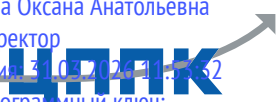


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Чанышева Оксана Анатольевна
Должность: Директор
Дата подписания: 31.05.2026 10:11:52
Уникальный программный ключ:
1473121deb7e9f15c2d64846204f926bf9a29aea



**Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Центр профессиональной подготовки кадров»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор АНО ДПО «ЦППК»

_____ О.А. Чанышева
_____ 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Программа профессиональной переподготовки

**«Работник по оперативно-технологическому управлению
объектами тепловой электростанции»**

г. Уфа

2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	3
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	7
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	8
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ТЕМ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ.....	10
5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.	23
Приложение № 1.	25
Приложение № 2.	26

АННОТАЦИЯ

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции» предназначена для подготовки специалистов, обеспечивающих оперативное управление сложными технологическими процессами на ТЭС, и актуализации знаний при эксплуатации высокотехнологичных энергоблоков под управлением автоматизированных систем (АСУ ТП), изучении режимов работы в условиях глубокого маневрирования мощностью и интеграции цифровых двойников для оптимизации процессов горения и парообразования.

Предназначена для лиц:

- начальники смен станций и цехов;
- старшие машинисты и машинисты энергоблоков, котлов и турбин;
- инженеры производственно-технических отделов, курирующие оперативную эксплуатацию;
- специалисты диспетчерских служб генерирующих компаний;
- резерв на замещение должностей оперативного руководящего состава.

Нормативный срок освоения программы 256 часов при очно/заочной форме обучения, с применением дистанционных образовательных технологий.

Разработчик: Лукманов Р.М.
Ф.И.О. преподавателя

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции» (далее Программа) разработана АНО ДПО «ЦППК» в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 марта 2025 г. N 266 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», в соответствии с Профессиональным стандартом «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции», утвержденному приказом Минтруда России от 09.07.2025 N 431н, (Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 12 августа 2025 года, регистрационный № 83180), с учетом требований Заказчика.

Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

Цель и планируемые результаты обучения:

В соответствии Профессиональным стандартом «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции», целью обучения слушателей является: безопасная, надежная и экономичная эксплуатация энергооборудования ТЭС, выполнение диспетчерского графика электрической и тепловой нагрузки, бесперебойное энергоснабжение и теплоснабжение потребителей, поддержание нормативного качества отпускаемой энергии.

В соответствии Профессиональным стандартом «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции» в результате освоения дополнительной профессиональной программы, слушатели должны **знать**:

- требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты, регламентирующие деятельность по трудовой функции;
- схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации оборудования, сооружений и устройств, технологических систем цеха (подразделения) ТЭС в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы;
- принцип работы, места установки, назначение общестанционного оборудования ТЭС и оборудования, находящегося в ведении других подразделений, технологически связанного с оборудованием цеха (подразделения);
- территориальное расположение основного и вспомогательного оборудования цеха (подразделения) ТЭС и коммутационной аппаратуры, установленной по всем цехам (подразделениям) и помещениям ТЭС;
- принцип работы, схемы подключения, размещение измерительных приборов и датчиков, установленных в электрическом цехе (подразделении);

- назначение и принцип действия устройств релейной защиты и автоматики, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на оборудовании цеха (подразделения) ТЭС;
- принцип построения автоматизированной системы управления технологическим процессом АСУ ТП ТЭС, правила эксплуатации установленных в электрическом цехе (подразделении) средств программно-технического комплекса АСУ ТП, автоматизированной системы диспетчерского управления АСУ ТП и других автоматизированных систем управления;
- характерные неисправности и повреждения оборудования цеха (подразделения) ТЭС и устройств, способы их определения и устранения;
- текстовые редакторы и табличные процессоры: виды, основные возможности, порядок работы в них;
- приемы и правила оформления текстовых документов и таблиц с использованием текстовых процессоров и электронных таблиц;
- системы управления базами данных: виды, основные возможности, порядок редактирования данных;
- должностные и производственные инструкции оперативного персонала цеха (подразделения) ТЭС;
- стандарты и положения по ведению документации на рабочих местах оперативного персонала цеха (подразделения) ТЭС;
- схемы питания собственных нужд цеха (подразделения) ТЭС;
- принцип работы, схемы подключения, размещение измерительных приборов и датчиков, установленных в электрическом цехе (подразделении);
- назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на оборудовании цеха (подразделения) ТЭС;
- правила выполнения оперативно-технологических переключений и инструкции по их выполнению;
- правила вывода оборудования из работы и резерва и ввода оборудования цеха (подразделения) ТЭС в работу;
- порядок ведения оперативных переговоров с оперативным и (или) диспетчерским персоналом.

В результате освоения дополнительной профессиональной программы, слушатели должны уметь:

- планировать работы оперативного персонала смены цеха (подразделения);
- ставить задачи с учетом должностных обязанностей и квалификации работников смены цеха (подразделения);
- работать с персональным компьютером, используемым в организации программным обеспечением, современными средствами связи;
- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой на уровне пользователя;
- использовать специализированное программное обеспечение в области оперативно-технологического управления ТЭС;
- вносить данные в соответствующие учетные регистры, базы данных, обеспечивать их хранение и передачу пользователям информации;

- использовать в работе нормативные правовые акты, стандарты и техническую документацию по организации оперативно-технологического управления, анализировать научно-техническую информацию, необходимую для выполнения работ;
- оформлять оперативно-технологическую и эксплуатационную документацию;
- определять отклонения (нарушения) в работе оборудования цеха (подразделения) ТЭС.

В ходе освоения ДПП слушателем совершенствуются следующие **профессиональные компетенции** согласно Профессионального стандарта «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции»:

- Оперативно-технологическое управление работой смены электрического цеха (подразделения) тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены котельного цеха (подразделения) тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены турбинного (парогазотурбинного) цеха (подразделения) тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены пылеприготовительного цеха (подразделения) тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены цеха (подразделения) топливоподачи тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены химического цеха (подразделения) тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены цеха (подразделения) тепловой автоматики и измерений тепловой электростанции
- Оперативно-технологическое управление работой смены тепловой электростанции

Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, присваивается квалификация с правом работы в сфере электроэнергетики.

К освоению дополнительной профессиональной программы допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование

Трудоемкость обучения

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе составляет 256 часов.

Форма обучения

Форма обучения очно/заочная, с применением дистанционных образовательных технологий.

В очной части обучения используются следующие интерактивные методы: лекции, выполнение аттестационной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

Заочная часть программы обучения проводится на базе автоматизированной информационной системы "Компетенция", (далее АИС Компетенция) состоящей в реестре отечественного ПО, (реестровая запись №18664). Платформа позволяет организовать обучение персонала без отрыва от производства, отслеживать прогресс обучения, формировать отчеты. Платформа доступна в режиме 24/7, адаптирована под мобильные устройства.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем, модулей	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Лекция	Прак. занятия	
1	Модуль 1. Базовый курс	96	88	8	
1.1.	Экономика	8	8	-	
1.2.	Охрана труда	8	8	-	
1.3.	Промышленная безопасность	8	8	-	
1.4.	Инженерная графика	8	8	-	
1.5.	Электротехника и электроника	8	8	-	
1.6.	Техническая механика	8	8	-	
1.7.	Материаловедение	8	8	-	
1.8.	Метрология, стандартизация и сертификация	8	8	-	
1.9.	Информационные технологии в профессиональной деятельности	8	8	-	
1.10.	Безопасность жизнедеятельности	8	8	-	
1.11.	Теплоэнергетика и теплотехника	8	8	-	
1.12.	Промежуточная аттестация	8	-	8	Тестирование
2	Модуль 2. Специальный курс	112	104	8	
2.1	Тепловые электрические станции	16	16	-	
2.2	Турбины тепловых электростанций	16	16	-	
2.3	Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций	16	16	-	
2.4	Котельные установки и парогенераторы	16	16	-	
2.5	Электрическая часть тепловых электростанций	16	16	-	
2.6	Автоматизация энергетических установок ТЭС	8	8	-	
2.7	Режимы работы и эксплуатации ТЭС	8	8	-	
2.8	Организация и управление работами коллектива исполнителей	8	8	-	
2.9	Промежуточная аттестация	8	-	8	Тестирование
3	Модуль 3. Итоговая аттестационная работа	40	-	8	
3.1	Итоговая аттестационная работа	32	-	32	Зачет
3.2	Консультация	8	-	8	
4	Итоговая аттестация	8	-	8	
4.1	Итоговая аттестация	8	-	8	Квалификационный экзамен
	ИТОГО	256	192	64	

