



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДЕНА

методическим советом ИДО
И.о. директора ИДО С.А. Ефимова
«26» декабря 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации**

Оперативное управление объектами тепловой электростанции

Самара 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общая характеристика программы	стр 4
1.1.	Цель реализации программы	стр 4
1.2.	Нормативная правовая база	стр 4
1.3.	Планируемые результаты обучения	стр 4
1.4.	Категория слушателей	стр 5
1.5.	Форма и продолжительность обучения, срок освоения	стр 6
1.6.	Документ о квалификации	стр 6
2.	Организационно-педагогические условия реализации программы	стр 6
2.1.	Кадровое обеспечение	стр 6
2.2.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение программы	стр 6
3.	Содержание программы	стр 7
3.1.	Календарный учебный график	стр 7
3.2.	Учебный план	стр 7
4.	Рабочая программа дисциплин (модулей), формы аттестации и оценочные материалы	стр 8
4.1.	Рабочая программа модуля «Оперативное управление объектами тепловой электростанции»	стр 8
4.1.2.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	стр 9
4.1.3.	Формы аттестации и оценочные материалы	стр 9

1. Общая характеристика программы

1.1. Цель реализации программы

Цель: актуализация и формирование у слушателей необходимых профессиональных знаний и умений соответствующего уровня квалификации в области профессиональной деятельности по оперативному управлению работой смены тепловой электростанции (ТЭС).

1.2. Нормативная правовая база

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.04.2015 № ВК-1013/06 «О направлении методических рекомендаций по реализации дополнительных профессиональных программ» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации дополнительных профессиональных программ с использованием дистанционных образовательных технологий, электронного обучения и в сетевой форме»).

Профессиональный стандарт «Работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2014 года N 1038н.

«Уровни квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов» (приказ Минтруда России от 12.04.2013 № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»).

1.3. Планируемые результаты обучения

Таблица 1.1

Код и наименование компетенции	Нормативный документ (название, реквизиты), на основании которого сформулирована компетенция)
ПК-1. Способность обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханического оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	Профессиональный стандарт «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 607н)
ПК-2. Выполнение простых работ по обеспечению работников по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС стандартами и регламентами деятельности	Профессиональный стандарт «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. N 607н)

Таблица 1.2

ПК-1		
Знания	Умения	Практический опыт
Знать трубопроводы и тепломеханическое оборудование тепловой электростанции и систем теплоснабжения	Уметь обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханического оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	Владеть навыками выполнения работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханического оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения
ПК-2		
Знания	Умения	Практический опыт
Основы тепломеханики,	Выполнять чертежи и	Внесение изменений в тепловые,

электротехники, гидравлики; технологический процесс производства тепловой и электрической энергии	читать тепловые, электрические и другие технологические схемы	электрические и другие технологические схемы обслуживаемых объектов по указанию руководителя или инженера более высокой квалификации. Выполнение чертежей тепловых, электрических и других технологических схем
---	---	---

1.4. Категория слушателей

Требования к слушателю программы:

уровень образования среднее профессиональное или высшее образование; характеристика опыта профессиональной деятельности:

- работники организаций по генерации, распределению и потреблению тепловой и электрической энергии без предъявления требований к опыту работы;
- иные слушатели, заинтересованные в совершенствовании компетенций в сфере теплоэнергетики - без предъявления требований к опыту руководящей работы.

1.5. Форма и продолжительность обучения, срок освоения

Форма обучения: очно-заочная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Срок освоения: 72 часа. Программой предусматривается проведение 36 академических часов аудиторной работы, из них: 24 часа – лекции, 12 часов – практические занятия. Для закрепления пройденного материала слушатели выполняют самостоятельную работу – 34 часа. Итоговая аттестация проводится в формате тестирования (2 часа).

Продолжительность обучения: 1 месяц (4 недели).

1.6. Документ о квалификации

Обучающимся, успешно освоившим программу, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается профессорско-преподавательским составом СамГТУ. Реализация программы обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю модуля, и систематически занимающимися научно-методической деятельностью.

