

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01 <small>(индекс дисциплины)</small>	Инновационные теплогенерирующие технологии в промышленной энергетике <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	---

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	144		144
	Аудиторные занятия	70		22
	Лекции	28		8
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	42		14
	Самостоятельная работа	74		118
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8		9
	Контрольная работа			9
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4

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

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

Сформировать компетенции обучающегося в области когенерационных и тригенерационных источников энергоснабжения

1.3. Задачи дисциплины

- Ознакомить с существующими системами энергоснабжения коммунальных и промышленных потребителей.
- Указать перспективные направления снижения потребляемых ресурсов при производстве тепловой и электрической энергии.
- Научить выполнять тепловые расчеты источников энергоснабжения на базе различного электрогенерирующего оборудования.
- Привить навыки самостоятельно принимать решения при выборе источников энергоснабжения.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-7	способностью обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) способы обеспечения правил техники безопасности при создании инновационных теплогенерирующих установок. Уметь: 1) анализировать возможные нарушения правил техники безопасности при использовании инновационных теплогенерирующих технологий. Владеть: 1) навыками устранения последствий при нарушении правил техники безопасности во время использования теплогенерирующих установок.		
ПК-9	способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) мероприятия по энерго-и ресурсосбережению при использовании инновационных теплогенерирующих технологий. Уметь: 1) обеспечивать соблюдение экологической безопасности при эксплуатации инновационных теплогенерирующих установок. Владеть: 1) навыками планирования экозащитных мероприятий при разработке инновационных теплогенерирующих технологий.		
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) конструктивные особенности и принципы работы теплогенерирующих установок. Уметь:		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	1) проводить оценку и анализ физических процессов, протекающих в теплогенерирующих установках 2) анализировать современное состояние и перспективы развития инновационных теплогенерирующих технологий. Владеть: 1) умением выбора экономичных режимов работы.	

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

- Безопасность жизнедеятельности (ПК-7)
- Низкотемпературные процессы и установки в промышленной теплоэнергетике (ПК-10)
- Энергетические насосы в теплоэнергетических системах (ПК-10)
- Водоподготовка на источниках энергии теплоэнергетических систем (ПК-9)
- Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических систем (ПК-9)
- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (ПК-7)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (ПК-9, ПК-10)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-9, 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. Системы энергоснабжения коммунальных и промышленных потребителей.			
Тема 1. Отопительная нагрузка жилых зданий. Снижение отопительной нагрузки жилых зданий за счет повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций.	12		14
Тема 2. Инфильтрационная составляющая отопительной нагрузки. Приточно-вытяжные системы вентиляции с теплорекуператором.	12		14
Тема 3. Электрическая энергия в системах отопления. Электро-преобразовательные системы отопления (ЭПС-отопление).	14		16
Текущий контроль 1. (опрос)	2		-
Учебный модуль 2. Сравнительный анализ эффективности автономных источников энергоснабжения.			
Тема 4. Энергетические и эксергетические показатели эффективности. Коэффициент использования теплоты сжигаемого топлива. Эксергетический КПД источника энергоснабжения.	28		18
Тема 5. Методы расчета показателей эффективности. Расчеты показателей эффективности источников энергоснабжения при одинаковом отпуске тепловой энергии на отопление: - водогрейная котельная; - ТЭЦ с противоаварийной турбиной; - ТЭЦ с теплофикационной турбиной; - газотурбинная ТЭЦ; - парогазовая ТЭЦ, ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей.	37		40
Текущий контроль 2. (опрос)	2		-
Учебный модуль 3. Источники энергоснабжения для производства тепловой, электрической энергии и холода. Тригенерация.			
Тема 6. Тригенерационный источник энергоснабжения на базе газопоршневого двигателя и абсорбционной холодильной машины. Расчет тепловой схемы источника.	16		14
Тема 7. Парокомпрессионные теплонасосные установки (ТНУ). Системы теплоснабжения с низкотемпературным контуром отопления и бытовыми ТНУ.	15		14
Текущий контроль 3. (опрос)	2		-
Текущий контроль 3. (контрольная работа)	-		10
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		4
ВСЕГО:	144		144