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК¹

Наименование разделов (модулей) и тем ²	Кол-во часов	Количество дней																																	
		д1	д2	д3	д4	д5	д6	д7	д8	д9	д10	д11	д12	д13	д14	д15	д16	д17	д18	д19	д20	д21	д22	д23	д24	д25	д26	д27	д28	д29	д30	д31	д32		
Основы экономики	8	■																																	
Охрана труда	8		■																																
Промышленная безопасность	8			■																															
Инженерная графика	8				■																														
Электротехника и электроника	8					■																													
Техническая механика	8						■																												
Материаловедение	8							■																											
Метрология, стандартизация и сертификация	8								■																										
Информационные технологии в профессиональной деятельности	8									■																									
Безопасность жизнедеятельности	8										■																								
Теплоэнергетика и теплотехника	8											■																							
Промежуточная аттестация	8												■																						
Тепловые электрические станции	16													■	■																				
Турбины тепловых электростанций	16															■	■																		
Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций	16																	■	■																
Котельные установки и парогенераторы	16																			■	■														
Электрическая часть тепловых электростанций	16																					■	■												
Автоматизация энергетических установок ТЭС	8																																		
Режимы работы и эксплуатации ТЭС	8																																		

¹ Календарный учебный график может уточняться в расписании занятий с учетом рекомендаций заказчика образовательных программ (без изменения объема часов разделов, тем).

² Содержание разделов (модулей) и тем в календарном учебном графике должно включать все разделы (модули) и темы, указанные в учебном плане.

4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ТЕМ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

МОДУЛЬ 1. БАЗОВЫЙ КУРС

Тема 1.1. Экономика

Процесс труда. Производительные силы и экономические отношения. Понятие труда, предмет труда, сырьё, средства труда, рабочая сила. Взаимодействие между рабочей силой и средствами производств. Организационно-экономические отношения. Социально-экономические отношения. Собственность. Экономические законы и экономические категории. Основы теории рыночной экономики. Виды собственности и формы хозяйствования. Товар, его свойства и функциональная форма. Формирование стоимости товара и услуг. Деньги – развитая форма товарных отношений. Функция денег. Функции рынка. Элементы рыночной экономики. Формирование рыночного механизма. Структура, виды рынка. Модели рыночной экономики. Рыночная конкуренция. Монопольные цены.

Тема 1.2. Охраны труда

Основные понятия и задачи охраны труда. Принципы обеспечения охраны труда как системы мероприятий. Правовые основы охраны труда. Государственное регулирование в сфере охраны труда. Обязанности и ответственность работников по соблюдению требований охраны труда и трудового распорядка. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда. Социальное партнерство. Организация обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. Основы профилактики профессиональной заболеваемости. Основные требования по расследованию и учету несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Возмещение вреда, причиненного повреждению здоровья. Возмещение вреда, причиненного повреждению здоровья. Обеспечение средствами защиты от действия опасных и вредных производственных факторов. Классификация опасных и вредных производственных факторов, действие на организм человека, ПДУ, ПДН, ПДК, классы условий труда. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Классификация, назначение. Порядок обеспечения, применения, содержания в исправном состоянии.

Тема 1.3. Промышленная безопасность

Российское законодательство в области промышленной и экологической безопасности и в смежных отраслях права. Правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Конституция Российской Федерации, Федеральные законы «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об охране окружающей среды». Регистрация опасных производственных объектов. Нормативные документы по регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре. Критерии отнесения объектов к области опасных производственных объектов. Требования к организациям, эксплуатирующим опасные производственные объекты, в части регистрации объектов в государственном реестре. Идентификация опасных производственных объектов для их регулирования в государственном реестре. Требования к регистрации объектов. Обязанности организаций в обеспечении промышленной безопасности. Ответственность за нарушение законодательства в области промышленной безопасности. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. Порядок расследования причин аварии и несчастных случаев на опасных производственных объектах. Порядок представления, регистрации и анализа информации об авариях, несчастных случаях, инцидентах и утратах взрывных материалов. Обобщение причин аварий и несчастных случаев. Правовые основы технического расследования причин аварии на опасных производственных

объектах. Нормативные документы, регламентирующие порядок расследования причин аварий и несчастных случаев на производственных объектах. Порядок проведения технического расследования причин аварии и оформления акта технического расследования причин аварии. Оформление документов по расходованию средств, связанных с учетом органов Ростехнадзора в техническом расследовании причин аварии на опасных производственных объектах. Порядок расследования и учета несчастных случаев на опасных производственных объектах. Порядок подготовки и аттестации работников организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Ростехнадзору. Нормативные правовые акты, регулирующие вопросы подготовки и аттестации по промышленной безопасности. Проведение подготовки по промышленной безопасности работников опасных производственных объектов. Организация проведения аттестации, аттестация и проверка знаний работников опасных производственных объектов.

Тема 1.4. Инженерная графика

Роль чертежей в производстве. Чертеж детали и его назначения. Масштабы. Линия чертежа. Расположение проекции на чертеже на чертеже. Нанесение размеров и предельных отклонений. Сечения, разрезы, линии обрыва и их обозначения. Штриховка в разрезах и сечениях. Условные обозначения на чертежах основных типов резьбы, зубчатых колес, пружин, болтов, валов, гаек и т.д. Сборочный чертеж и его назначение. Спецификация. Нанесение размеров и обозначение посадок. Обозначение и изображение сварочных швов, заклепочных соединений и др. Понятие о кинематических схемах. Условное обозначение типов деталей и узлов на кинематических схемах. Схемы, их виды и классификация. Понятие о кинематических, гидравлических, пневматических и монтажных схемах; условные обозначения на них. Условные обозначения на электрических схемах. Принципиальные развернутые и монтажные схемы. Общие правила расположения элементов, обозначения состояния аппаратов и т.п. Правила чтения электрических схем.

Тема 2. Электротехника и электроника

Электрический ток. Сведения об электрическом токе. Параметры электрического тока. Единицы измерения напряжения и силы тока. Постоянный и переменный ток. Закон Ома. Действие электрического тока. Использование электрической энергии в промышленности. Электрические цепи. Основные параметры электрической цепи. Схемы электрических цепей постоянного тока. Законы Ома и Кирхгофа. Методы расчета неразветвленных и разветвленных электрических цепей. Расчет электрических цепей постоянного тока со смешанным соединением потребителей и источников электрической энергии. Расчет сечения проводов на нагрев и потерю напряжения. Преобразование химической энергии в электрическую. Химические источники электрической энергии (аккумуляторы). Нелинейные цепи. Нелинейные элементы в электрической цепи, их вольтамперные характеристики. Понятие о графическом методе расчета нелинейных цепей по вольтамперным характеристикам. Электромагнетизм и магнитные цепи. Основные характеристики магнитного поля. Магнитный поток. Закон полного тока и магнитодвижущая сила. Ферромагнетики. Кривые намагничивания и петля гистерезиса. Магнитная цепь и ее расчет. Взаимодействие тока и магнитного поля. Использование явления электромагнитной индукции для получения ЭДС (понятие о генераторах). Вихревые токи. Потокосцепление. Индуктивность. Условия возникновения ЭДС самоиндукции. Величина и направление ЭДС самоиндукции. Взаимоиндукция. Понятие о принципе действия трансформатора. Получение переменного тока. Параметры переменного тока. Простейшие цепи переменного тока. Векторные диаграммы. Цепь переменного тока с последовательным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Временные и векторные