Таблица 2.1

ФИО преподавателя / ведущего специалиста	Специальность, присвоенная квалификация по диплому	Место работы, должность (основное место работы)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Наименование преподаваемой дисциплины (модуля), практики/стажировки / темы / раздела ...
Кудинов Анатолий Александрович	Инженер-теплоэнергетик по промышленным теплоэнергетическим системам	ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», профессор кафедры «ТЭС»	Д.т.н., профессор	Тепловые электрические станции. Энергетические показатели тепловых электростанций. Параметры пара, промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Топливное хозяйство, очистка уходящих газов и золоудаление на тепловых электростанциях

				главного корпуса и генеральный план тепловой электростанции
Зиганшина Светлана Камилловна	Магистр по направлению «Строительство»	ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», профессор кафедры «ТЭС»	Д.т.н., доцент	Балансы пара и воды на ТЭС. Отпуск технологического пара и теплоты от ТЭЦ. Техническое водоснабжение тепловой электростанции.
Хусаинов Кирилл Русланович	Инженер по специальности «Тепловые электрические станции»	ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доцент кафедры «ТЭС»	К.т.н.	Режимы работы и энергетические характеристики оборудования тепловых электростанций.
Авинов Владимир Владимирович	Инженер по специальности «Тепловые электрические станции»	ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», ст. преподаватель кафедры «ТЭС»	-	Трубопроводы и тепловые схемы тепловых электростанций.

2.2. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение программы

Для проведения аудиторных занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть Интернет и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ.

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Губарев А.Ю. Паротурбинные установки тепловых электрических станций: учебное пособие / А.Ю. Губарев; Самарский государственный технический университет, Тепловые электрические станции.- Самара, 2021.- 104 с.

2. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Практикум: учеб. пособие / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2017.- 96 с.

3. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции: схемы и оборудование: учеб.пособие / А.А. Кудинов.- М., Инфра-М, 2014. - 324 с.

4. Шелудько Л.П. Выбор оборудования и расчет тепловой схемы ТЭЦ с турбинами типа ПТ и Р: Учеб. пособие / Л.П. Шелудько, А.Ю.Абрамова, Г.И. Шамурина; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2007. - 64 с.

3. Содержание программы

3.1. Календарный учебный график

ЛЗ – лекционные занятия
 ПЗ – практические занятия;
 СР – самостоятельная работа;
 ИА – итоговая аттестация

Таблица 3.1

Виды занятий	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	Итого часов
ЛЗ	6	6	6	6	24
ПЗ	2	4	4	2	12
ЛР	-	-	-	-	-
СР	8	8	8	10	34
ПА	-	-	-	-	-
ИА	-	-	-	2	2
Всего часов					72

3.2. Учебный план

Учебный план

Таблица 3.2

N п/п	Наименование дисциплины (модуля), раздела / практики (стажировки)	Всего (ч)	ЛЗ (ч)	ЛЗ (эл.ч)	ПЗ (ч)	ПЗ (эл.ч)	ЛР (ч)	СР (ч)	Форма ПА	Форма ИА	Код компетенции
1	Тепловые электрические станции. Энергетические показатели тепловых электростанций.	10	-	4	-	2	-	4	-	-	ПК-1 ПК-2
2	Параметры пара, промежуточный перегрев пара.	8	-	2	-	2	-	4	-	-	ПК-1
3	Регенеративный подогрев питательной воды.	8	-	2	-	2	-	4	-	-	ПК-1
4	Балансы пара и воды на ТЭС. Отпуск технологического пара и теплоты от ТЭЦ.	10	-	4	-	2	-	4	-	-	ПК-1
5	Режимы работы и энергетические характеристики оборудования тепловых электростанций.	6	-	2	-	-	-	4	-	-	ПК-1 ПК-2
6	Топливное хозяйство, очистка уходящих газов и золоудаление на ТЭС.	6	-	2	-	-	-	4	-	-	ПК-1 ПК-2
7	Трубопроводы и тепловые схемы тепловых электростанций.	10	-	4	-	2	-	4	-	-	ПК-1 ПК-2
8	Компоновка главного корпуса и генеральный план тепловой электростанции.	4	-	2	-	-	-	2	-	-	ПК-1 ПК-2
9	Техническое водоснабжение тепловой электростанции.	8	-	2	-	2	-	4	-	-	ПК-1
10	Итоговая аттестация	2								Тест	ПК-1 ПК-2
	Итого часов	72		24		12		34		2	

