

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06

(индекс дисциплины)

Источники и системы теплоснабжения теплотехнологических предприятий и объектов ЖКХ

(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	360		360
	Аудиторные занятия	141		42
	Лекции	62		16
	Лабораторные занятия	17		
	Практические занятия	62		26
	Самостоятельная работа	183		305
	Промежуточная аттестация	36		13
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6		8
	Зачет	7		7
	Контрольная работа			7
	КР	6		8
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		10		10

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

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

Цели дисциплины состоят в ознакомлении будущих бакалавров с современными и перспективными технологиями производства и передачи потребителям тепловой энергии, а также с типовыми конструкциями элементов и принципами работы систем теплоснабжения. Сформировать компетенции обучающегося в области промышленных когенерационных источников энергоснабжения.

1.3. Задачи дисциплины

- Задачи освоения дисциплины заключаются в выработке умений и навыков для оценки и анализа физических процессов, протекающих при использовании систем теплоснабжения, освоении бакалаврами методов их расчетов и оценки эффективности.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.
- Ознакомить с существующими системами энергоснабжения промышленных потребителей от ТЭС и ТЭЦ.
- Указать перспективные направления снижения потребляемых ресурсов при производстве тепловой и электрической энергии на ТЭС и ТЭЦ.
- Научить выполнять тепловые расчеты основного и вспомогательного оборудования ТЭС и ТЭЦ.
- Привить навыки самостоятельно принимать решения при выборе оборудования источников энергоснабжения и эффективной его эксплуатации.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК - 3	Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам.	2

Планируемые результаты обучения

Знать:

1) Виды, конструкции, характеристики тепломеханического оборудования и устройств ТЭС.

Уметь:

1) Планировать и проектировать работы по эксплуатации тепломеханического оборудования, предусматривать необходимые ресурсы для выполнения работ

Владеть:

1) Правилами технической эксплуатации, действующими организационно-распорядительными, нормативными, методическими документами по вопросам эксплуатации тепломеханического оборудования

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

- Экономика и управление промышленными предприятиями (ПК-3)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Расчет тепловых нагрузок в системе теплоснабжения.			
Тема 1. Энергетическая эффективность теплофикации. Введение. Оценка эффективности теплофикации. Показатели удельного расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ и в котельных.	14		14
Тема 2. Тепловое потребление. Виды теплового потребления. Классификация тепловых нагрузок. Расчет часовых и годового расходов теплоты по видам теплопотребления. График продолжительности.	12		10
Текущий контроль 1. (опрос)	2		-
Учебный модуль 2. Системы теплоснабжения.			
Тема 3. Характеристика систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения.	12		14
Тема 4. Характеристика систем отопления и ГВС. Системы отопления, системы ГВС, Типы отопительных приборов. Новые типы систем теплоснабжения.	12		10
Текущий контроль 2. (опрос)	2		-
Учебный модуль 3. Регулирование водяных систем теплоснабжения.			
Тема 5. Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Температурный график. Тепловой и гидравлический режимы при регулировании разнородной тепловой нагрузки. Связное регулирование по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС.	12		10
Тема 6. Гидравлический расчет и разработка гидравлических режимов водяных тепловых сетей. Последовательность гидравлического расчета. Гидравлические режимы тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика. Выбор насосов тепловых сетей.	14		14
Текущий контроль 3. (опрос)	2		-
Учебный модуль 4. Инженерное оборудование тепловых сетей.			
Тема 7. Оборудование тепловых сетей. Тепловые сети. Способы прокладки, трубы, опоры, тепловая изоляция, компенсаторы, арматура. Тепловые пункты	12		12
Тема 8. Системы учета и регулирования теплопотребления. Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя и тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплопотребления.	12		12
Текущий контроль 4. (опрос)	2		-
Учебный модуль 5. Инженерные расчеты тепловых сетей.			
Тема 9. Расчет тепловых потерь изолированных теплопроводов. Потери тепла при надземных, подземных бесканальных и канальных прокладках. Определение толщины тепловой изоляции	12		12
Тема 10. Прочностной расчет трубопроводов. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений от внутреннего давления, от весовой и ветровой нагрузок. Расчет П-образных компенсаторов.	12		12
Текущий контроль 5. (опрос)	2		-
Текущий контроль. (контрольная работа)	-		20
Курсовая работа	10		-
Промежуточная аттестация по дисциплине	экзамен	36	-
	зачет	-	4
Учебный модуль 6. Тепловая экономичность и энергетические показатели ТЭС и ТЭЦ.			
Тема 11. Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС.	16		26