диаграммы. Треугольники напряжений и сопротивлений. Закон Ома. Расчет последовательности цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Мощность в цепях переменного тока (активная, реактивная, полная). Треугольник мощностей. Коэффициент мощности. Цепь переменного тока с параллельным соединением активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы. Треугольники токов и проводимостей. Трехфазная система переменных токов. Принцип построения многофазных систем. Источники электрической энергии для трехфазной системы. Соединение обмоток источника и приемников электроэнергии звездой и треугольником. Линейные и фазные токи и напряжения, соотношения между ними. Трехпроводная и четырехпроводная цепи. Роль нулевого провода. Мощность трехфазной системы. Электроизмерительные приборы и электрические измерения. Методы измерений. Погрешности при измерениях, класс точности прибора. Классификация электроизмерительных приборов; их условные обозначения на схемах. Общее устройство прибора. Понятие о системах электроизмерительных механизмов (магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, индукционной). Измерительные силы тока и напряжения. Измерение сопротивлений (грубые и точные методы). Измерение мощности и энергии. Устройство ваттметров и счетчиков. Электрические измерения неэлектрических величин. Датчики и их разновидности. Измерительные схемы. Электротехнические устройства/ Электротехнические устройства как преобразователи электрической энергии в тепловую, световую и механическую. Трансформаторы, их назначение и область применения. Принцип действия. Коэффициент трансформации. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Режим нагрузки. Зависимость КПД от нагрузки. Понятие о трехфазном трансформаторе, схемы соединения обмоток. Понятие об автотрансформаторе, простейшая схема включения. Электрические машины, их виды. Генераторный и двигательный режимы работы. Обратимость электрических машин. Понятие об асинхронных электродвигателях, их применение. Понятие о синхронных машинах. Применение синхронных генераторов и электродвигателей. Принцип действия электрических машин постоянного тока. Понятие о способах возбуждения. Применение генераторов и электродвигателей постоянного тока. Мощность и КПД электрических машин. Аппаратура управления и защиты. Выключатели, переключатели, рубильники, магнитные пускатели, контакторы; их назначение, устройство. Защитная аппаратура: предохранители, реле. Виды и устройства предохранителей и реле.

Тема 1.6. Техническая механика

Взаимозаменяемость деталей и узлов при ремонте оборудования. Последствия нарушения взаимозаменяемости. Неполная взаимозаменяемость. Чем обеспечивается взаимозаменяемость. Геометрические параметры взаимозаменяемости. Охватывающая поверхность детали. Охватываемая поверхность детали. Посадка. Зазор. Натяг. Номинальный размер. Наибольший и наименьший предельный размер. Номинальный размер соединения. Отклонение. Верхнее и нижнее предельное отклонение, Допуск. Поле допуска. Нулевая линия. Посадки с зазором. Скользящие посадки. Посадки с натягом. Переходные посадки. Наибольший и наименьший зазор. Допуск посадки. Классы точности. Система отверстия. Система вала. Графическое изображение допусков. Группы посадок. Допуски и посадки гладких соединений. Три основные части соединений с номинальными размерами. Допуски для неотчетственных несопрягаемых поверхностей. Таблица допусков и посадок. Посадки с натягом, переходные посадки, посадки с зазором. Работа с таблицами допусков. Нормальные углы и допуски на угловые размеры. Единицы измерения углов. Радиана. Градус, минута, секунда. Промилле. Величина конусности. Выбор размеров углов, но таблице. Допуски на угловые размеры в угловых и линейных величинах. Схема расположения допускаемых отклонений. Поля допусков на размеры углов.

Тема 1.7. Материаловедение

Общие сведения о материалах и их свойствах. Органические и неорганические материалы. Физические свойства материалов: плотность, пористость, гигроскопичность, водопоглощение, водопроницаемость, теплопроводность, огнестойкость, морозостойкость и др. Механические свойства материалов: прочность и предел прочности, текучесть, предел текучести, упругость, выносливость, хрупкость, пластичность, износостойкость и др. Черные и цветные металлы. Понятие о сплавах. Металлы и их применение. Основные свойства металлов. Физические свойства металлов: плотность, теплопроводность, электропроводность, тепловое расширение и др. Химические свойства металлов. Способность металлов подвергаться химическим воздействиям. Разъедаемость металлов кислотами и щелочами. Антикоррозийная характеристика различных металлов. Механические свойства металлов и способы их определения: пределы прочности и текучести, упругость, выносливость, хрупкость, пластичность, относительное удлинение, ударная вязкость. Усталость металлов. Сталь, классификация сталей. Характеристика сталей, применяемых для изготовления деталей оборудования. Назначение и сущность термической обработки стали. Чугун, изделия из чугуна. Виды чугунов. Основные сведения о цветных металлах, сплавах и их свойствах. Применение цветных металлов в отрасли. Неметаллические материалы. Резинотехнические материалы, их свойства и область применения. Классификация и обозначение сталей и сплавов. Строение и свойства металлов. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при сварке металлов. Структурные и фазовые превращения в сталях при сварке. Кристаллизация сварного шва и ОШЗ.

Тема 1.8. Метрология, стандартизация и сертификация

Основные понятия и термины метрологии. Физические величины. Единицы величин. Воспроизведение единиц физических величин. Шкалы измерений. Понятие об измерении физической величины. Основной принцип измерения. Стандартная схема измерения. Классификация измерений. Методы измерения физических величин. Средство измерений и его метрологические характеристики. Понятие о средствах измерений. Классификация средств измерений. Классификация погрешностей. Основные факторы, вызывающие погрешность результатов измерения. Предельно допустимая погрешность. Класс точности средств измерений. Обработка результатов измерений. Суммирование погрешностей. Обработка прямых измерений. Обработка косвенных измерений. Измерение напряжения и силы тока. Общие сведения. Классификация вольтметров и амперметров. Общие сведения об электромеханических приборах. Общие сведения об электронных вольтметрах. Измерение электрической мощности. Общие сведения. Измерение мощности в диапазоне низких и высоких частот. Измерение мощности СВЧ – колебаний. Измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига. Измерение частоты. Измерение интервалов времени. Измерение фазового сдвига. Техническое регулирование и стандартизация. Общие положения, принципы технического регулирования и технические регламенты. Основы стандартизации.

Тема 1.9. Информационные технологии в профессиональной деятельности

Информационные системы и применение компьютерной техники в профессиональной деятельности. Технические средства информационных технологий. Программное обеспечение информационных технологий. Обработка текстовой информации. Процессоры электронных таблиц. Технологии использования систем управления базами данных. Компьютерные сети. Основы информационной и компьютерной безопасности.

Тема 1.10. Безопасность жизнедеятельности

Правовые, нормативно-технические и организационные мероприятия обеспечения безопасности жизнедеятельности. Организационно-правовые основы трудовых отношений в Российской Федерации. Промышленная безопасность опасных производственных объектов. Экологическая безопасность производственных объектов. Требования к электробезопасности для работников в производственной деятельности. Законодательные основы пожарной безопасности. Защита в чрезвычайных ситуациях. Производственная санитария и гигиена труда. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности.