4. Рабочая программа дисциплин (модулей), формы аттестации и оценочные материалы

4.1. Рабочая программа модуля «Оперативное управление объектами тепловой электростанции»

Таблица 4.1

Номер раздела и его наименование	Содержание раздела	ЛЗ / ч	ПЗ / ч	СР / ч	Форма ПА / ч
1. Тепловые электрические станции. Энергетические показатели тепловых электростанций.	Классификация ТЭС. Энергетические ресурсы. Потребление энергии и графики нагрузок. КПД конденсационной электростанции. Основные составляющие абсолютного КПД станции. Расходы пара, теплоты и топлива на КЭС. Построение процесса расширения пара в турбине. Построение процесса расширения пара в конденсационной и теплофикационной турбинах. Энергетические показатели теплоэлектроцентрали. Расходы пара, теплоты на теплофикационные турбины. КПД по производству электроэнергии и теплоты. Сравнение КПД теплофикационной и конденсационной турбин. Сравнение комбинированного и отдельного производства электрической и тепловой энергии.	4	2	4	-
2. Параметры пара, промежуточный перегрев пара.	Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность конденсационных турбин. Сопряженные начальные параметры пара. Влияние конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС. Способы промежуточного перегрева пара. Особенности промежуточного перегрева пара на ТЭЦ. Цикл Ренкина паросиловой установки с промежуточным перегревом пара в T, s и h, s - диаграммах.	2	2	4	-
3. Регенеративный подогрев питательной воды.	Общая характеристика регенеративного подогрева воды и его энергетическая эффективность. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Распределение регенеративного подогрева питательной воды по ступеням. Пароохладители и охладители дренажа в схеме регенеративного подогрева воды. Схемы включения пароохладителей и охладителей дренажа на блоках ТЭЦ. Регенеративные подогреватели смешивающего типа. Регенеративные подогреватели поверхностного типа.	2	2	4	-
4. Балансы пара и воды на ТЭС. Отпуск технологического пара и теплоты от ТЭЦ.	Балансы пара и воды на КЭС и ТЭЦ. Классификация вод, используемых на ТЭЦ. Добавочная вода цикла ТЭС и требования к ней. Способы подготовки добавочной воды цикла на КЭС и ТЭЦ. Потребители технологического пара. Отпуск пара от турбин с противодавлением и турбин типа ПТ. Применение паропреобразовательной установки. Отпуск теплоты на отопление, вентиляцию и бытовые нужды. Покрытие отопительной нагрузки от ТЭЦ. Коэффициент теплофикации. Схемы подогрева сетевой воды на ТЭЦ.	4	2	4	-
5. Режимы работы и энергетические характеристики оборудования тепловых электростанций.	Энергетическая характеристика конденсационной турбоустановки. Зависимость КПД конденсационной турбоустановки от нагрузки. Турбоустановка с одним регулируемым отбором пара. Практическое применение диаграммы режимов турбоустановки с одним регулируемым отбором пара. Турбоустановка с двумя регулируемыми отборами пара. Практическое применение диаграммы режимов турбоустановки с двумя регулируемым отбором пара.	2	-	4	-
6. Топливное хозяйство, очистка уходящих газов и	Принципиальная схема топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе. Оборудование топливного хозяйства. Склады топлива. Общая характеристика и	2	-	4	-

