

**Автономная некоммерческая организация  
дополнительного профессионального образования  
АНО ДПО «УЦ ПРОФЕССИОНАЛ»**

**АННОТАЦИЯ К ПРОГРАММЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ  
«Машинист энергоблока» (ПГУ) 8 разряд**

**г.Сургут**

Аннотация к программе профессионального обучения  
«Машинист энергоблока» (ПГУ) 8 разряд

**Цель программы:** профессиональная подготовка и профессиональная переподготовка рабочих по профессии «Машинист энергоблоков» 8 разряда.

**Краткое содержание программы:**

**Тема 1. Общетехнический курс**

**Тема 1.1 Общие вопросы энергетики**

Типы электрических станций, их преимущества и недостатки. Принципы размещения электростанций в регионах, промышленных центрах и городах. Структура выработки электроэнергии в России.

Электростанция, как промышленная единица. Назначение цехов и отделов. Административное и оперативное управление электростанцией, требования к электростанции.

Принципиальная схема конденсационной электростанции и теплоэлектроцентрали, электростанций с газовыми турбинами и парогазовыми установками.

Графики электрической и тепловой нагрузок. Взаимоотношения между электростанцией и диспетчерским управлением.

**Тема 1.2. Основные сведения из физики и теплотехники**

Физические процессы. Свойства материальных тел. Взаимодействие материальных тел. Понятие о силе. Величина, направление и точка приложения силы. Сложение и разложение сил. Вращающий момент. Вращательное движение, окружная и угловая скорость. Понятие об инерции. Момент инерции.

Количество движения. Работа, мощность. Единицы измерения работы и мощности. Энергия, ее виды. Превращение энергии из одного вида в другой. Закон сохранения энергии.

Механические свойства тел. Упругие и пластические деформации твердых тел. Закон Гука. Упругие свойства жидкостей и газов.

Понятие о термодинамических процессах. Закон Бойля-Мариотта. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Обратимость термодинамических процессов. Внутренняя энергия и внешняя работа. Первый закон термодинамики как форма записи закона сохранения и превращения энергии. Его формулировка. Термодинамические процессы изменения состояния рабочего тела (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный). Теплота и работа - формы передачи энергии. Понятие об энтальпии (теплосодержании) рабочего тела. Тепловой цикл, термический коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Пути повышения КПД цикла Карно. Второй закон термодинамики. Прямые и обратные циклы.

Формулировка второго закона термодинамики. Представление основных термодинамических процессов в T-S и H-S диаграммах.

Водяной пар и его свойства. Процесс кипения (парообразования) воды. Насыщенный пар. Удельная теплота парообразования. Перегретый пар. Влажный пар. Степень сухости и влажности пара. Удельный объем, энтальпия и энтропия воды, влажного, сухого, насыщенного, перегретого пара. Температура кипения, ее зависимость от давления.

Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара, их использование при расчетах термодинамических процессов. H-S диаграмма водяного пара и ее использование. Рабочие циклы паротурбинной установки. Коэффициент полезного действия цикла Карно для водяного пара. Цикл Ренкина. Цикл Брайтона для газотурбинной установки. Коэффициент полезного действия реальной паротурбинной

установки. Пути повышения КПД турбинной установки типы парогазовых установок. Цикл парогазовой установки (ПГУ) утилизационного типа. КПД ПГУ. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии.

Общие понятия о способах распространения тепла. Понятие теплообмена. Основные виды переноса теплоты: теплопроводность, конвективный теплообмен, лучистый (радиационный) теплообмен.

Теплопроводность. Термическое сопротивление теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов, жидкостей, металлов, диэлектриков. Конвективный теплообмен. Физическая сущность процесса конвективного теплообмена. Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи и термическое сопротивление теплоотдачи. Зависимость теплоотдачи от физических свойств среды. Теплообмен при конденсации и кипении жидкости. Интенсивность теплообмена при наличии конденсации.

Теплообмен излучением. Теплопередача - сложный вид теплообмена. Теплопередача от одной среды к другой через разделяющую стенку. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередачи. Температурный напор.