Тема 1.11. Теплоэнергетика и теплотехника

Теплоэнергетика и теплотехника. Основы теплопередачи и теплообмена. Виды переноса теплоты: теплопроводность (закон Фурье), конвекция (закон Ньютона–Рихмана), тепловое излучение (закон Стефана–Больцмана). Дифференциальное уравнение теплопроводности (уравнение Фурье–Кирхгофа). Стационарная и нестационарная теплопроводность в плоских, цилиндрических и сферических стенках. Конвективный теплообмен при естественной и вынужденной конвекции; критерии подобия (Nu , Re , Pr , Gr). Сложный теплообмен (одновременное действие нескольких механизмов). Расчёт теплопередачи через многослойные стенки. Котельные установки и парогенераторы. Классификация и назначение котельных агрегатов. Основные элементы котла: топка, поверхности нагрева (экономайзер, испаритель, пароперегреватель), воздухоподогреватель. Топливо и процессы его сжигания (твёрдое, жидкое, газообразное). Тепловой баланс котла: уравнение, КПД, потери теплоты. Водный режим котлов и водоподготовка. Эксплуатация и автоматизация котельных установок. Паровые и газовые турбины. Тепловые электростанции (ТЭС). Принцип действия и классификация паровых турбин. Процессы расширения пара в турбине (в $h-s$ диаграмме). Конденсационные устройства: назначение, работа, вакуум, переохладение конденсата. Технологическая схема конденсационной электростанции (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Цикл Ренкина и его модификации; термический КПД цикла. Газотурбинные установки (ГТУ): принцип работы, циклы, применение в энергетике. Комбинированные парогазовые установки (ПГУ). Системы теплоснабжения и тепловые сети. Источники теплоснабжения: ТЭЦ, котельные, альтернативные источники. Схемы теплоснабжения: централизованные и децентрализованные. Виды теплоносителя: вода, пар; открытые и закрытые системы ГВС. Гидравлический и тепловой расчёт трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов; нормы тепловых потерь. Компенсация температурных удлинений; опоры, компенсаторы. Утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР): тепло дымовых газов, отработанного пара, технологических процессов. Рекуперативные и регенеративные теплообменники.

Тема 1.12. Промежуточная аттестация

Промежуточное тестирование по экономике. Промежуточное тестирование по охране труда. Промежуточное тестирование по промышленной безопасности. Промежуточное тестирование по инженерной графике. Промежуточное тестирование по электротехнике и электронике. Промежуточное тестирование по технической механике. Промежуточное тестирование по материаловедению. Промежуточное тестирование по метрологии, стандартизации и сертификации. Промежуточное тестирование по информационным технологиям в профессиональной деятельности. Промежуточное тестирование по безопасности жизнедеятельности. Промежуточное тестирование по теплоэнергетике и теплотехнике.

Тема 2.1. Тепловые электрические станции

Классификация и типы тепловых электрических станций. Разделение ТЭС по виду отпускаемой энергии: конденсационные электростанции (КЭС/ГРЭС, вырабатывают только электроэнергию) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ, комбинированная выработка электроэнергии и тепла). Классификация по виду топлива: угольные, газовые, мазутные, комбинированные. Разделение по параметрам пара: ТЭС докритического, сверхкритического и суперсверхкритического давления. Типы котлов: барабанные с естественной циркуляцией (для докритических параметров) и прямоточные (для критических и сверхкритических параметров). По технологической схеме: блочные и неблочные станции. По мощности: малой (до 100 МВт), средней (100–1000 МВт) и большой (свыше 1000 МВт) мощности. По режиму работы в энергосистеме: базовые, полубазовые, полупиковые и пиковые станции. Технологическая схема производства энергии на ТЭС. Общий цикл преобразования энергии: химическая энергия топлива → тепловая энергия пара → механическая энергия вращения турбины → электрическая энергия. Основные этапы: подготовка и сжигание топлива, генерация и перегрев пара в котле, расширение пара в турбине, конденсация отработавшего пара, регенеративный подогрев питательной воды. Описание работы паротурбинной установки: паровой котёл, паровая турбина, электрогенератор, конденсатор, конденсатный и питательный насосы. Вспомогательные системы: топливоподача и пылеприготовление (для угля), газозоодушный тракт, водоподготовка, система технического водоснабжения. Принципиальная тепловая схема ТЭС и её элементы. Показатели тепловой экономичности ТЭС. Коэффициент полезного действия (КПД) станции: брутто и нетто. Удельный расход теплоты на выработку электроэнергии и его связь с КПД. Удельный расход условного топлива. КПД котла, турбоустановки, трубопроводов и электростанции в целом. Влияние параметров пара (давления и температуры) на экономичность цикла Ренкина. Понятие регенеративного подогрева питательной воды и его влияние на КПД. Сравнение экономичности КЭС и ТЭЦ (эффект теплофикации). Регенеративный подогрев питательной воды. Цель регенерации: повышение КПД цикла за счёт использования теплоты пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбины. Схема регенеративного подогрева: подогреватели высокого и низкого давления (ПВД и ПНД), деаэратор. Виды подогревателей: поверхностные и смешивающие. Расчёт регенеративных отборов пара и определение оптимальной температуры питательной воды. Влияние числа регенеративных отборов на экономичность станции. Особенности регенерации на ТЭЦ и КЭС. Парогазовые циклы и установки (ПГУ). Принцип работы ПГУ: сочетание газотурбинного и паротурбинного циклов. Состав ПГУ: газовая турбина, камера сгорания, котёл-утилизатор, паровая турбина, генератор. Преимущества ПГУ перед паротурбинными ТЭС. Типы ПГУ: с котлом-утилизатором (одноконтурные и двухконтурные), со сбросом газов в энергетический котёл. Цикл ПГУ в диаграмме: газотурбинная часть и паросиловая часть. Перспективы развития парогазовых технологий и их роль в современной энергетике.

Тема 2.2. Турбины тепловых электростанций

Классификация и типы турбин ТЭС. По виду рабочего тела: паровые и газовые турбины. По назначению: конденсационные (К), теплофикационные (Т), с промышленным отбором (П), с противодействием (Р) и комбинированные (ПТ, ПР). По начальным параметрам пара: докритического, сверхкритического и суперсверхкритического давления. По числу цилиндров: одноцилиндровые и многоцилиндровые (с ЦВД, ЦСД, ЦНД). По направлению потока: аксиальные (осевые) и радиальные. По принципу действия: активные и реактивные ступени. По числу валов: одновальные и двухвальные. Примеры обозначений: К-220-4,3; Т-250/300-240;

П-6-35/5; Р-100-130/15. Принцип работы и термодинамические циклы турбин. Цикл Ренкина для паровых турбин: расширение пара в турбине, конденсация, регенеративный подогрев питательной воды. Газотурбинный цикл: сжатие воздуха в компрессоре, сгорание топлива, расширение в газовой турбине. Парогазовый цикл (ПГУ): сочетание газотурбинного и паротурбинного циклов. Процессы в диаграммах: изоэнтропное расширение, потери на влажность, промежуточный перегрев. Влияние начальных параметров пара и конечного давления на КПД. Конструкция и основные элементы турбин. Ротор: вал, диски, рабочие лопатки, соединительная муфта. Статор: корпус, сопловые аппараты, диафрагмы, обоймы уплотнений. Подшипники: опорные (радиальные) и упорные (осевые). Уплотнения: концевые, диафрагменные, бандажные — для снижения протечек. Система регулирования и защиты: стопорные и регулирующие клапаны, автомат безопасности. Тепловая изоляция корпуса и выхлопного патрубка. Потери энергии и КПД турбинных ступеней. Профильные потери в сопловых и рабочих решётках: трение, отрыв пограничного слоя, волновые явления. Концевые потери: утечки через зазоры, вторичные течения. Потери от влажности пара: тормозящее действие капель, эрозия лопаток. Потери в уплотнениях. Внутренний относительный КПД ступени и его составляющие. Коэффициент возврата тепла при многоступенчатом расширении. Способы снижения потерь: оптимизация углов установки лопаток, промперегрев, сепарация влаги. Режимы работы и характеристики турбин. Номинальный режим: мощность при номинальных параметрах пара. Максимальный режим: предельная мощность при полностью открытых клапанах. Переменные режимы: изменение нагрузки, давления и температуры пара. Диаграмма режимов теплофикационных турбин: зависимость мощности от расхода и давления отбираемого пара. Пусковые и остановочные режимы: тепловые расширения, температурные напряжения, валоповоротное устройство. Эксплуатационные характеристики: расходная характеристика, КПД при частичной нагрузке, манёвренность.