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	8	3			9	1
2	8	3			9	1
3	8	4			9	1
4	8	4			9	1
5	8	6			9	2
6	8	4			9	1
7	8	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	Расчет теплотерь через ограждающие конструкции здания. Способы утепления жилых зданий	8	2			9	1
2	Расчет приточно-вытяжной системы вентиляции	8	2			9	1
2	Расчет теплорекуператора, степень теплорекуперации	8	2			9	1
3	Электро-преобразовательные системы отопления. Определение мощности теплозащитного экрана	8	4			9	1,5
4	Расчет энергетических и эксергетических показателей водогрейной котельной и мини-ТЭЦ с противоаварийной турбиной	8	6			9	2
5	Расчет показателей эффективности мини-ТЭЦ с теплофикационной турбиной	8	6			9	2
5	Расчет показателей эффективности мини-ТЭЦ с газотурбинным двигателем	8	6			9	1,5
5	Расчет показателей ТЭЦ на базе парогазовой установкой	8	4			9	1
6	Расчет тригенерационного источника энергоснабжения с абсорбционной холодильной машиной и газопоршневого двигателя	8	4			9	1
7	Расчет бытовой парокомпрессионной ТНУ	8	4			9	1
7	Расчет энергоснабжения системы отопления на базе ТНУ	8	2			9	1
ВСЕГО:		42					14

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных	Форма	Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
----------------	-------	----------------	-----------------------	------------------

модулей, по которым проводится контроль	контроля знаний	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	опрос	8	3				
1-3	контрольная работа	-	-			9	1

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	8	36			9	54
Подготовка к практическим занятиям	8	34			9	54
Выполнение контрольной работы	-	-			9	10
Подготовка к зачету	8	4			9	4
	ВСЕГО:			74		122

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
Лекции	Разбор конкретных ситуаций, принятие решений в условиях не полной определенности.	28		4
Практические занятия	Поиск вариантов решения проблемных ситуаций (case-study).	28		4
	ВСЕГО:	56		8

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. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Хаванов П.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30342>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

2. Санцевич В.И. Блочно-модульная водогрейная котельная [Электронный ресурс]: практическое пособие/ Санцевич В.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: ТетраСистемс, 2013.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28055>.— ЭБС «IPRbooks».

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

3. Под ред. В.М. Лебедева. Источники и системы теплоснабжения предприятий: учебник. Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут) 2013 г. 384 стр.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173418>.— ЭБС «КнигаФонд».

4. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97 / — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.— 200 с. <http://www.iprbookshop.ru/22728>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Издательский дом МЭИ: publish@mpei.ru, publish@mpei.ru.
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.
3. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>, ЭБС «IPRbooks».

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

1. Microsoft Windows 7
2. Microsoft Office Professional 2010

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом .
2. Компьютерный класс.
3. Макетный кабинет ТЭЦ, АЭС, ПТУ, ГПС .

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Каталоги энергетического оборудования.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Работа с лекционным материалом, учебной и технической литературой, интернет-ресурсами. Формулировка выводов.
Практические занятия	Работа с нормативно-технической литературой, анализ примеров расчета эффективности различных автономных источников энергоснабжения. Формулировка выводов
Самостоятельная работа	Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Решение практических задач; проработка конкретных ситуаций; использование интернет-ресурса. При подготовке к контрольной работе и зачету необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритм ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.