Практические примеры изменения теплопередачи в зависимости от поверхностей нагрева. Вопросы реального теплообмена в котельном агрегате. Теплообмен в рекуперативных и регенеративных воздухоподогревателях теплообмен в теплообменных аппаратах, в конденсаторе турбины.

Тепловая нагрузка топки. Объемное теплонапряжение. Падающие и воспринимаемые тепловые потоки. Реальный радиационный и конвективный теплообмен в поверхностях нагрева котла. Уравнение неразрывности потока. Уравнения количества движения жидкости. Уравнение сохранения энергии. Ламинарное и турбулентное движение газа. Пограничный слой. Сопротивление в потоке. Истечение газа из суживающихся сопел и отверстий. Сверхзвуковые сопла. Движение газа в диффузорах и конфузорах. Газовые струи и струйные аппараты. Максимальный расход и критическая скорость истечения газа. Критический перепад давлений. Течение газа через решетки турбомашин. Геометрические и газодинамические параметры решеток. Силы, действующие на профиль лопатки в потоке газа. Аэродинамические характеристики решеток и потери энергии.

### **Тема 1.3 Основы электротехники и эксплуатации электрооборудования**

Основные понятия о магнитном и электрическом полях. Законы постоянного тока. Единицы измерения электрических и магнитных величин. Сила тока Напряжение, плотность тока, электродвижущая сила (ЭДС) источника напряжения. Металлические проводники электрического тока, их сопротивление. Единицы измерения. Закон Ома. Закон Кирхгоффа. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность электрического тока. Короткое замыкание. Сопротивление и проводимость. Промышленные электродвигатели постоянного тока. Принцип их действия, устройство и применение. Пуск, регулирования частоты вращения и останов электродвигателя постоянного тока. Трехфазный ток. Получение трехфазного тока. Межфазное напряжение. Соединение обмоток звездой и треугольником. Электрическая цепь. Типы соединений проводников. Проводники и диэлектрики. Магнитное поле. Проводник с током в магнитном поле. Получение постоянного тока. Принцип действия электродвигателя постоянного тока. Получение переменного тока. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Трехфазный переменный электрический ток. Генераторы и электродвигатели трехфазного тока.

Трансформаторы. Аккумуляторные батареи на электростанции.

Преимущества и недостатки электродвигателей постоянного и переменного тока и их применение на электростанции. Коэффициент полезного действия. Тепловое действие электрического тока. Средства измерения.

### **Тема 1.4. Основы химии**

Химические знаки, формулы и уравнения. Стехиометрические законы. Окисление

вещества. Взрыв. Влияние концентрации вещества на свойства газовых смесей и жидкостей.

Растворы. Растворы жидкостей и газов.

Важнейшие химические соединения. Оксиды, кислоты, основания (щелочи), соли. Свойства основных химических веществ и их соединений. Щелочные металлы, соединения и их свойства. Органические соединения.

### **Тема 1.5. Материаловедение**

Стали и сплавы, применяемые в энергомашиностроении. Материалы, стали и сплавы, применяемые в газовых турбинах. Физические и химические свойства металлов и сплавов. Механические свойства. Железоуглеродные сплавы. Классификация сталей. Основные сведения о стали. Углеродистая сталь. Легированная сталь. Условные обозначения сталей. Нержавеющие стали, жаростойкие, жаропрочные, магнитные и износостойкие стали. Легирующие присадки. Влияние легирующих присадок на свойства металлов и сталей. Термообработка. Цель термообработки. Основы термической обработки. Виды термической обработки. Цветные металлы и их сплавы. Медь и ее сплавы. Алюминий и его сплавы. Применение в энергетике цветных металлов. Антифрикционные сплавы. Баббиты. Старение металлов, Коррозия металлов и сплавов. Понятие о коррозии. Предохранение металла от коррозии. Эрозия и коррозия элементов турбин. Меры по предупреждению эрозии и коррозии.

Прокладочные и уплотнительные материалы. Требования к прокладочному материалу. Асбестовые и пенящиеся набивки. Новые набивочные материалы. Пластмассы. Изоляция. Назначение и требования к ней. Теплоизоляционные материалы. Контроль за состоянием теплоизоляции.