Тема 2.3. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций

Оборудование топливоподачи и пылеприготовления. Состав системы топливоподачи для разных видов топлива: угля, газа, мазута. Оборудование угольного хозяйства: вагоноопрокидыватели, ленточные конвейеры, дробильные установки, угольные бункеры. Системы пылеприготовления: молотковые и шаровые барабанные мельницы, сепараторы пыли, питатели пыли. Мазутное хозяйство: баки хранения, подогреватели мазута, мазутные насосы, форсунки. Газорегуляторные пункты (ГРП) и блоки подготовки газа. Автоматизация и контроль работы топливоподающих систем. Особенности эксплуатации и требования безопасности при работе с твёрдым, жидким и газообразным топливом. Теплообменное оборудование ТЭС. Регенеративные подогреватели: подогреватели высокого давления (ПВД) и низкого давления (ПНД), их конструкции (коллекторные, камерные, смешивающие). Сетевые подогреватели для ТЭЦ: вертикальные и горизонтальные типы. Деаэраторы термические: принцип работы, типы (атмосферные, вакуумные, повышенного давления), конструкция и расчёт. Испарительные установки для получения чистого конденсата. Охладители пара, конденсата и продувочной воды. Сальниковые подогреватели для утилизации пара уплотнений турбины. Основы теплового и гидравлического расчёта теплообменных аппаратов. Насосное оборудование тепловых электростанций. Основные типы насосов: питательные, конденсатные, циркуляционные, сетевые, дренажные, мазутные. Центробежные и поршневые насосы: принцип действия, характеристики, особенности конструкции. Кавитационный запас и условия бескавитационной работы насосов. Регулирование производительности насосов: дросселирование, изменение частоты вращения, перепуск. Взаимное расположение насосов в схеме и резервирование. Расчёт напора, подачи и мощности насосов. Эксплуатация и техническое обслуживание насосных

установок. Тягодутьевое оборудование и системы золошлакоудаления. Дутьевые вентиляторы и дымососы: конструкции, характеристики, регулирование производительности. Тягодутьевые тракты котлов: газоходы, воздухоходы, дымовые трубы. Золоуловители: сухие инерционные (циклоны), электрофильтры, мокрые скрубберы. Системы золоудаления: гидравлические, пневматические, механические. Шлакоудаляющие устройства: скреперные установки, скребковые транспортёры, шлаковые насосы. Очистка дымовых газов: системы десульфуризации, денитрификации, фильтры тонкой очистки. Контроль выбросов и экологические требования к оборудованию. Трубопроводы, арматура и системы водоснабжения ТЭС. Классификация трубопроводов ТЭС по назначению, параметрам среды, материалу. Трубопроводная арматура: запорная (задвижки, клапаны), регулирующая (регуляторы давления, температуры), защитная (предохранительные клапаны), обратная. Компенсация температурных расширений: П-образные, линзовые, сальниковые компенсаторы. Опорные конструкции трубопроводов: подвижные и неподвижные опоры. Системы технического водоснабжения: прямоточные, оборотные (с градирнями, брызгальными бассейнами), комбинированные. Пожарное и хозяйственно-питьевое водоснабжение станции. Тепловая изоляция трубопроводов и оборудования: материалы, расчёт толщины изоляции, монтаж. Нормы и правила эксплуатации, испытания и ревизии трубопроводов и арматуры.

Тема 2.4. Котельные установки и парогенераторы

Классификация и основные схемы паровых котлов. По назначению: энергетические (для ТЭС), промышленные, отопительные. По виду вырабатываемого рабочего тела: паровые и водогрейные котлы. По характеру движения рабочей среды: с естественной циркуляцией; с многократной принудительной циркуляцией; прямоточные. По параметрам пара: докритического, сверхкритического давления. По компоновке: П-образные, Т-образные, башенные. По способу сжигания топлива: факельные, вихревые, с кипящим слоем. Основные элементы схемы: топка, экраны, барабан, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель. Обозначения типов котлов. Процессы горения и топочные устройства. Горение твёрдого топлива: подготовка (дробление, размол), воспламенение, выгорание летучих, горение коксового остатка, шлакоудаление. Горение жидкого топлива: распыление форсунками, испарение, смешение с воздухом, воспламенение. Горение газообразного топлива: смешение с воздухом, воспламенение, стабилизация факела. Типы горелок: вихревые, прямоточные, комбинированные (газозапутные). Организация топочных процессов: коэффициент избытка воздуха α , температура в топке, время пребывания частиц. Системы шлакоудаления: твёрдое и жидкое шлакоудаление, конструкции холодных воронок. Экологические аспекты: снижение вредных выбросов и золы. Теплообмен в котельных установках. Виды теплообмена в котле: радиационный (в топке, 50–70% тепловосприятия); конвективный (в газоходах, 30–50%); смешанный. Расчёт теплообмена излучением в топке: степень черноты факела, температура газов, тепловое напряжение топочного объёма. Конвективный теплообмен в поверхностях нагрева: скорости газов и среды, коэффициент теплопередачи. Температурный напор: среднелогарифмический, среднеарифметический. Тепловосприятие поверхностей: экономайзера, испарительных экранов, пароперегревателя. Влияние загрязнения и золошлаковых отложений на теплообмен. Водный режим и внутрикотловые процессы. Требования к качеству питательной воды и пара (нормы ПТЭ). Примеси в воде: соли, железо, кремниевая кислота, кислород, угольная кислота. Процессы в барабанных котлах: сепарация пара, продувка (непрерывная и периодическая), водно-химический режим. Водный режим прямоточных котлов: необходимость глубокой очистки воды, отсутствие продувки. Коррозия поверхностей нагрева: кислородная, подшламовая, межкристаллитная. Накипеобразование:

причины, последствия, методы предотвращения. Методы обработки воды: Na-катионирование, H-катионирование, обратный осмос, дегазация. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Уравнение теплового баланса: Расчёт КПД брутто. Факторы, влияющие на КПД: температура уходящих газов, избыток воздуха, качество топлива, загрязнение поверхностей. Нормативные значения КПД для разных типов котлов и топлив. Пути повышения экономичности: оптимизация режима горения, утилизация теплоты.

Тема 2.5. Электрическая часть тепловых электростанций

Генераторы ТЭС: конструкция, принцип работы и режимы эксплуатации. Типы турбогенераторов для ТЭС (ТВФ, ТВВ, ТВМ, ТЗВ и др.) и их особенности. Конструкция турбогенератора: статор, ротор, система охлаждения (воздушное, водородное, водяное), система возбуждения. Номинальные параметры генераторов: мощность ($P_{ном}$), напряжение ($U_{ном}$), ток ($I_{ном}$), коэффициент мощности ($\cos\varphi$). Режимы работы: номинальный, перегрузочный, асинхронный. Системы возбуждения: тиристорные, бесщёточные, диодные. Параллельная работа генераторов с энергосистемой: синхронизация, распределение активной и реактивной мощности. Защита генераторов: дифференциальная, от замыканий на землю, от перегрузки. Схемы электрических соединений ТЭС. Главные схемы электрических соединений: блочные, с поперечными связями по пару и электричеству. Схемы распределительных устройств (РУ): одинарная и двойная системы шин, с обходной системой шин, кольцевые схемы. Выбор схемы в зависимости от типа станции (КЭС, ТЭЦ), мощности блоков и требований надёжности. Электрические соединения на генераторном напряжении (6–20 кВ) и на повышенном напряжении (110–750 кВ). Особенности схем ТЭЦ: наличие РУ среднего напряжения для питания местных потребителей. Расчёт и выбор основного оборудования схемы: трансформаторов, выключателей, разъединителей. Трансформаторное оборудование ТЭС. Типы трансформаторов на ТЭС: блочные повышающие, трансформаторы собственных нужд, трансформаторы связи. Конструктивные особенности силовых трансформаторов: масляное охлаждение, системы защиты (газовая, дифференциальная). Режимы работы трансформаторов: номинальный, перегрузочный, аварийный. Регулирование напряжения: РПН (регулирование под нагрузкой) и ПБВ (переключение без возбуждения). Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределение нагрузки. Тепловой расчёт и охлаждение трансформаторов. Нормы испытаний и технического обслуживания. Системы собственных нужд ТЭС. Понятие собственных нужд: оборудование, потребляющее электроэнергию для работы станции (насосы, вентиляторы, мельницы, приводы и т.д.). Структурная схема электроснабжения собственных нужд: рабочие и резервные источники питания. Напряжение собственных нужд: 6 кВ для мощных электродвигателей, 0,4 кВ для освещения и мелких механизмов. Двигатели собственных нужд: асинхронные и синхронные, их пуск и защита. Автоматическое включение резерва (АВР) секций собственных нужд. Обеспечение надёжности: секционирование шин, резервирование питания, источники бесперебойного питания (ИБП) для ответственных потребителей. Расчёт нагрузок собственных нужд и выбор оборудования. Релейная защита и автоматика на ТЭС. Назначение релейной защиты: быстрое отключение повреждений для сохранения оборудования и устойчивости системы. Основные виды защит: дифференциальная защита генераторов и трансформаторов; максимальная токовая защита (МТЗ); газовая защита трансформаторов; защита от замыканий на землю; дистанционная защита линий. Автоматика: автоматическое регулирование возбуждения (АРВ), автоматическое повторное включение (АПВ), автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Микропроцессорные терминалы релейной защиты: функции, настройка уставок, диагностика.