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды.			
Тема 12. Показатели тепловой экономичности КЭС и ТЭЦ. Сравнение тепловой экономичности и энергетических показателей конденсационной электростанции (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).	20		30
Текущий контроль 6. (опрос)	2		-
Учебный модуль 7. Тепловая схема ТЭЦ.			
Тема 13. Тепловая схема ТЭЦ. Составление и методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.	18		18
Тема 14. Основное оборудование ТЭЦ. Устройство, основные характеристики и тепловые расчеты основного тепломеханического оборудования ТЭЦ.	18		18
Текущий контроль 7. (опрос)	2		-
Учебный модуль 8. Отпуск тепловой энергии промышленным и коммунальным потребителям.			
Тема 15. Отпуск пара промышленным тепловым потребителям. Редукционно-охладительные и паропреобразовательные установки. Применение термокомпрессорных установок.	26		26
Тема 16. Отпуск тепла на отопление коммунальных потребителей. Тепловой расчет узла сетевых подогревателей. Узел подпитки тепловой сети.	30		32
Текущий контроль 8. (опрос)	2		-
Учебный модуль 9. Техническое водоснабжение. Топливное хозяйство ТЭЦ. Компонка главного корпуса.			
Тема 17. Источники и системы водоснабжения ТЭЦ. Твердое топливо и топливное хозяйство для его подготовки к сжиганию. Мазутное хозяйство ТЭС.	22		21
Тема 18. Типы компоновки главного корпуса ТЭЦ. Поперечная и продольная компоновка главного корпуса ТЭЦ.	18		20
Текущий контроль 9. (опрос)	2		-
Курсовая работа	-		16
Промежуточная аттестация по дисциплине	зачет	4	-
	экзамен	-	9
ВСЕГО:	360		360

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	6	4			7	1
2	6	4			7	1
3	6	2			7	1
4	6	4			7	1
5	6	2			7	1
6	6	4			7	1
7	6	2			7	1
8	6	4			7	1
9	6	4			7	1
10	6	2			7	1
11	7	2			8	1
12	7	4			8	1
13	7	6			8	1
14	7	6			8	1
15	7	4			8	-
16	7	2			8	1
17	7	2			8	1
18	7	2			8	-

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
ВСЕГО:		62				16

3.2. Практические 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	Энергетическая эффективность теплофикации Оценка эффективности теплофикации. Показатели удельного расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ и в котельных.	6	4			8	4
2	Тепловое потребление Виды теплового потребления. Классификация тепловых нагрузок. Расчет часовых и годового расходов теплоты по видам теплопотребления. График продолжительности	6	6			8	4
3	Характеристика систем теплоснабжения Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения.	6	6			8	2
4	Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения Методы регулирования. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Температурный график. Тепловой и гидравлический режимы при регулировании разнородной тепловой нагрузки. Связное регулирование по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС.	6	6			8	2
5	Гидравлический расчет и разработка гидравлических режимов водяных тепловых сетей Последовательность гидравлического расчета. Гидравлические режимы тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика. Выбор насосов тепловых сетей.	6	6			8	2
6	Расчет тепловых потерь изолированных	6	6			8	2

