

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.24 Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация

(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 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	16	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	6	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	6	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	В.А. Хлебников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

		(наименование кафедры)	
24.01.2024	протокол №	5	
(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 12.03.2024 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. ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и и теплотехники	ОПК-6.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	знания: Знает основные средства измерения, методы проведения измерения электрических и неэлектрических величин, обработки результатов измерений и оценки их погрешность умения: Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность навыки: Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Электротехника и электроника (ОПК-6); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-6)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, процедуры самообучения, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Основы метрологии	20	ОПК-6
Лекция. Виды измерений. Методы измерений. Средства измерений и их элементы	2	
Лекция. Методики оценки погрешностей измерений	2	
Практическое занятие. Предел допускаемой основной погрешности. Шкала прибора. Расчет чувствительности прибора	2	
Практическое занятие. Расчет дополнительных погрешностей	2	
Практическое занятие. Расчет погрешности измерения коэффициента теплоотдачи на лабораторной установке	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Решение задач на применение методов оценки и учета случайных погрешностей и метрологические характеристики средств измерений	10	
Теплотехнические измерения и приборы	40	ОПК-6
Лекция. Измерение температур жидкостей и газов термометрами расширения, сопротивления, термоэлектрическими термометрами и пирометрами	2	
Лекция. Измерение давления, уровня и расхода	2	
Лекция. Измерение состава и свойств веществ	2	
Практическое занятие. Международная температурная шкала. Расширение диапазона применения ртутных термометров. Введение поправки на выступающий столбик ртути	2	
Практическое занятие. Характеристики и схемы применения термометров сопротивления	2	
Практическое занятие. Характеристики и схемы применения термоэлектрических термометров. Введение поправки на отклонение температуры свободных концов от 0 С	2	
Практическое занятие. Коэффициенты преобразования трубчатых пружин. Расчет погрешностей манометров. Выбор шкалы манометра. Погрешности показаний манометров	2	
Практическое занятие. Расчет действительного значения уровня воды в барабане котла	2	
Практическое занятие. Расчет действительного значения расходов воды, перегретого пара и природного газа	2	
Практическое занятие. Измерение состава газовых смесей и концентрации растворов	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Решение задач на расчет погрешности измерения температуры, давления, уровня и расхода. Выбор в соответствии с заданием типа, метрологических характеристик и шкалы прибора	20	
Основы автоматизации тепловых процессов	54	ОПК-6
Лекция. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем	2	
Лекция. Интегральные показатели точности регулирования. Расчет оптимальных параметров настройки ПИ-регуляторов при ограничении на корневой показатель колебательности	2	
Лекция. Анализ качества работы систем управления на	2	

цифровых моделях		
Практическое занятие. Расчет переходных функции и кривых разгона простых динамических систем	2	
Практическое занятие. Определение передаточных функции	2	
Практическое занятие. Расчет частотных характеристик	2	
Практическое занятие. Оценка устойчивости АСР	2	
Практическое занятие. Расчет оптимальных параметров настройки ПИ-регуляторов по линейному интегральному критерию	2	
Практическое занятие. Анализ работы систем управления на цифровых моделях	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение статических характеристик регулируемого объекта	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение переходных характеристик регулируемого объекта	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение импульсных переходных характеристик регулируемого объекта	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение частотных характеристик регулируемого объекта	2	
Лабораторная работа. Исследование принципа действия ПИ-регулятора релейного типа	2	
Лабораторная работа. Исследование качества регулирования АСР с ПИ-регулятором	2	
Лабораторная работа. Исследование влияния возмущающих воздействий на качество регулирования АСР нагрузки парового котла	2	
Лабораторная работа. Монтаж приборов и средств автоматизации	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы		
Изучение принципа действия АСР нагрузки парового котла. Составление дифференциального уравнения и передаточных функций регулируемого объекта. Получение аналитических выражений для переходных характеристик объекта. Расчет оптимальных параметров настройки ПИ-регулятора при ограничении на корневой показатель колебательности. Получение передаточной функции АСР нагрузки и построение переходного процесса по каналу задания. Оценка качества регулирования	20	
выполнение курсового проекта/работы	30	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Практические и лабораторные занятия дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Подготовка к **практическим и лабораторным занятиям** включает ознакомление с планом занятия; работу с учебниками, учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей

программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа осуществляется во внеаудиторной форме. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение курсового проекта. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт (БРК), по курсовому проекту - дифференцированный зачет.