### **Тема 1.6. Техническое черчение**

Чтение чертежей основного и вспомогательного оборудования энергоблоков: котлов, турбин, теплообменников, тягодутьевых машин, насосов различного назначения.

Компоновочные чертежи. Планы и разрезы размещения оборудования и трубопроводов энергоблока на различных отметках котлотурбинного цеха.

Понятие об общей тепловой схеме энергоблока. Условные обозначения на технологических схемах котлотурбинных цехов тепловых электростанций. Условные обозначения оборудования приборов, устройств.

## **Тема 2. Специальный курс (спецтехнология)**

### **Тема 2.1. Основы теории парогазотурбинных установок**

Газотурбинный цикл и его параметры. Рабочий процесс в газовой турбине. Работа сжатия и расширения. Схема и основные параметры газотурбинной установки (ГТУ). Влияние начальных и конечных параметров рабочего тела на термодинамическую эффективность газотурбинного цикла. Зависимость характеристик ГТУ от начальной температуры продуктов сгорания. Методы и способы повышения экономичности ГТУ. ГТУ с промежуточным подводом тепла и промежуточным охлаждением циклового воздуха. Регенеративные ГТУ. ГТУ с утилизацией тепла уходящих газов. ГТУ с замкнутым и разомкнутым циклом. КПД газотурбинных установок. Пути повышения экономичности ГТУ. Схемы парогазовых установок ( ПГУ). Коэффициент полезного действия парогазовой установки. Парогазовый цикл. Преимущества и недостатки парогазового цикла по сравнению с циклом ГТУ. Коэффициент полезного действия ПГУ. Технико-экономические показатели ПГУ. Тепловые схемы ПТУ. Паровые турбины в схеме ПГУ. Котлы-утилизаторы.

### **Тема 2.2. Газовые турбины**

Конструктивные схемы ГТУ. Основные особенности газовых турбин и компоновка. Характеристика газовых турбин. Активные и реактивные турбины. Проточная часть турбины. Условия работы деталей проточной части турбины. Охлаждение элементов газовой турбины. Воздушное и водяное охлаждение. Влияние охлаждения элементов на характеристику газовых турбин. Конструкция элементов газовой турбины: лопатки, цилиндры, роторы, диски и другие элементы газовой турбины. Требования, предъявляемые к лопаткам. Колебания лопаток. Материал лопаток. Обеспечение надежной работы лопаток. Основные повреждения лопаток.

Гибкие и жесткие валы. Материал для роторов. Колебания валов. Ротор. Типы роторов. Конструкция ротора. Критическая частота вращения. Диски. Колебания дисков. Цикличность нагрузок и ее влияние на надежность работы роторов. Подшипники: назначение, конструкция, механические нагрузки. Влияние конструкции подшипника на виброустойчивость вала. Муфты. Корпус газовой турбины. Конструкция и условия работы корпусов. Деформации корпусов. Материалы для корпусов. Диффузоры и конфузоры газовой турбины. Конструктивные схемы ГТУ. Уплотнения турбины. Промывка проточной части турбины.

### **Тема 2.3. Компрессоры газовых турбин**

Назначение и основные типы компрессоров газотурбинных установок. Осевой и центробежный компрессоры. Рабочий процесс в ступени компрессора. Конструкция компрессора. Число ступеней компрессора. Валы, подшипники, ступени, уплотнения, корпус, направляющие и рабочие лопатки. Проточная часть компрессора. Ступенчатое сжатие. Охлаждение. Распределение параметров воздуха по высоте лопаток. Входные конфузоры, выхлопные диффузоры. КПД компрессора. Производительность компрессора. Характеристика компрессора. Частота вращения. Срывные явления в проточной части. Помпаж и причины его возникновения. Противопомпажные мероприятия. Эффективность работы компрессора. Промывка проточной части. Фильтры и глушители.