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)
	теплопроводов Потери тепла при надземных, подземных бесканальных и канальных прокладках. Определение толщины тепловой изоляции						
11	Определение влияния начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичности ТЭС. Промежут. перегрев пара	7	2			7	-
12	Составление балансовых уравнений энергии сжигаемого топлива. КПД ТЭС и ТЭЦ	7	2			7	1
13	Расчет редуционно-охладительных установок при отпуске пара потребителям	7	2			7	1
13	Отпуск пара из паропреобразовательной установки и его расчет.	7	2			7	1
13	Отпуск пара с помощью термокомпрессоров, их расчет	7	2			7	1
14	Отпуск тепла на отопление. Расчет узла сетевых подогревателей	7	2			7	1
15	Регенеративный подогрев питательной воды. Расчет деаэрационных установок	7	2			7	1
15	Расчет узла подпитки тепловой сети	7	2			7	1
15	Включение в тепловую схему ТЭЦ расширителей непрерывной продувки. Расчет.	7	4			7	1
15	Пример расчета тепловой схемы ТЭЦ	7	4			7	1
15	Годовые показатели работы ТЭЦ	7	4			7	1
ВСЕГО:			62				26

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Экспериментальные исследования эффективности системы теплоснабжения	6	4			-	-
4	Изучение устройства и основных характеристик устройств системы отопления	6	4			-	-
4	Определение теплоотдачи отопительных приборов	6	4			-	-

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
8	Определение потерь тепловой энергии при ее транспортировании	6	5			-	-
ВСЕГО:			17				-

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели курсовой работы

Цели выполнения курсовой работы состоят в приобретении навыков самостоятельного принятия основных инженерных решений при проектировании системы теплоснабжения

Задачи курсовой работы

Задачи выполнения курсовой работы заключаются в выработке умений и навыков выбора теплоносителя, типа системы теплоснабжения, температурного графика, расчета и способов регулирования тепловой нагрузки, выбора теплогенерирующего и насосного оборудования, способов прокладки и инженерного оборудования тепловых сетей, оценки эффективности принятых технических решений.

Привить способности к самостоятельному использованию современной нормативной литературы, необходимой при проектировании систем теплоснабжения.

4.2. Тематика курсовой работы

Расчет системы теплоснабжения промышленных и коммунально-бытовых потребителей в заданном населенном пункте

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально с использованием действующей нормативно-технической литературы, расчетных программ.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 60-70 с. печатного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- Обоснование на каждом этапе принятых инженерных решений
- Расчеты,
- Графики,
- Иллюстрации,
- Экономический анализ эффективности принятых технических решений.

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
1,2,3,4,5	Опрос	6	5			-	-
6,7,8,9	Опрос	7	4			-	-
1-5	Контрольная работа	-	-			7	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	6	19			7	54
Подготовка к практическим занятиям	6	20			7	50
Подготовка к лабораторным занятиям	6	10				
Выполнение курсовой работы	6	10				
Выполнение домашних заданий (контрольной работы)					7	20
Подготовка к экзамену	6	36				

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Подготовка к зачёту					7	4
Усвоение теоретического материала	7	60			8	88
Подготовка к практическим занятиям	7	60			8	77
Выполнение курсовой работы					8	16
Подготовка к зачету	7	4				
Подготовка к экзамену					8	9
ВСЕГО:		183+36				305+13

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 при эксплуатации систем теплоснабжения (полное аварийное заморозжение г. Тихвина в 2003 г., перевод системы теплоснабжения г. Приозерска с открытой на закрытую систему теплоснабжения и др.)	17		9
Практические занятия	Поиск вариантов решения проблемных ситуаций (case-study); презентация домашнего задания.	17		9
	ВСЕГО:	34		18

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. Под ред. В.М. Лебедева. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник.— Электрон. текстовые данные.— Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут) 2013 г. 384 стр.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26805>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Шукуров И.С. Инженерные сети [Электронный ресурс]: учебник/ Шукуров И.С., Дьяков И.Г., Микири К.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 278 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49871>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Белоусов, В.Н. Системы и узлы учета расхода энергоресурсов [Текст] : учеб. пособие / В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин; СПбГТУРП, каф. пром. теплоэнергетики. – СПб, 2014. – 20 с.— Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/7.pdf>.— Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ.
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.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22728>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Инженерное оборудование зданий и сооружений и внешние сети. Автоматизация инженерных систем зданий и сооружений [Электронный ресурс]: сборник нормативных актов и документов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015.— 466 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30240>.— ЭБС «IPRbooks».