Номер раздела и его наименование	Содержание раздела	ЛЗ / ч	ПЗ / ч	СР / ч	Форма ПА / ч
золоудаление натепловых электростанций.	схема мазутного хозяйства. Оборудование мазутного хозяйства. Схема газового хозяйства и его оборудование Назначение и устройство ГРП. Золоуловители: сухие и мокрые инерционные аппараты, электрофильтры. Системы золоудаления.				
7. Трубопроводы и тепловые схемы тепловых электростанций.	Назначение ПТС, основные положения по составлению ПТС КЭС. Методика расчета принципиальной тепловой схемы КЭС. Пример принципиальной тепловой схемы КЭС. Назначение и методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. Назначение и содержание развернутой тепловой схемы ТЭС. Пример полной тепловой схемы ТЭЦ. Схемы главных паропроводов КЭС и ТЭЦ. Арматура, защитные устройства и тепловая изоляция трубопроводов. Опоры, подвески, компенсаторы, окраска трубопроводов. Дренажирование трубопроводов.	4	2	4	-
8. Компоновка главного корпуса и генеральный план тепловой электростанции.	Состав главного корпуса. Типы компоновок главного корпуса ТЭС. Компоновка оборудования в помещении парогенераторов и турбинном отделении. Выбор основного оборудования ТЭС. Вспомогательное тепловое оборудование турбинной установки. Требования к площадке для строительства ТЭС. Оценка использования территории ТЭС. Требования к генплану ТЭС и их реализация.	2	-	2	-
9. Техническое водоснабжение тепловой электростанции.	Источники и системы водоснабжения тепловой электростанции. Расход воды на конденсатор турбины. Кратность охлаждения. Расход воды на подпитку системы циркуляционного водоснабжения тепловой электростанции. Классификация систем водоснабжения. Прямоточная система циркуляционного водоснабжения. Обратное водоснабжение с прудами-охладителями. Обратное водоснабжение с градирнями испарительного типа. Обратное водоснабжение с сухими градирнями Геллера-Форго.	2	2	4	-

4.1.2. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения аудиторных занятий, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть Интернет и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ.

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Губарев А.Ю. Паротурбинные установки тепловых электрических станций: учебное пособие / А.Ю. Губарев; Самарский государственный технический университет, Тепловые электрические станции.- Самара, 2021. - 104 с.

2. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Практикум: учеб. пособие / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2017. - 96 с.

3. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции: схемы и оборудование: учеб.пособие / А.А. Кудинов.- М., Инфра-М, 2014. - 324 с.

4. Шелудько Л.П. Выбор оборудования и расчет тепловой схемы ТЭЦ с турбинами типа ПТ и Р: Учеб. пособие / Л.П. Шелудько, А.Ю.Абрамова, Г.И.

4.1.3. Формы аттестации и оценочные материалы

Итоговый контроль успеваемости осуществляется по итогам освоения программы в форме тестирования на проверку знаний по темам программы. Тест состоит из 30 вопросов. Результаты тестирования оцениваются по 100-балльной шкале (проценты правильных ответов). Пороговое значение положительного прохождения теста – 60 баллов. «Зачтено» – обучающийся дал правильные ответы на 60% и более вопросов. «Не зачтено» – обучающийся дал правильные ответы менее чем на 60% вопросов.

Типовой образец теста

1. Назовите основное отличие тепловой схемы КЭС от схемы ТЭЦ.
 - а) тепловая схема КЭС содержит регенеративные подогреватели высокого давления;
 - б) тепловая схема КЭС не содержит регенеративные подогреватели низкого давления;
 - в) тепловая схема КЭС не содержит сетевые подогреватели;
 - г) конденсатор в тепловой схеме КЭС подключен после первого регенеративного подогревателя низкого давления.

2. Какая разница между КПД «брутто» и «нетто» электростанции?
 - а) КПД «брутто» не учитывает расход энергии на собственные нужды;
 - б) КПД «брутто» учитывает расход энергии на собственные нужды;
 - в) КПД «нетто» не учитывает расход энергии на собственные нужды;
 - г) КПД «нетто» учитывает расход энергии на собственные нужды.

3. Какие агрегаты входят в состав ТЭЦ?
 - а) турбокомпрессор, энергетический котёл, паровая турбина;
 - б) энергетический котёл, паровая турбина, электрогенератор, сетевые подогреватели;
 - в) водогрейный котёл, паровая турбина, электрогенератор, сетевые подогреватели;
 - г) турбокомпрессор, камера сгорания, котел-утилизатор, паровая турбина.

4. Работу какой установки характеризует цикл Ренкина?
 - а) паросиловой установки;
 - б) паротурбинной установки;
 - в) парового энергетического котла;
 - г) тепловой электрической станции.