### **Тема 2.4. Камеры сгорания ГТУ**

Основные характеристики камеры сгорания. Тепловая производительность и теплонапряженность камеры сгорания. Конструкция камер сгорания. Классификация камер сгорания. Типы камер сгорания. Условия работы камер сгорания. Основные повреждения. Материалы и стали для камер сгорания. Фронтные устройства. Форсунки и горелки. Пламенная труба. Подача воздуха в камеру сгорания. Способы охлаждения элементов камеры сгорания. Коэффициент полезного действия. Потери в камере сгорания. Температурное поле в камере сгорания. Вредные выбросы.

### **Тема 2.5. Система регулирования ГТУ**

Необходимость системы регулирования и автоматизации работы оборудования. Принципиальные схемы автоматического регулирования. Статические и динамические характеристики системы регулирования. Степень нечувствительности и неравномерность регулирования. Примеры конструирования систем регулирования. Основные неисправности системы регулирования.

### **Тема 2.6. Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция**

Подвод газа на ГТУ-ТЭС. Принципиальная схема газоснабжения ГТУ-ТЭС. Наружные и внутренние газопроводы. Газовая арматура. Предохранительно-сбросной и предохранительно-запорный клапан. Назначение пункта подготовки газа (ППГ). Требования к пункту подготовки газа и его оборудованию. Оборудование, входящее в состав пункта подготовки газа: блок редуцирования (компримирования) давления газа, блок очистки, блок осушки, блок подогрева. Контроль за работой пункта подготовки газа. Сроки проверки параметров срабатывания ПСК и ПЗК. Техническое обслуживание,

текущий ремонт, капитальный ремонт газопроводов ППГ и оборудования ППГ. Дожимная компрессорная станция. Оборудование, входящее в состав дожимной компрессорной станции. Эксплуатация дожимной компрессорной станции. Случаи аварийного останова дожимного компрессора. Контроль загазованности в помещении пункта подготовки газа и дожимной компрессорной станции.

### **Тема 2.7. Топливо и процесс горения**

Топливо для газотурбинных установок и его характеристика. Теплота сгорания топлива. Элементарный состав топлива. Классификация видов топлива. Характеристика различных видов топлива. Теплотворная способность топлива. Условное топливо. Удельный расход топлива. Виды топлив, сжигаемых в камерах сгорания. Природные газы и их характеристика. Преимущества и недостатки газового топлива. Понятие о добыче и выработке горючих газов. Характеристика газов. Понятие о процессе горения. Скорость горения. Горение газа (полное и неполное). Способы контроля за полнотой сгорания газа. Подача воздуха для горения газа, теоретическое и практическое его количество. Коэффициент избытка воздуха.

Ознакомление со способами одоризации газа. Самовоспламенение и принудительное воспламенение. Сжигание топлива в камере сгорания. Продукты сгорания. Стабилизатор фронта пламени.

### **Тема 2.8. Валооборотные устройства ПГУ**

Типы, назначение и конструкция валооборотных устройств. Подготовка валооборотного устройства к работе. Включение в работу. Вывод из работы. Пусковые устройства ПГУ. Типы и особенности эксплуатации.

### **Тема 2.9. Паровые турбины**

Паровые турбины. Преобразование в турбине тепловой энергии в механическую. Истечение пара из сопел. Изменение давления и скорости пара. Сопла и диафрагмы, их назначение. Типы паровых турбин. Конструкция паровой турбины.

### **Тема 2.10. Конструкция роторов паровой турбины**

Лопаточный аппарат. Условия работы лопаточного аппарата, конструктивное исполнение. Процессы расширения пара в активных и реактивных ступенях. Степень реакции турбины. Различия между лопатками активной и реактивной ступеней. Крепление лопаток между собой и на роторе. Конструкция роторов (дисковый, барабанный, комбинированный, цельнокованный, сварной). Конструктивные особенности роторов высокого, среднего и низкого давлений. Соединение роторов турбины между собой и ротором генератора. Соединительные муфты. Конструкции цилиндров паровых турбин (литые, сварные, комбинированные). Крепление цилиндров к фундаментной плите, возможность перемещения цилиндров при их нагревании. Схема подачи пара на обогрев фланцев и шпилек. Изоляция цилиндров паровой турбины, регулирующих и стопорных клапанов, главных паровых задвижек (ГПЗ) и главного паропровода от котла до ГПЗ.