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-7(2)	1. Излагает положения правил техники безопасности при использовании инновационных теплогенерирующих установок. 2. Демонстрирует приемы включения средств пожарной безопасности инновационных теплогенерирующих установок.	1. Устное собеседование. 2. Контрольная работа.	1. Перечень вопросов к зачету (25 вопросов) 2. Практические типовые задания (10 задач)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	3. Обладает навыками соблюдения производственной санитарии при использовании инновационных теплогенерирующих установок.		
ПК-9 (2)	1. Способен сформулировать положения по соблюдению экологической безопасности при эксплуатации инновационных теплогенерирующих установок. 2. Демонстрирует алгоритм расчетов по энерго- и ресурсосбережению при использовании инновационных теплогенерирующих установок. 3. Принимает взвешенные решения по планированию экозащитных мероприятий при обслуживании инновационных теплогенерирующих установок.	1. Устное собеседование. 2. Контрольная работа.	1. Перечень вопросов к зачету (25 вопросов) 2. Практические типовые задания (10 задач)
ПК-10 (2)	1. Излагает современное состояние и перспективы развития использования инновационных теплогенерирующих установок. 2. Демонстрирует определение возможности использования инновационных теплогенерирующих установок. 3. Использует навыки анализа физических процессов, протекающих в использовании инновационных теплогенерирующих установок.	1. Устное собеседование. 2. Контрольная работа.	1. Перечень вопросов к зачету (25 вопросов) 2. Практические типовые задания (10 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всесторонние знания основных физических процессов протекающих в системах отопления, владеет способами методами ресурсосбережения в системах отопления, умеет выполнять расчеты тепловой схемы источника энергоснабжения и затрат необходимых энергоресурсов, владеет методами выбора основного оборудования современного источника энергоснабжения с максимальными показателями эффективности. . 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 знаний дисциплины; не может сформулировать основные физические процессы, протекающие в системах энергопотребления и в источниках энергоснабжения, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, а также в основной и дополнительной литературе, допускает существенные ошибки в ответах на поставленные вопросы, не может воспользоваться наводящими вопросами 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	Структура энергопотребления в сфере ЖКХ в РФ и странах ЕС	1
2	Температурный график повышения температуры воздушной среды в отапливаемом помещении	1
3	Принцип работы водяной системы отопления. Отопительная нагрузка жилого здания. Основные составляющие отопительной нагрузки	1
4	Способы снижения инфильтрационной части отопительной нагрузки	2
5	Способы снижения тепловых потерь через ограждающие конструкции. Повышение температуры воздуха в отопительном приборе	2
6	Теплозащитный токопроводящий экран. Электро-преобразовательные системы отопления	2
7	Системы отопления с низкотемпературным водяным контуром и парокомпрессионными ТНУ	3
8	Эксергия теплового потока сетевой воды. Тепловая работа, совершаемая сетевой водой в системах отопления	3
9	Типы используемых водогрейных котлов в системах теплоснабжения	3
10	Эксергетические и энергетические показатели эффективности водогрелых котельных	4
11	Эксергетические и энергетические показатели эффективности мини ТЭЦ с противодавленческой турбиной	4
12	Винтовые паровые машины	4
13	Эксергетические и энергетические показатели эффективности мини ТЭЦ с теплофикационной турбиной	4
14	Эксергетические и энергетические показатели эффективности мини ТЭЦ с применением газотурбинной установки	4
15	Эксергетические и энергетические показатели эффективности мини ТЭЦ с применением парогазовой установки с паровым котлом утилизатором	5
16	Эксергетические и энергетические показатели эффективности мини ТЭЦ созданного на базе ГПД	5
17	Тригенерация в автономных источниках малой мощности	5
18	Особенности устройства и работы абсорбционных и парокомпрессионных ТНУ	5
19	Использование абсорбционных холодильных машин в автономных источниках малой мощности	5
20	Источники низкопотенциальной теплоты для парокомпрессионных ТНУ, используемых в системах отопления	6
21	Системы отопления жилых зданий с применением бытовых ТНУ	6
22	Системы ГВС с применением солнечных коллекторов	6
23	Типы солнечных коллекторов. Особенности устройства и эксплуатации	7
24	Использование низкопотенциальной теплоты сточных вод	7
25	Технико-экономическое обоснование выбора источника энергоснабжения	7

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

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ
1	Отопительная нагрузка отапливаемого помещения определяется как сумма? а) теплопотерь через наружные стены и окна; б) теплопотерь через наружные стены, окна, пол цокольного этажа и чердачное перекрытие; в) теплопотерь через все наружные ограждающие конструкции и инфильтрационной составляющей отопительной нагрузки. Ответ обосновать.	Обоснование: Отопительная нагрузка отапливаемого помещения или количество подводимой в помещение теплоты необходимой для поддержания требуемого температурного режима воздушной среды, складывается из теплоты необходимой для нагревания наружного воздуха, поступающего в помещение и обеспечивающего необходимую кратность воздухообмена, а также теплоты необходимой для компенсации теплопотерь через ограждающие конструкции. Ответ: в
2	В каком термодинамическом цикле энергетической установки при одинаковом расходе топлива можно выработать максимальное количество	Обоснование: в цикле ПГУ электрический КПД достигает максимальных значений 50-55%. Данный КПД указывает на то, что 50-55% энергии сжигаемого топлива может быть

<p>электрической энергии а) в цикле газотурбинной установки; б) в цикле паротурбинной установки; в) в цикле парогазовой установки. Ответ обосновать.</p>	<p>преобразовано в электрическую энергию. Электрический КПД газотурбинных и паротурбинных ТЭС не превышает 35-42%. Ответ: в</p>
--	---

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 порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку ответа на зачете 30 мин.