Тема 2.6. Автоматизация энергетических установок ТЭС

Основы автоматического управления и регулирования на ТЭС. Понятия объекта управления, регулируемой величины, возмущений и управляющих воздействий. Классификация систем автоматического управления (САУ): по принципу действия (разомкнутые, замкнутые), по характеру сигналов (непрерывные, дискретные), по цели управления (стабилизирующие, программные, следящие). Типовые законы регулирования: П, И, ПИ, ПИД. Их характеристики, преимущества и недостатки. Динамические характеристики объектов управления: инерционные звенья первого и второго порядка, интегрирующие, дифференцирующие и запаздывающие звенья. Критерии качества регулирования: статическая и динамическая ошибки, время регулирования, перерегулирование. Структурные схемы автоматических систем регулирования (АСР) и их датчики и измерительные устройства в системах автоматизации ТЭС. Виды датчиков для измерения основных технологических параметров: давления и разрежения; температуры; расхода; уровня; состава дымовых газов. Принципы работы датчиков: тензорезистивные, термоэлектрические, ёмкостные, ультразвуковые. Метрологические характеристики: точность, диапазон, погрешность, класс точности. Нормирующие преобразователи и унифицированные сигналы. Монтаж и эксплуатация датчиков в условиях ТЭС: защита от вибрации, высоких температур, коррозии. Автоматизация котельных установок и парогенераторов. Основные контуры регулирования барабанного котла: регулирование питания (уровень воды в барабане); регулирование горения (соотношение топливо/воздух); регулирование разрежения в топке. Особенности автоматизации прямоточных котлов: необходимость контроля температуры по тракту. Системы защиты котлов: защита по уровню воды в барабане; защита при погасании факела; защита по давлению пара. Автоматизация вспомогательных систем: пылесистемы, тягодутьевые машины, золоудаление. Оптимизация процесса горения: адаптивные и экстремальные регуляторы для максимизации КПД. Автоматизация турбинных установок. Система регулирования скорости вращения ротора турбины: регулятор частоты вращения, сервомоторы, регулирующие клапаны. Контуры регулирования: частоты вращения; активной мощности; давления пара перед турбиной; температуры пара. Защита турбины: автомат безопасности (отключение при превышении частоты вращения); защита от осевого сдвига; защита по низкому давлению масла в системе смазки. Автоматизация пуска и останова турбины: пошаговое управление, контроль тепловых расширений. Мониторинг вибрационного состояния и диагностики оборудования. АСУ ТП энергетических блоков ТЭС. Структура АСУ ТП: нижний уровень (датчики, исполнительные механизмы), средний уровень (ПЛК, контроллеры), верхний уровень (АРМ операторов). Функции АСУ ТП: информационные (сбор и отображение данных); управляющие (автоматическое регулирование, логико-программное управление); диагностические (контроль состояния оборудования); архивирование и отчётность. Промышленные сети и протоколы связи: Profibus, Modbus, Ethernet/IP. SCADA-системы: функции визуализации, тренды, алармы, отчёты. Интеграция с системами верхнего уровня: АСУП (планирование производства), системы учёта энергоресурсов. Требования к надёжности и безопасности АСУ ТП ТЭС: резервирование контроллеров и сетей, защита от несанкционированного доступа.

Тема 2.7. Режимы работы и эксплуатации ТЭС

Классификация режимов работы ТЭС и их характеристики. Стационарные режимы: номинальный, экономичный, переменные нагрузки. Отличия расчётного режима от переменных стационарных режимов. Нестационарные (переходные) режимы: пуск, останов, сброс и наброс нагрузки, аварийные ситуации. Зоны суточного графика нагрузки энергосистемы: базовая (работа с нагрузкой, близкой к номинальной); полупиковая (останов в ночное время и выходные);

пиковая (работа только при максимальных нагрузках). Показатели графика нагрузки. Особенности режимов работы КЭС и ТЭЦ: различия в маневренности и назначении. Влияние режимов на экономичность и надёжность оборудования. Пуско-остановочные режимы энергоблоков. Виды пусков в зависимости от теплового состояния: из холодного состояния (полное остывание); из неостывшего состояния (150–400 °С); из горячего состояния (>400 °С, простой 6–12 ч). Этапы пуска энергоблока: подготовка оборудования; розжиг котла и подъём параметров; прогрев паропроводов и турбины; синхронизация генератора; набор нагрузки. Режимы останова: плановый, аварийный, с расхолаживанием. Контроль тепловых расширений и напряжений в толстостенных элементах (корпус турбины, барабан котла, фланцы соединений). Нормативы скорости изменения нагрузки. Оптимизация времени пуска и расхода топлива. Маневренные характеристики и регулирование нагрузки. Понятие маневренности оборудования: способность быстро изменять нагрузку, выдерживать частые пуски-остановы. Технический минимум мощности — нижний предел длительной эксплуатации без риска повреждения. Регулировочный диапазон — интервал нагрузок между техническим минимумом и номинальной мощностью. Скорость изменения нагрузки для разных типов котлов. Методы регулирования нагрузки: изменение расхода топлива и воздуха; скользящее давление свежего пара; использование аккумулирующей способности котла. Поддержание частоты в энергосистеме: первичное и вторичное регулирование. Ограничения при работе на частичных нагрузках: температурные отклонения пара, вибрация, эрозия лопаток. Эксплуатация основного и вспомогательного оборудования ТЭС. Эксплуатационные показатели работы котлов и турбин: КПД, удельный расход топлива, температура уходящих газов, влажность пара. Режимные карты: назначение и содержание (давление и температура пара, состав продуктов сгорания, расход воздуха и т. д.); составление по результатам испытаний; корректировка в процессе эксплуатации. Организация обслуживания: планово-предупредительные ремонты (ППР); диагностика и мониторинг состояния (вибрация, тепловые расширения, коррозия); контроль водного режима и качества питательной воды. Управление вспомогательными системами: топливоподача и пылеприготовление; тягодутьевые механизмы; системы золоудаления и очистки дымовых газов; техническое водоснабжение. Обеспечение безопасности: защита от превышения частоты вращения турбины; контроль уровня воды в барабане котла; предотвращение аварийных ситуаций (разрыв трубопроводов, пожары, взрывы).