### **Тема 2.11. Подшипники турбоагрегата. Уплотнения роторов ПТ**

Подшипники турбоагрегата и генератора. Опорные, опорно-упорные подшипники, конструктивное исполнение их. Виды уплотнений (концевые, промежуточное - диафрагменные), их назначение. Конструктивное исполнение радиальных и аксиальных уплотнений. Система подачи пара на уплотнения паровых турбин. Эжекторы отсоса пара от уплотнений, использование тепла этого пара в охладителях выпара. Особенности уплотнения между ЧВД и ЧСД турбины. Схема работы и конструктивное исполнение валооборотного устройства. Тихоходные и быстроходные валооборотные устройства.

### **Тема 2.12. Система парораспределения и регулирования паровой турбины**

Система парораспределения и регулирования нагрузки турбоагрегата. Конструкция стопорных и регулирующих клапанов. Требования к плотности клапанов. Влияние открытия регулирующих клапанов на экономичность работы турбоагрегата. Схема и конструкция системы регулирования. Статическая характеристика системы регулирования, степень неравномерности и нечувствительность по частоте вращения, влияние их на устойчивость работы энергоблока в сети.

### **Тема 2.13. Конденсационная установка паровой турбины**

Конденсационная установка, ее назначение и основные элементы. Конструкции конденсационных паровых турбин. Тепловой баланс конденсатора. Кратность охлаждения. Назначение и устройство пароструйных и водоструйных эжекторов отсоса паровоздушной смеси из конденсатора. Определение присосов в конденсатор. Водоснабжение циркуляционной системы. Циркуляционные насосы, их характеристики. Схема циркуляционной насосной станции. Устройство градирен различных типов. Система лотков, разбрызгивателей и поверхностей охлаждения.

### **Тема 2.14. Маслоснабжение парогазотурбинной установки**

Масла, применяемые в системах смазки и регулирования. Свойства масел, требования к ним. Схема маслоснабжения ПГУ. Маслобак. Маслопроводы. Масляные насосы. Маслоохладители. Вредные примеси. Очистка масла. Система аварийного маслоснабжения ПГУ.

Назначение, конструктивное исполнение и характеристики оборудования и устройств масляной системы (насосы, маслоохладители, маслобаки, гидравлические затворы, редукционные клапаны), расположение контрольно-измерительных приборов, защит и блокировок. Система смазки подшипников турбоагрегата и генератора, ее схема. Система маслоуплотнения генератора, ее схема. Схема подачи масла в систему регулирования ПГУ.

### **Тема 2.15. Типы котлов, используемых на электростанциях**

Типы котлов, используемых на электростанциях. Водогрейные котлы. Паровые котлы. Основные характеристики изучаемых котлов. Котлы с естественной циркуляцией воды. Прямоточные котлы. Однокорпусные и двухкорпусные котлы энергоблоков. Котлы докритических и сверхкритических параметров рабочей среды.

Барабанные котлы. Основные марки котлов, их назначение и конструктивные различия. Барабаны котлов. Водяное и паровое пространство барабанов. Подача питательной воды в барабан котла. Соленые и чистые отсеки барабанов. Схема непрерывной и периодической продувки барабанных котлов. Контур естественной циркуляции. Подъемные и опускные трубы, способы крепления труб в барабанах и коллекторах. Движущий напор циркуляции, скорость циркуляции. Сопrotивление подъемных труб. Кратность циркуляции, ее предельно допустимое значение. Показатели надежности естественной циркуляции воды в котле. Причины нарушения циркуляции, возможные последствия. Нарушения в работе опускных труб. Образование пара в опускных трубах вследствие падения давления во входном сечении трубы. Попадание пара из барабана котла в опускные трубы. Опрокидывание циркуляции. Применение необогреваемых опускных труб. Прямоточные котлы и котлы с принудительной циркуляцией, принцип их работы.