5. В чем заключаются положительные качества повышения начального давления водяного пара на ТЭС?
 - а) снижается средняя температура подвода теплоты в энергетическом котле;
 - б) повышаются теплоперепад отработавшего в турбине пара и мощность турбины;
 - в) повышается конечная влажность отработавшего в турбине пара;
 - г) уменьшается степень сухости отработавшего в турбине пара.

6. В чем заключаются положительные качества повышения начальной температуры водяного пара на ТЭС?
- а) снижаются потери теплоты в конденсаторе паровой турбины;
 - б) уменьшается полезная работа цикла Ренкина;
 - в) возрастают теплоперепад и степень сухости пара, КПД турбины;
 - г) уменьшается степень сухости отработавшего в турбине пара.
7. К какой категории относятся «главные» трубопроводы подачи пара на турбоагрегаты?
- а) первой;
 - б) второй;
 - в) третьей;
 - г) четвертой.
8. В чем заключается термический способ подготовки добавочной воды на ТЭС?
- а) деаэрация питательной воды испарителей и паропреобразователей;
 - б) установка испарителей и паропреобразователей;
 - в) установка испарителей, питаемых паром из регенеративных отборов турбины, конденсация пара испарителей в регенеративных подогревателях;
 - г) получение дистиллята для компенсации потерь сетевой воды.
9. Какие установки являются газотурбинными (ГТУ)?
- а) установки, реализующие цикл Ренкина;
 - б) установки, реализующие цикл Брайтона;
 - в) установки, реализующие цикл Карно;
 - г) установки, реализующие цикл Тринклера.
10. По какому циклу работают парогазовые установки утилизационного типа (ПГУ-У)?
- а) ПГУ-У работают по циклу Карно;
 - б) ПГУ-У работают по циклу Ренкина с промперегревом водяного пара;
 - в) ПГУ-У работают по циклу Брайтона с регенерацией;
 - г) ПГУ-У работают по циклу Брайтона-Ренкина.
11. После какого агрегата двухконтурной ПГУ осуществляется разделение воды на контур высокого и низкого давления?
- а) конденсатора паровой турбины;
 - б) деаэратора;
 - в) барабана испарителя низкого давления;
 - г) выносного газового подогревателя конденсата.
12. В чем заключаются положительные качества понижения конечного давления отработавшего в турбине водяного пара на ТЭС?
- а) возрастают потери теплоты в конденсаторе паровой турбины;
 - б) уменьшается полезная работа цикла Ренкина;
 - в) возрастает теплоперепад отработавшего в турбине пара и КПД турбины;
 - г) повышается степень сухости отработавшего в турбине пара.

13. Какой будет величина удельного расхода условного топлива на производство электроэнергии КЭС, если электрический КПД турбоустановки равен 100%?

- а) 123 г.у.т /Гкал;
- б) 123 г.у.т/(кВт·ч);
- в) 240 г.у.т/(кВт·ч);
- г) 315 г.у.т/(кВт·ч).

14. Назовите преимущества комбинированного производства электрической и тепловой энергии на ТЭЦ по сравнению с их отдельным производством на КЭС и в КНД.

- а) меньше капитальные затраты в оборудование котла и турбины;
- б) уменьшаются расходы топлива в котле и водяного пара на турбину;
- в) сокращается расход органического топлива, сжигаемого в котле;
- г) снижаются потери теплоты в конденсаторе турбины и расход топлива, сжигаемого в котле.

15. В каких подогревателях на ТЭЦ, производится подогрев воды, используемой в качестве теплоносителя в системах теплоснабжения?

- а) в регенеративных подогревателях;
- б) в подогревателях сырой воды;
- в) в сетевых подогревателях;
- г) в испарительных установках.

16. Какой водой производится восполнение потерь пара и конденсата в цикле ТЭС?

- а) умягченной деаэрированной водой;
- б) обессоленной водой;
- в) конденсатом греющего пара сетевых подогревателей;
- г) конденсатом греющего пара регенеративных подогревателей.

17. Какой показатель наиболее полно характеризует эффективность комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на ТЭЦ?

- а) коэффициент недовыработки электроэнергии на тепловом потреблении;
- б) удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии;
- в) удельный расход условного топлива на выработку тепловой энергии;
- г) удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.

18. Какие четыре обязательных элемента включает в себя конденсационная паротурбинная электростанция?

