойства бромистого лития. Типовая схема парожеторной холод машины, принцип работы, промышленное использование.	6		4
Тема 9. Эксергия для различных видов энергии. Эксергетический баланс системы; диаграмма эксергия—энтальпия.	4		2
Тема 10. Термоэлектрические установки, основанные на эффекте Пельтье. Схема установки на полупроводниках; принцип работы; примеры использования. Магнитные установки. Принцип работы, примеры использования.	6		4
Текущий контроль 3. (опрос)	2		-
Курсовая работа	10		20
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
ВСЕГО:	108		108

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	-	-			9	1
2	-	-			9	0,5
3	7	6			9	1
4	7	6			9	1
5	7	2			9	0,5
6	7	2			9	1
7	7	2			9	0,5

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
8	7	2			9	1
9	7	2			9	0,5
10	7	4			9	1
ВСЕГО:		28				8

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Общие сведения о трансформаторах теплоты, (практическое занятие).	7	2			8	
2	Термодинамические принципы процессов трансформации теплоты (практическое занятие)	7	2				
3	Трансформация теплоты по замкнутому циклу; установки с разомкнутым процессом; установки с нециклическими процессами (практическое занятие)	7	4				
4	Компрессионные трансформации теплоты (практическое занятие).	7	4				
5	Ожижитель газов Линде (практическое занятие).	7	4				
6	Ожижитель газов Капицы (практическое занятие).	7	4				
7	Абсорбционная аммиачная холод машина (практическое занятие).	7	2				
8	Абсорбционная и парожеторная холод машина (практическое занятие).	7	2				
9	Эксергия для различных видов энергии (практическое занятие).	7	2				
10	Термоэлектрические холодильные установки (практическое занятие).	7	2				
ВСЕГО:		28					4

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Изучение устройства и принципа действия парокompрессионного теплового насоса (лабораторное занятие).	7	4			8	
2	Определение основных показателей эффективности теплового насоса (лабораторное занятие)	7	4				
3	Определение тепловой мощности теплового насоса (лабораторное занятие)	7	2				
4	Исследование работы и определение основных показателей эффективности	7	4				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	холодильной установки (лабораторное занятие).						
ВСЕГО:			14				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Закрепление и углубление знаний важнейших разделов курса, выработка навыков практического применения теоретических знаний при выполнении конкретных инженерных задач.

4.2. Тематика курсовой работы

Энергосберегающая система технического водоснабжения предприятия. Спроектировать обратную систему технического водоснабжения с использованием теплоты оборотной воды в тепловых насосах для нужд низкотемпературного отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием методических указаний, основной и дополнительной литературы по курсу.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 40 стр., содержащего следующие обязательные элементы:

Функциональная схема системы водоснабжения (с указанием температуры воды, масла и фреона до и после каждого элемента схемы);

Результаты расчета режима работы теплонасосной установки и выбор тепловых насосов;

Схему включения испарителей и конденсаторов тепловых насосов;

Результаты расчета термодинамического цикла теплового насоса;

Результаты теплового расчета и подбора теплообменников;

Результаты расчета и подбор градирен;

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	опрос	7	3			-	-

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	7	14			9	48
Подготовка к практическим занятиям	7	10			9	18
Курсовая работа	7	10			9	20
Подготовка к зачету	7	4			9	4
ВСЕГО:		38				86+4

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	Проведение под руководством преподавателя эксперимента на лабораторной установке по исследованию основных показателей эффективности теплового насоса при различных температурах рабочего агента и теплоносителей	14	-	4
ВСЕГО:		14	-	4

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Семикопенко И.А. Холодильная техника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семикопенко И.А., Карпачев Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28417>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

2. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сазанов Б.В., Ситас В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 275 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33215>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Электронная библиотека СПб ГУПТД - <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД - http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ- publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.
3. PTC Mathcad 15.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стандартно оборудованная аудитория.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в интернет.
3. Видеопроектор с экраном.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Наборы слайдов на электронном носителе.
4. Макеты элементов тепловых двигателей и холодильных машин.
5. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	<p>Работа с теоретическими положениями курса, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ заданий на курсовую работу, решение задач по заданным алгоритмам, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.</p>
Лабораторные занятия	<p>Работа с конспектом лекций, изучение методических указаний по выполнению лабораторных работ, знакомство с лабораторным оборудованием, порядком его использования, техникой безопасности при выполнении лабораторных работ, анализ полученных результатов, формулирование выводов.</p>
Самостоятельная работа	<p>При выполнении курсовой работы необходимо изучить научную, учебную, нормативную и др. литературу. Отобрать необходимый материал; провести практические расчеты по теме, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленной цели и задач.</p> <p>Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать, рекомендуемую литературу, составить алгоритмы ответов на вопросы по зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-10 (2)	<p>1. Формулирует основные принципы организации водопотребления на соответствующих предприятиях.</p> <p>2. Ориентируется в основных физических законах, методах математической обработки данных для оптимизации технологии холододопотребления на различных энергообъектах.</p> <p>3. Подбирает методики проведения и метрологической оценки результатов использования различных типов ТЭП.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p> <p>3. Курсовая работа</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (20 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 задач)</p> <p>3. Тема и задания к курсовой работе (20 вариантов)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Курсовая работа	
отлично	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электрической цепи. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.	
хорошо	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электротехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.	
удовлетворительно	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.	
неудовлетворительно	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.	
Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных этапов инвестиционного процесса, нормативных требований при проектировании объектов систем энергоснабжения, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной учебной и нормативной литературой, программными средствами, используемыми при проектировании, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные этапы инвестиционного процесса, нормативные требования при проектировании объектов систем энергоснабжения; плохо	

	ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.
--	--

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Общие сведения о трансформаторах теплоты (ТТ).	1
2	Температурные зоны использования трансформаторов теплоты; область использования.	1
3	Классификация трансформаторов теплоты.	2
4	Виды осуществляемого цикла установки для трансформации теплоты.	3
5	ТТ работающие по замкнутому циклу.	3
6	ТТ работающие по разомкнутому циклу, с нециклическими процессами.	3
7	Виды компрессионных ТТ: одноступенчатый ТТ.	4
8	Двухступенчатая парокомпрессионная холодильная установка.	4
9	Каскадная парокомпрессионная холодильная установка.	4
10	Рабочие тела компрессионных трансформаторов теплоты: фреоны, их свойства.	4
11	Рабочие тела ТТ: сернистый ангидрид (SO ₂) , аммиак (NH ₃) их свойства.	4
12	Ожижитель Линде.	5
13	Ожижитель Капицы.	6
14	Хладоносители.	7
15	Абсорбционная аммиачная холод машина.	7
16	Абсорбционная бромистолитиевая холод машина.	8
17	Пароэжекторная холод машина.	8
18	Эксергия для различных видов энергии.	9
19	Термоэлектрические установки, основанные на эффекте Пельтье.	10
20	Магнитные установки, принцип работы, примеры использования.	10

Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Для каких целей используется РТО? Ответ обоснуйте.	РТО отбирает тепло от жидкого фреона, поступающего от конденсатора. В РТО газообразный фреон идущий от испарителя получает дополнительное тепло перед входом в компрессор, тем самым повышая температуру сжатого фреона идущего в конденсатор.
2	Рассчитать расход воды на вентиляцию? Ответ обоснуйте.	Решение: $V_v = Q_v / (C \cdot \rho \cdot \Delta t_{np})$, где: Q_v – тепловая нагрузка на вентиляцию; C – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг.К); ρ – плотность воды; $\Delta t_{np} = t_{nt} - t_{no}$ – температура горячей воды в промежуточном контуре конденсаторов и маслоохладителей тепловых насосов на выходе из разделительного теплообменника.

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016 г., протокол № 4).

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.
- На защиту курсовой работы отводится не более 15 минут, включая ответы на вопросы.