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.	Ротач, Виталий Яковлевич. Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. Я. Ротач. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МЭИ, 2004. - 399 с. ISBN 5-7046-0924-4. Экземпляры: всего 17.	17
2.	Плетнев, Геннадий Пантелеймонович. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" направления подгот. дипломир. специалистов "Автоматизир. технологии и пр-ва"] / Г. П. Плетнев. 4-е изд., стер. М.: МЭИ, 2007. - 351 с. ISBN 5-903072-85-9. Экземпляры: всего 20.	20
3.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Теория автоматического управления [Текст] : лаб. практикум / В. А. Хлебников, С. В. Бастркова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 87 с. ISBN 978-5-8158-0933-8. Экземпляры: всего 48.	48 / https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_teorija_avtomaticheskogo_upravlenija.pdf
4.	Иванова, Галина Михайловна. Теплотехнические измерения и приборы [Текст] : [учеб. по направлению подгот. "Теплоэнергетика"] / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МЭИ, 2005. - 458 с. ISBN 5-7046-1046-3. Экземпляры: всего 20.	20
5.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 2 : Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / [А. А. Александров, Б. С.	5

	Белосельский, А. Г. Вайнштейн и др.], 2001. - 561 с. ISBN 5-7046-0512-5. Экземпляры: всего 5.	
6.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / [Б. Г. Борисов, К. Б. Борисов, В. М. Бродянский и др.], 2004. - 630 с. ISBN 5-7046-0514-1. Экземпляры: всего 6.	6
7.	Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Семенов Б. А. 2-е изд., доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 400 с. ISBN 978-5-8114-1392-8.	https://e.lanbook.com/book/211124

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.	121 (I)	ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (3), Плата аналого-цифрового преобразования USB-6008 12 -bit (3), Прибор расходомер ультразвуковой "Взлет ПР" с толщиномером"Взлет УТ" (1), Принтер HP LaserJet Pro 400 M401a (1), Принтер Samsung ML-1615 (1), Проектор Acer P1220 DLP 3 D 2700 LUMENS XGA 3000 (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

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.	удовлетворительно

Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. 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.

Вопрос № 1

Калибровка — это:

- 1) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
- 2) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений (+)
- 3) совокупность основополагающих нормативных документов, предназначенных для обеспечения единства измерений с требуемой точностью;

Вопрос № 2

Стандартный образец - это:

- А. специально оформленный образец вещества или материала с метрологически аттестованными значениями некоторых свойств (+)
- Б. контрольный материал полученный из органа проводящего внешний контроль качества измерений

В. проба биоматериала с точно определенными параметрами

Г. все перечисленное верно

Вопрос № 3

Укажите задачи метрологии:

- 1) обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой точностью;
- 2) разработка и совершенствование средств и методов измерений; повышение их точности; (+)
- 3) разработка новой и совершенствование действующей правовой и нормативной базы; (+)
- 4) совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности; (+)
- 5) усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту; (+)
- 6) установление и воспроизведение в виде эталонов единиц измерений. (+)

Вопрос № 4

Как называется единица физической величины в целое число раз больше системной единицы физической величины:

- 1) внесистемная;
- 2) основная;
- 3) дольная;
- 4) кратная; (+)
- 5) производная.