Тема 2.8. Организация и управление работами коллектива исполнителей

Структура управления ТЭС и распределение функциональных обязанностей. Иерархия управления: руководство станции (директор, главный инженер), цехи (котлотурбинный, электрический, химический и др.), смены, бригады. Функции и зоны ответственности: главный инженер — техническая политика, эксплуатация, ремонты; начальники цехов — организация работы персонала, контроль оборудования; дежурный инженер станции — оперативное управление в смене; старшие операторы, машинисты — непосредственное управление оборудованием. Должностные инструкции и регламенты: права и обязанности персонала разных уровней. Взаимодействие подразделений: порядок передачи информации, согласования работ, разрешения конфликтов. Нормативная база: ПТЭ (Правила технической эксплуатации), ПУЭ (Правила устройства электроустановок), внутренние приказы и распоряжения. Планирование работы производственного подразделения. Оперативно-технологическое управление работой. Виды планирования: стратегическое (на годы) — модернизация, реконструкция; тактическое (на год/квартал) — графики ремонтов, ППР (планово-предупредительных ремонтов); оперативное (на месяц/неделю/смену) — графики дежурств, текущие задачи. Методы планирования: сетевые графики, диаграммы Ганта, календарное планирование. Расчёт потребности в ресурсах:

персонал, материалы, запчасти, инструменты. Составление графиков работы и сменности с учётом норм трудового законодательства. Контроль исполнения планов: отчётность, анализ отклонений, корректирующие действия. Организация инструктажей и допуска персонала к работам. Виды инструктажей: вводный (при приёме на работу); первичный (на рабочем месте); повторный (периодически); внеплановый (при изменениях условий труда); целевой (перед выполнением разовых работ). Порядок проведения инструктажей: оформление журналов, проверка знаний. Оформление нарядов-допусков: требования к содержанию, сроки действия, ответственные лица. Подготовка рабочих мест: отключение оборудования, вывешивание плакатов безопасности, установка ограждений. Контроль соблюдения требований охраны труда и промышленной безопасности. Контроль состояния рабочих мест и оборудования. Производственный контроль: регулярные обходы, осмотры, проверки. Мониторинг параметров оборудования: температуры, давления, вибрации, уровня масла и т.д. Ведение оперативной документации: журналы дефектов, оперативные журналы, ведомости показаний приборов. Организация технического обслуживания: ежедневные осмотры; плановые ТО (техническое обслуживание); межремонтное обслуживание. Диагностика и прогнозирование отказов: методы неразрушающего контроля, вибродиагностика, тепловизионный контроль. Учёт и анализ неисправностей: классификация, причины, меры по предотвращению. Мотивация, дисциплина и психология делового общения в коллективе. Системы мотивации персонала: материальная (премии, надбавки, бонусы); нематериальная (грамоты, благодарности, карьерный рост); социальные льготы (медицинское обслуживание, путёвки). Трудовая дисциплина: правила внутреннего трудового распорядка, виды взысканий. Психология управления: стили руководства (авторитарный, демократический, либеральный), делегирование полномочий. Коммуникации в коллективе: вертикальные (руководитель — подчинённый); горизонтальные (между коллегами); эффективные методы обратной связи. Разрешение конфликтов: профилактика, медиация, административные меры. Корпоративная культура и безопасность: формирование ответственного отношения к работе, обучение культуре безопасности.

Тема 2.9. Промежуточная аттестация

Промежуточное тестирование по Модулю 2.

Итоговая аттестационная работа

Итоговая аттестационная работа должна быть представлена в виде письменной работы (Примерные темы для выполнения аттестационной работы представлены в Приложении № 1). и включает:

- формулировку цели работы и обоснование ее актуальности;
- обзор с привлечением современных информационных технологий библиографических или патентных источников, позволяющий сформировать конкретные задачи работы, с решением которых связано достижение поставленной цели;
- сравнительный анализ возможных вариантов решения и выбор оптимального или разработку нового метода решения, позволяющего более эффективно решить сформулированную в работе задачу;
- анализ полученных в работе результатов с целью оценки эффективности в достижении поставленной цели.

Выполненная итоговая аттестационная работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями.

Итоговая аттестация.

Итоговая аттестация проходит в форме итогового тестирования.

Количество предлагаемых слушателю вопросов составляет не менее 20. Время тестирования составляет 20 минут, количество попыток – не более 5 раз. В вопросах с множественным выбором (тестовые вопросы с множественным выбором ответа предполагают выбор нескольких правильных ответов из ряда предложенных) верным будет считаться ответ, если указаны все правильные ответы. (Примерные вопросы для выполнения итогового тестирования представлены в Приложении № 2).

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Реализация Программы обеспечивается педагогическими работниками АНО ДПО «ЦППК».

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебный класс	Лекции Практические занятия	Мультимедийное оборудование, компьютеры.
Кабинет для проведения видеоконференцсвязи (ВКС)	Лекции (ВКС)	Высокоскоростной канал связи с резервированием, ноутбук, видеокамера, микрофон
Компьютерный класс	Самоподготовка, промежуточный и итоговый контроль. Лекции (самоподготовка), промежуточный и итоговый контроль.	АИС «Компетенция», https://sb.docppk.ru/ », возможность проведения обучения и проверки знаний, проведения тестирования и анализ результатов и др. Интеграция данных об обученности персонала в существующую базу данных Заказчика
Компьютерный класс, мобильный учебно-аттестационный класс	Входной, промежуточный и итоговый контроль	АИС «Компетенция», возможность проведения обучения и проверки знаний, проведения тестирования и анализ результатов и др.

6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

6.1. Оценка качества освоения Программы включает промежуточную аттестацию по каждому учебному модулю учебной программы и итоговую аттестацию.

6.2. Освоение Программы завершается итоговой аттестацией, которая направлена на определение теоретической и практической подготовленности слушателей.

6.4. В соответствии с частью 15 статьи 76 Федерального закона N 273-ФЗ лицам, успешно освоившим Программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации (диплом о профессиональной переподготовке), оформляемый на бланке, установленный АНО ДПО «ЦППК».

6.5. В соответствии с частью 12 статьи 60 Федерального закона N 273-ФЗ лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из АНО ДПО «ЦППК», выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, установленному АНО ДПО «ЦППК».

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Литература программы находится в электронной библиотеке ресурса <https://sb.docppk.ru/> и содержит разделы с источниками, записями лекций и вебинаров, роликами по всем дисциплинам модулей, в том числе современную литературу, обновляемую в библиотеке на постоянной обязательной основе.

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993г.).
2. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая от 30.11.1994 г. № 51-ФЗ. Часть вторая от 26.01.2001 г. № 14-ФЗ. Часть третья от 26.11.2001 г. № 146-ФЗ. Часть четвертая от 18.12.2006 г. № 230-ФЗ.
3. Уголовный кодекс Российской Федерации 13.06.1996 г. № 63-ФЗ.
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ.
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ.
6. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ
7. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 марта 2025 г. N 266 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»
8. Кудинов, А.А. Тепловые электрические станции: схемы и оборудование: учеб. пособие / А. А. Кудинов. - М., Инфра-М, 2014. - 324 с.
9. Кудинов, А.А. Тепловые электрические станции. Практикум: учеб. пособие / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2017.- 96 с.
10. 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.
11. Губарев, А.Ю. Паротурбинные установки тепловых электрических станций: учебное пособие / А. Ю. Губарев; Самарский государственный технический университет, Тепловые электрические станции. - Самара, 2021. - 104 с.
12. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций: учебное пособие / Н.Н. Галашов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 244 с
13. Липатников Г.А., Гузев М.С. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики. Изд-во Дальневосточный государственный технический университет, 2007. – 136 с. УДК 621.311.22:681.5(075.32)
14. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС : учебник / В.С. Андык ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 408 с. ISBN 978-5-4387-0684-7
15. Полей А.К., Дорогов Е.Ю. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2025. – 1 CD. [229 с.]. ISBN 978-5-7444-5799-0.