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

6. Иванов В.Д. Системы теплоснабжения предприятий: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 118 с.— Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf>.— ЭБ ВШТЭ.
7. Иванов В.Д. Системы теплоснабжения предприятий: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 118 с.— Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf>.— ЭБ ВШТЭ.
8. Минко В.А. Комплексное проектирование установок центрального водяного отопления зданий жилищно-гражданского назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Минко В.А., Подпороинов Б.Ф., Семиненко А.С.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 179 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28348>.— ЭБС «IPRbooks».
9. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию [Электронный ресурс]/ Зеликов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13551>.— ЭБС «IPRbooks».
10. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40576>.— ЭБС «IPRbooks».

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

1. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.
2. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>.
3. 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. AutoDesk AutoCAD 2015.
4. AutoDesk Inventor 2015.

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

1. Компьютерный класс.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Макет теплового пункта.

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, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр примеров разработанных проектов реконструкции систем теплоснабжения, решение задач по оценке эффективности инвестиций с применением различных методов, формулировка выводов.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке,

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	наблюдение за процессом. На лабораторных занятиях обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с натурной моделью. В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен либо понять принципы устройства и работы изучаемого оборудования. Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ.
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. Для выполнения курсовой работы необходимо изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отобрать необходимый материал; провести практические расчеты по теме, сформулировать выводы и разработать конкретные рекомендации по достижению поставленной цели и задач. При подготовке к зачету и экзамену необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к экзамену и 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-3 (2)	1. Студент демонстрирует знание отечественной и зарубежной научно-технической литературы и периодических изданий, патентной литературы, интернет-порталов, семинаров, конференций, выставок по тематике ТЭС и теплоснабжения. 2. Находит время для посещения выставок и участия в семинарах и конференциях по тематике ТЭС и теплоснабжения. 3. Обладает приемами инженерного анализа результатов расчета режимов работы ТЭС и систем теплоснабжения для разработки рекомендаций по их усовершенствованию.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов), к экзамену (50 вопросов), к зачету (26 вопросов) 2. Перечень практических заданий(23 задачи) 3. Тема и задания к курсовой работе (25 вариантов)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Курсовая работа
отлично	Отлично знает принцип работы тепловой электрической станции, знает перечень основного оборудования ТЭС, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью

	<p>физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Владеет методикой теплового расчета ТЭС. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>	<p>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.</p>
хорошо	<p>Хорошо знает принцип работы тепловой электрической станции, допускает незначительные ошибки при определении основного оборудования ТЭС. Хорошо знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга с допущением незначительных ошибок. Способен логично мыслить, способен системно излагать материал, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.</p>	<p>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.</p>
удовлетворительно	<p>Имеет слабое представление о принципах работы тепловой электрической станции, допускает ошибки при определении основного оборудования ТЭС. Имеет слабое представление о сущности физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой.</p>	<p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.</p>
неудовлетворительно	<p>Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает перечень основного оборудования ТЭС. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с</p>	<p>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.</p>

	большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	
Зачтено	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач. Знает принцип работы тепловой электрической станции, знает перечень основного оборудования ТЭС, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	
Не зачтено	Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает перечень основного оборудования ТЭС. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практическое задание. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.	

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 экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Обзор состояния и перспективы развития отечественной энергетики	1
2	Состояние и приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга	1
3	Приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга	1
4	Сравнительная характеристика двух классических схем энергоснабжения: раздельной и на базе теплофикации (краткое описание, преимущества, недостатки, области применения)	1
5	Энергетическая эффективность теплофикации. Численные значения удельных расходов условного топлива (в г/кВтч) на выработку электроэнергии на конденсационных, теплофикационных и противодавленческих турбоагрегатах и на выработку тепла (в кГ/ГДж) на ТЭЦ и в котельных по современной и ранее действовавшей методикам.	1
6	Классификация тепловых нагрузок. Коммунально-бытовое, санитарно-техническое, технологическое теплоснабжение	2
7	Сезонная нагрузка. Отопление. Методы расчета расхода теплоты на отопление	2
8	Сезонная нагрузка. Вентиляция. Методы расчета расхода теплоты на вентиляцию	2
9	Круглогодичная нагрузка. Горячее водоснабжение. Методы расчета расхода теплоты на ГВС	2
10	Круглогодичная нагрузка. Технологическое теплоснабжение	2
11	Годовой расход теплоты	2
12	Построение и использование графика продолжительности тепловых нагрузок	2
13	Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Открытые и закрытые системы теплоснабжения	3
14	Водяные системы теплоснабжения. Зависимые и независимые схемы присоединения абонентских установок к тепловым сетям	3