Вопрос № 5

Укажите, сколько основных единиц в системе СИ:

- а) три;
- б) пять;
- в) четыре;
- г) семь. (+)

Вопрос № 6

Чем допуск больше, тем требования к точности обработки детали:

- 1) меньше (+)
- 2) больше

Вопрос № 7

Способ образования посадок, образованных изменением только полей допуска валов при постоянном поле допуска отверстий, называется:

- 1) системой посадки
- 2) системой отверстий (+)
- 3) системой вала

Вопрос № 8

Какие требования предъявляются к эталонам:

- 1) размерность;
- 2) погрешность;
- 3) неизменность; (+)
- 4) точность;
- 5) воспроизводимость; (+)
- 6) сличаемость. (+)

Вопрос № 9

Действительное отклонение – это:

- 1) алгебраическая разность между действительным и номинальным размером (+)
- 2) алгебраическая разность между предельным и номинальным размером
- 3) алгебраическая разность между предельным и действительным размером

Вопрос № 10

Дайте определение понятия «методика измерений»:

- 1) исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;
- 2) совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности; (+)
- 3) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;
- 4) совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины;

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Что называется автоматизированной системой управления тепловыми процессами (АСУ ТП)? Приведите примеры АСУ ТП.
2. Какие требования предъявляются к персоналу АСУ ТП?
3. Из чего состоит комплекс технических средств АСУ ТП? Приведите примеры.
4. Что называется теплотехническим объектом управления? Приведите примеры.
5. Какие функции выполняет АСУ ТП? Поясните каждую функцию.
6. В чем состоят информационные функции АСУ ТП? Приведите примеры.

7. Какие функции, выполняемые АСУ ТП, относятся к управляющим? Приведите примеры.
8. В чем состоят вспомогательные функции АСУ ТП? Приведите примеры.
9. Какое управление называется автоматическим? Приведите примеры из области теплоэнергетики.
10. Какое управление называется ручным? Приведите примеры ручного управления в теплоэнергетике.
11. В чем отличия автоматизированного, автоматического и ручного управления? Приведите примеры этих видов управления.
12. В чем состоит различие между понятиями «управление» и «регулирование»? Приведите примеры управления и регулирования.
13. Как называется техническое устройство, реализующее регулирование? Какие к нему предъявляются требования?
14. Что называется автоматической системой регулирования (АСР)? Приведите примеры АСР для парового котла.
15. Какие параметры характеризуют состояние объекта управления (парового котла)?
16. Что называется возмущениями? Приведите примеры возмущений для парового котла.
17. Для чего при синтезе АСР необходим критерий управления? Приведите примеры критериев управления.
18. Какие задачи решаются при реализации информационных функций АСУТП?
19. Как выполняется контроль температур на паровом котле? Приведите примеры.
20. Как выполняется контроль давлений на паровом котле? Приведите примеры.
21. Как выполняется контроль расходов на паровом котле? Приведите примеры.
22. Из каких преобразователей состоит измерительный канал? Приведите примеры.
23. Какие приборы относятся к регистрирующим? Приведите примеры.
24. Как в АСУТП осуществляется проверка соответствия значений параметров допустимым диапазонам и информирование персонала о выявленных нарушениях? Приведите примеры.
25. Какие параметры относятся к комплексным показателям технологического процесса? Приведите примеры.
26. Перечислите температуры, которые должны измеряться в паровом котле производительностью 10 т/ч с давлением пара 1,37 МПа.
27. Какие основные давления должны измеряться в паровом котле производительностью 10 т/ч с давлением пара 1,37 МПа?
28. Приведите примеры регистрируемых параметров для парового котла производительностью 10 т/ч с давлением пара 1,37 МПа.
29. Какие параметры должны измеряться в питательных трубопроводах котельных?
30. Какие параметры должны контролироваться у атмосферных деаэраторов?
31. Какие параметры должны контролироваться в насосной установке?