Перечень примерных тем итоговой аттестационной работы по программе «Работник по оперативно-технологическому управлению объектами тепловой электростанции»

1. Оптимизация режимов работы энергоблоков ТЭС при переменной нагрузке энергосистемы
2. Автоматизация контроля и управления параметрами котла барабанного типа
3. Повышение надёжности оперативного управления турбинной установкой за счёт внедрения системы мониторинга вибрации
4. Совершенствование системы оперативного контроля и управления теплофикационными отборами ТЭЦ
5. Внедрение цифровых технологий для поддержки принятия решений оператором ТЭС
6. Оптимизация работы системы пылеприготовления угольной ТЭС в условиях изменения качества топлива
7. Автоматизация управления тягодутьевыми механизмами котла
8. Повышение эффективности оперативного управления системой технического водоснабжения ТЭС
9. Разработка алгоритма оперативного реагирования на аварийные ситуации в котельном отделении
10. Модернизация системы оперативного контроля водно-химического режима ТЭС
11. Управление пусками и остановами энергоблоков с минимизацией термических напряжений
12. Интеграция системы оперативного управления ТЭС с АСУТП верхнего уровня
13. Повышение энергоэффективности ТЭС за счёт оптимизации распределения нагрузки между параллельно работающими котлами
14. Внедрение системы оперативного контроля выбросов загрязняющих веществ на ТЭС
15. Совершенствование организации работы оперативного персонала ТЭС: графики, инструктажи, тренировки

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

- 1. Что является основной задачей оперативно-технологического управления на ТЭС?**
 - а. Планирование капитального ремонта оборудования.
 - б. Обеспечение надёжного и экономичного режима работы оборудования в реальном времени.
 - в. Ведение бухгалтерской отчётности по расходу топлива.

- 2. Кто имеет право отдавать оперативные распоряжения на ТЭС?**
 - а. Любой работник станции.
 - б. Дежурный диспетчер, начальник смены станции или старший оператор.
 - в. Инженер по охране труда.

- 3. Что такое «аварийный режим» работы оборудования ТЭС?**
 - а. Режим, при котором параметры работы выходят за допустимые пределы и возникает угроза повреждения оборудования или безопасности персонала.
 - б. Режим планового останова оборудования.
 - в. Режим работы на минимальной нагрузке.

- 4. Какие действия должен предпринять оперативный персонал при возникновении аварийной ситуации?**
 - а. Немедленно покинуть помещение.
 - б. Сообщить руководству и ждать указаний.
 - в. Принять меры к локализации аварии согласно инструкциям, оповестить вышестоящий персонал.

- 5. Что означает термин «диспетчерская команда»?**
 - а. Распоряжение, отданное диспетчером и подлежащее обязательному исполнению оперативным персоналом.
 - б. Рекомендация по оптимизации режима работы.
 - в. Запись в оперативном журнале.

- 6. Какой документ регламентирует порядок оперативных переключений на ТЭС?**
 - а. Трудовой договор.
 - б. Местные инструкции и бланки переключений.
 - в. План капитального ремонта.

- 7. Что должен сделать оперативный персонал перед выполнением переключений?**
 - а. Провести совещание с коллегами.
 - б. Проверить схему, убедиться в правильности выбора оборудования, использовать бланки переключений.
 - в. Отключить сигнализацию.

- 8. Какова периодичность проверки оперативных схем и чертежей?**
 - а. Раз в год.

- б. Постоянно, с актуализацией при любых изменениях в схеме.
- в. Только при вводе нового оборудования.

9. Что такое «оперативная заявка»?

- а. Документ, оформляющий необходимость вывода оборудования в ремонт или резерв.
- б. Заявление работника о переводе на другую должность.
- в. Запрос на закупку материалов.

10. Какие параметры контролируются в режиме реального времени на щите управления ТЭС?

- а. Температура в административных помещениях.
- б. Давление пара, температура, расход топлива, нагрузка генераторов.
- в. Уровень шума в цехе.

11. Что необходимо сделать при обнаружении неисправности контрольно-измерительного прибора?

- а. Игнорировать, если оборудование работает нормально.
- б. Доложить вышестоящему персоналу, вывести прибор из работы, сделать запись в журнале.
- в. Попытаться отремонтировать самостоятельно.

12. Какова роль сигнализации на ТЭС?

- а. Информирование о плановых работах.
- б. Оповещение о нарушениях режима, авариях и отклонениях параметров.
- в. Создание фоновой атмосферы на щите управления.

13. Что означает сигнал «аварийная остановка котла»?

- а. Немедленное прекращение подачи топлива и отключение котла.
- б. Снижение нагрузки на 50 %.
- в. Переход на резервное топливо.

14. Кто отвечает за правильность ведения оперативного журнала?

- а. Администратор помещений.
- б. Главный бухгалтер.
- в. Дежурный персонал смены.

15. Что такое «резервное оборудование» на ТЭС?

- а. Оборудование, находящееся в готовности к немедленному включению при необходимости.
- б. Списанное оборудование на складе.
- в. Оборудование, ожидающее утилизации.

16. Какие меры безопасности обязательны при оперативных переключениях?

- а. Ношение фирменной одежды.
- б. Использование средств защиты, проверка отсутствия напряжения, соблюдение последовательности операций.
- в. Включение громкой связи.

17. Что делать при ложном срабатывании защиты?

- а. Отключить все защиты.
- б. Доложить диспетчеру, действовать по инструкции.
- в. Игнорировать сигнал.

18. Какова цель режимных карт?

- а. Украшение щита управления.
- б. Оптимизация работы оборудования для достижения максимальной экономичности и надёжности.
- в. Фиксация количества персонала в смене.

19. Что такое «технологическая блокировка»?

- а. Устройство, предотвращающее ошибочные действия персонала и аварийные ситуации.
- б. Запирание дверей в помещения.
- в. Ограничение доступа к информации.

20. Какие документы должен знать оперативный персонал?

- а. Историю энергетики.
- б. Инструкции по эксплуатации, схемы, правила безопасности.
- в. Биографии конструкторов оборудования.

21. Что означает «нормальный режим» работы ТЭС?

- а. Работа оборудования в соответствии с заданными параметрами без отклонений.
- б. Работа с превышением допустимых нагрузок.
- в. Полный останов всех агрегатов.

22. Как часто проводится проверка знаний оперативного персонала?

- а. По желанию работника.
- б. Ежегодно, а также при изменении норм и правил.
- в. Раз в 10 лет.

23. Что такое «план ликвидации аварий» (ПЛА)?

- а. Документ с чёткими алгоритмами действий персонала при различных видах аварий.
- б. Список оборудования для списания.
- в. График отпусков персонала.

24. Какова роль автоматики на ТЭС?

- а. Замена всего персонала.
- б. Поддержание стабильного режима работы, защита оборудования, облегчение труда персонала.
- в. Увеличение количества кнопок на щите.

25. Что делать при потере связи с вышестоящим диспетчером?

- а. Самостоятельно принимать любые решения.
- б. Действовать согласно инструкциям для автономных режимов, попытаться восстановить связь.

в. Остановить всё оборудование.

26. Какие данные фиксируются в оперативном журнале?

- а. Личные заметки персонала.
- б. События смены, переключения, аварии, распоряжения, проверки оборудования.
- в. Прогноз погоды.

27. Что такое «режимная заявка»?

- а. Запрос на изменение параметров работы оборудования или схемы.
- б. Заявка на отпуск.
- в. Просьба о закупке канцтоваров.

28. Какова цель противоаварийных тренировок?

- а. Развлечение персонала.
- б. Отработка навыков действий в аварийных ситуациях.
- в. Проверка физической подготовки.

29. Что означает индикация «неисправность» на панели управления?

- а. Ничего серьёзного.
- б. Требуется проверка и устранение причины срабатывания сигнализации.
- в. Нужно заменить лампочку.

30. Кто несёт ответственность за последствия неправильных оперативных действий?

- а. Производитель оборудования.
- б. Персонал, отдавший или выполнивший распоряжение.
- в. Служба охраны.