15	Присоединение отопительных установок в закрытой и открытой системах теплоснабжения	3
16	Присоединение установок ГВС в закрытой системе теплоснабжения. Выбор схемы присоединения водонагревателей ГВС	3
17	Присоединение установок ГВС в открытой системе теплоснабжения. Однотрубная система теплоснабжения	3
18	Паровые системы теплоснабжения промышленных предприятий	3
19	Системы отопления жилых и общественных зданий	4
20	Системы горячего водоснабжения	4
21	Нагревательные приборы систем отопления	4
22	Энергосбережение при использовании технологии «Пассивный дом»	4
23	Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования	5
24	Регулирование однородной тепловой нагрузки водяных тепловых сетей. Выбор, расчет и построение температурного графика	5
25	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование отопительной нагрузки	5
26	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование вентиляционной нагрузки	5
27	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование нагрузки ГВС	5
28	Необходимость корректировки температурного графика и порядок ее выполнения. Сводный температурный график при качественном регулировании отпуска тепла	5
29	Регулирование отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС	5
30	Выбор метода центрального регулирования тепловой нагрузки	5
31	Схемы и конфигурации тепловых сетей	6
32	Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета. Основные понятия	6
33	Последовательность выполнения гидравлического расчета	6
34	Гидравлические режимы водяных тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика	6
35	Характеристики насосов. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих насосов тепловых сетей	6
36	Гидравлический удар в тепловых сетях	6
37	Оборудование тепловых сетей. Тепловые сети. Способы прокладки тепловых сетей	7
38	Оборудование тепловых сетей. Трубы, фасонные изделия и опоры тепловых сетей	7
39	Оборудование тепловых сетей. Тепловая изоляция труб	7
40	Оборудование тепловых сетей. Компенсаторы тепловых сетей	7
41	Оборудование тепловых сетей. Трубопроводная арматура	7
42	Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Центральные тепловые пункты	7
43	Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Индивидуальные тепловые пункты. Автоматизированные тепловые пункты	7
44	Системы учета и регулирования теплоснабжения. Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя	8
45	Приборы учета тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплоснабжения	8
46	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при надземных прокладках	9
47	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при подземных бесканальных прокладках	9
48	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при подземных канальных прокладках	9
49	Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений в трубах, вызванных внутренним давлением теплоносителя	10
50	Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет трубопроводов на весовую и ветровую нагрузки	10

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

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Классификация тепловых электрических станций	11
2	Общая структура тепловой схемы ТЭС (принципиальная тепловая схема)	11
3	Технологическая схема ТЭС, работающей на твердом топливе	11
4	Начальные и конечные параметры пара на ТЭС. Зависимость тепловой экономичности ТЭС от начальных параметров	11
5	Промежуточный перегрев пара. Влияние давления пара в промежуточном перегревателе на его эффективность	12
6	Регенеративный подогрев питательной воды. Эффективность регенеративного цикла ПСУ Конечная температура питательной воды.	12
7	Уравнение теплового баланса регенеративных подогревателей смешивающего и поверхностного типа	12
8	Испарительные установки. Схемы включения и расчет однокорпусной испарительной установки	13
9	Конструкция испарительной установки	13
10	Термическая деаэрация питательной воды. Типы деаэраторов и требования к их выбору	13
11	Термокомпрессоры. Назначение, схемы включения и основные положения расчета	14
12	Паропреобразовательные установки. Назначение, схемы включения в тепловую схему ТЭС	14
13	ПНД и узел эжекторных подогревателей	14
14	Использование теплоты непрерывной продувки котлов. Одноступенчатая и двухступенчатые схемы использования теплоты продувочной воды	14
15	Конструкция расширителей непрерывной продувки. Определение размера расширителя	14
16	Устройство вакуумных и атмосферных деаэраторов	14
17	Расход пара на турбину, имеющую отборы. Уравнение мощности	14
18	Показатели годовой экономичности ТЭЦ	14
19	Годовые расходы теплоты, отпускаемой станцией, годовая выработка электрической энергии	14
20	Отпуск тепловой энергии с паровым и водяным теплоносителями	15
21	Редукционно-охладительные установки ТЭС. Схемы включения. Расчет ОУ	15
22	Схема узла сетевых подогревателей	16
23	Распределение нагрузок между пиковым и основным сетевым подогревателями	16
24	Типы теплофикационных турбин, для покрытия основной и пиковой отопительной нагрузки	17
25	Подпитка тепловой сети. Подпиточный узел и его расчет	17
26	Компоновка главного корпуса ТЭЦ	18