- а) энергетический котел, эжектор, турбогенератор, компрессор;
- б) энергетический котел, турбоагрегат, конденсатор, питательный насос;
- в) конденсатор, питательный насос, тепловой двигатель, парогенератор;
- г) турбину, регенеративный подогреватель, деаэратор, энергетический котел.

19. Какой водой производится подпитка тепловой сети?

- а) умягченной деаэрированной водой;
- б) обессоленной водой;
- в) водопроводной водой;
- г) конденсатом греющего пара сетевых подогревателей.

20. Укажите положительные качества промежуточного перегрева водяного пара на ТЭС.

- а) повышается удельная мощность турбины;
- б) уменьшаются конечная влажность пара и удельный расход топлива;
- в) снижается удельный расход топлива;
- г) уменьшается конечная влажность пара.

21. Укажите формулу, по которой рассчитывается кратность охлаждения m конденсатора паровой турбины.

- а) $m = G_{\text{ОВ}}/D_{\text{к}}$;
- б) $m = D_{\text{к}}/G_{\text{ОВ}}$;
- в) $m = D_{\text{к}}/D_0$;
- г) $m = G_{\text{ОВ}}/D_0$.

22. Укажите поверхности нагрева по ходу газов в одноконтурном котле-утилизаторе парогазовой установки.

- а) пароперегреватель, испаритель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель;
- б) пароперегреватель, испаритель, водяной экономайзер;
- в) пароперегреватель, испаритель, водяной экономайзер, газовый подогреватель конденсата;
- г) испаритель, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель.

23. Почему применение регенеративного подогрева питательной воды повышает экономичность ТЭС?

- а) сокращается удельный расход органического топлива;
- б) повышается температура питательной воды и температура уходящих газов котла;
- в) уменьшаются конечная влажность пара и удельный расход топлива.
- г) уменьшаются потери теплоты в конденсаторе и снижается расход топлива.

24. Назовите основные отличия башенных градирен ТЭС от пленочных.

- а) меньшее аэродинамическое сопротивление вытяжной башни градирни;
- б) повышенный унос циркуляционной воды воздухом из вытяжной башни градирни;
- в) лучшие технические и экономические показатели;
- г) меньшее загрязнение циркуляционной воды солями металлов и механическими примесями.

25. Для каких целей на трубопроводах устанавливают компенсаторы?

- а) для понижения гидравлического сопротивления трубопровода;
- б) для компенсации удлинения трубопровода и возникающих в нем температурных напряжений;
- в) для снижения давления теплоносителя, движущегося в трубопроводе;
- г) для снижения давления и температуры теплоносителя, движущегося в трубопроводе.

26. В зависимости от способа создания поверхности контакта деаэрируемой воды с греющим паром деаэраторы бывают:

- а) атмосферные и повышенного давления;

- б) деаэраторы-подогреватели и деаэраторы перегретой воды;
- в) вакуумные деаэраторы горизонтального и вертикального типов;
- г) пленочные, капельные, струйные, струйно-барботажные.

27. Суммарная концентрация в воде каких ионов, выраженная в эквивалентных единицах, определяет общую жесткость воды J_0 ?

- а) PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , OH^- , NO_3^- ;
- б) Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- в) Fe^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} ;
- г) Ca^{2+} , Mg^{2+} .

28. Регенерацию Na-катионитных фильтров осуществляют раствором:

- а) 1,0-1,5% H_2SO_4 ;
- б) 2% NaOH ;
- в) 1,5% NH_4Cl ;
- г) 6-10% NaCl .

29. Имеются ли потери циркуляционной воды в системе обратного циркуляционного водоснабжения с градирней испарительного типа?

- а) да, за счет продувки системы;
- б) да, за счет продувки системы и испарения части циркуляционной воды;
- в) да, за счет продувки системы, капельного уноса и испарения части циркуляционной воды;
- г) потери циркуляционной воды в системе отсутствуют.

30. Для удаления свободной углекислоты из обрабатываемой воды на водоподготовительных установках ТЭС предусматривают:

- а) фильтры механические;
- б) ионообменные фильтры смешанного действия;
- в) фильтры катионитные;
- г) декарбонизаторы.