32. Какие параметры должны контролироваться в ХВО?
33. Какие задачи решаются при реализации управляющей функции АСУ ТП?
34. Почему многомерная система регулирования режимами работы котельной установки может быть преобразована в относительно независимые одномерные системы? Приведите примеры одномерных систем регулирования.
35. Для чего используется оптимизация статического режима работы котла.
36. Поясните объем оснащения газозвоздушного и водопарового трактов котлов АСР.
37. Объем оснащения установки ХВО АСР.
38. Назначение и принцип действия АСР нагрузки котлов на примере ее функциональной схемы.
39. Назначение и принцип действия АСР подачи воздуха в топку котлов на примере ее функциональной схемы.
40. Поясните с помощью функциональной и структурной схем принцип действия АСР питания котла.
41. Принцип действия АСР разрежения в топке.
42. Поясните принцип действия АСР непрерывной продувки с помощью ее функциональной и структурной схем.
43. Поясните принцип действия АСР давления и уровня атмосферных деаэраторов.
44. Поясните принцип действия АСР температуры прямой сетевой воды.
45. Поясните принцип действия АСР уровня конденсата в пароводяных подогревателях сетевой воды.
46. Поясните принцип действия АСР расхода подпиточной воды в обратный трубопровод теплосети.
47. В чем различие понятий «котельная» и «котельная установка»?
48. Классификация котельных по их назначению. Назначение отопительной котельной.
49. Виды и назначение оборудования, применяющегося на производственно-отопительной котельной.
50. Почему котельные и потребители теплоты делятся на категории?
51. Какие котельные производят технологическое теплоснабжение?
52. Назначение котельной установки. Из каких основных элементов состоит паровой котел серии ДЕ (Е)?
53. Основное и вспомогательное оборудование КУ.
54. Устройство топочной камеры и конвективного газохода парового котла серии ДЕ (Е).
55. Назначение, функции, подсистемы АСУ ТП котельной установки.
56. Как классифицируются котельные по надежности отпуска тепловой энергии?
57. Какие котельные относятся к 1-й категории?

58. На какие категории по надежности теплоснабжения подразделяются потребители теплоты?
59. Какие потребители относятся к 1-й категории?
60. Как выполняется, что и как изображается на принципиальной тепловой схеме КУ?
61. Водопаровой и газозоудушный тракты парового котла серии ДЕ (Е).
62. Виды и назначение продувки парового котла серии ДЕ (Е). Как она практически выполняется?
63. Почему и как утилизируется теплота продувочной воды?
64. Поясните технологию подготовки сетевой воды на цели отопления и ГВС.
65. Что понимается под собственными нуждами КУ? Виды собственных нужд КУ.
66. Конструкция и назначение котлов серии ДЕ (Е).
67. Как конструктивно выполнены экранные поверхности котлов серии ДЕ (Е)?
68. Из каких экранов состоит топчаная камера котлов серии ДЕ (Е)? Каково их конструктивное исполнение?
69. Поясните конструктивное исполнение конвективного газохода котлов серии ДЕ (Е).
70. Как происходит и чем обусловлена циркуляция воды и пароводяной смеси в котлах серии ДЕ (Е)?
71. Назначение, устройство и конструктивное исполнение верхнего и нижнего барабанов котлов серии ДЕ (Е).
72. Назначение, виды, принцип действия и конструктивное исполнение экономайзеров, применяемых совместно с котлами серии ДЕ (Е)?
73. Назначение и устройство сепаратора непрерывной продувки.
74. Назначение, устройство и принцип действия горелки типа ГМ.
75. Назначение и виды дымоудых труб. Их достоинства и недостатки.
76. Назначение и устройство опорной рамы, каркаса и обмуровки котлов серии ДЕ (Е).
77. Назначение, принцип действия и устройство ВПУ для котлов серии ДЕ (Е).
78. Назначение, устройство и принцип действия атмосферного деаэратора.
79. Назначение и устройство деаэрационной колонки атмосферного деаэратора.
80. Назначение, устройство и принцип действия ГРУ.
81. В каких случаях система автоматической защиты прекращает подачу газа в котел?
82. Поясните схему подачи газа в котел.
83. Назначение и виды тягодутьевых машин.
84. Поясните устройство, принцип действия и устройство тягодутьевых машин.

85. Перечислите виды насосов, применяемых в котельных.
86. Поясните принцип действия и устройство центробежных питательных насосов. Назовите их марки.
87. Почему для перекачивания воды в котельной применяются различные марки насосов? Какие это насосы? Назовите их марки.
88. Назначение, устройство и принцип действия конденсатных насосов и конденсатоотводчиков.
89. Назначение, виды, устройство и принцип действия сетевых подогревателей.
90. Назначение, виды, устройство и конструктивное исполнение охладителей конденсата, применяемых совместно с сетевыми подогревателями.
91. Назначение, устройство, принцип действия и конструктивное исполнение кожухотрубных пароводяных и водоводяных рекуперативных теплообменников.