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

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ
1.	Определить, как изменится теоретическая работа, совершаемая потоком пара в турбине при увеличении давления пара перед турбиной с 3 МПа до 5 МПа при неизменной температуре 450 °С и давлении в конденсаторе 0,01 МПа.	<u>Решение:</u> $H_{o(3)} = h_1 - h_2 = 3344 - 2310 = 1034 \text{ кДж/кг}$ $H_{o(5)} = h_1 - h_2 = 3305 - 2110 = 1195 \text{ кДж/кг}$ $H_{o(5)} - H_{o(3)} = 161 \text{ кДж/кг}$ Ответ: теоретическая работа увеличится на 161 кДж/кг
2	Определить количество отпускаемой из источника теплоснабжения теплоты на варочное производство, переносимой сухим насыщенным паром ($h'' = 2777 \text{ кДж/кг}$) при отсутствии возврата конденсат. Расход пар 20 т/ч давление 1 МПа.	<u>Решение:</u> $D = 20 \text{ т/ч} = 5,55 \text{ кг/с}$ $Q_{отп} = D \cdot h'' = 5,55 \cdot 2777 = 15,4 \text{ МВт}$
3	Определить годовую экономию условного топлива $\Delta b \text{ т/год}$ за счет использования вторичных энергоресурсов в количестве $Q = 10^6 \text{ Гдж/год}$ вместо получения тепла от котельной с КПД $\eta_k = 0,85$	<u>Решение:</u> Удельная экономия условного топлива: $\Delta b = 34,1 / \eta_k = 34,1 / 0,85 = 40,1 \text{ кг/Гкал}$

		Годовая экономия условного топлива: $\Delta B = \Delta b \cdot Q = 40,1 \cdot 10^6 = 40\,100\,000 \text{ кг/год} = 40\,100 \text{ т/год}$
4	Определить расчетный расход тепла на отопление здания с наружным объемом $V = 65\,000 \text{ м}^3$ при удельной теплопотере $q_0 = 0,35 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$ с коэффициентом инфильтрации $\mu = 0,15$; внутренняя расчетная температура $t_{вР} = 18^\circ \text{C}$; наружная расчетная температура $t_{нО} = -24^\circ \text{C}$	<u>Решение:</u> Расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме: $Q_{ОР} = (1 + \mu) \cdot q_0 \cdot V \cdot (t_{вР} - t_{нО}) = (1 + 0,15) \cdot 0,35 \cdot 65\,000 \cdot (18 - (-24)) = 1,01 \text{ Гкал/ч}$
5	Определить расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме при $t_{СР,З} = -1,8^\circ \text{C}$, если расчетный расход тепла на отопление при $t_{нО} = -24^\circ \text{C}$ составляет $Q_{ОР} = 0,3 \text{ Гкал/ч}$	<u>Решение:</u> Расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме: $Q_{СР,З} = Q_{ОР} \cdot (t_{вР} - t_{СР,З}) / (t_{вР} - t_{нО}) = 0,3 \cdot (20 - (-1,8)) / (20 - (-24)) = 0,149 \text{ Гкал/ч}$

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 экзамена, зачета и защите курсовой работы 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 экзамена, зачета и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут, на экзамене 45 минут.
- На защиту курсовой работы предоставляется не более 15 минут, включая ответы на вопросы.