### **Тема 2.16. Назначение и конструкция котла-утилизатора**

Назначение и конструкция котла-утилизатора (КУ). Вертикальная и горизонтальная компоновка котлов-утилизаторов Паровые и водогрейные котлы, комбинированные котлы Одноконтурные и многоконтурные котлы Компенсация температурных расширений, возникающих в котлах при пуске ГТУ. Размещение котлов-утилизаторов в схеме

парогазовой установки. Преимущества и недостатки.

## **Тема 2. 17. Эксплуатация парогазотурбинной установки с котлом-утилизатором**

Задачи эксплуатации: обеспечение заданной мощности, полная гарантия надежной работы, максимально возможная экономичность. Классификация пусков и основные принципы их проведения. Пуск ПГУ из холодного, неостывшего и горячего состояний. Проработка программы пуска и особенностей пусковых операций. Неполадки и дефекты, препятствующие пуску. Порядок и очередность выполнения предпусковых операций. Внешний осмотр основного и вспомогательного оборудования и средств управления. Включение в работу контрольно-измерительной аппаратуры и средств сигнализации. Подача напряжения на электродвигатели механизмов агрегата. Определение готовности к пуску узлов и механизмов агрегата. Проверка, включение, опробование под нагрузкой и выполнение необходимых предпусковых испытаний вспомогательного оборудования турбины, установление пускового режима его работы.

Эксплуатация котлов-утилизаторов. Заполнение котла, продувка и опрессовка газопроводов котла, подготовка пусковой схемы котла. Назначение и работа защит котла, последовательность их ввода, порядок опробования защит. Действия машиниста ПГУ при срабатывании защит, контроль за температурами толстостенных элементов котла, скорости прогрева, регулирование температуры пара, контроль за температурами по тракту котла. Особенности режимов пуска котла из различных тепловых состояний. Задачи машиниста блока в обеспечении нормальной работы оборудования котла. Характеристика режимов. Контроль за работой котла в стационарном режиме. Плановый останов котла, операции при останове котла в резерв, последовательность операций при выводе котла в ремонт. Аварийный останов КУ. Действия МБ при переходе с одного вида топлива на другой, при разрыве испарительных, пароперегревательных труб и труб водяного экономайзера. Неисправности запорно-регулирующей арматуры и механизмов, КИПиА, защит и блокировок.

Подготовка к пуску ГТУ, необходимые технологические операции. Запрет на пуск ГТУ. Пуск ГТУ, последовательность пусковых операций. Разворот вала газовой турбины с помощью пускового устройства. Разворот газовой турбины до режима самоходности, до режима холостого хода. Допустимые критерии и скорости нагружения. Случаи немедленного прекращения пусковых операций в период разворота газовой турбины. Контроль за работой ГТУ при ее эксплуатации. Способы регулирования нагрузки энергетических газовых ГТУ с КУ и паровой турбиной, управление режимами. Эксплуатационные показатели ПГУ. Ведение суточных ведомостей. Контроль за режимом работы и состоянием ПГУ. Ограничения, налагаемые на режим работы ПГУ при ее работе в теплофикационном режиме совместно с котлом-утилизатором. Тепловые характеристики ГТУ. Неисправности в работе ГТУ. Влияние параметров наружного воздуха на характеристики энергетических ГТУ. Штатный останов ПГУ. Последовательность технологических операций. Выбег ротора. Контроль за выбегом. Охлаждение ротора ГТУ после останова. Отрицательные последствия нарушения режима охлаждения. Аварийный останов ГТУ. Действия персонала при аварийном останове. Останов ГТУ персоналом по согласованию с главным инженером. Останов ГТУ с котлом-утилизатором. Пуск блочных паротурбинных установок из холодного состояния. Особенности пуска блочных ПГУ. Толчок ротора турбогенератора. Прогрев и прослушивание турбины, контроль за относительным расширением ротора и статора турбины, за температурным режимом цилиндров. Критическое число оборотов турбогенератора. Порядок подъема оборотов для турбин различных конструкции. Проверка автомата безопасности. Контроль за вступлением в работу системы регулирования турбины. Синхронизация генератора и включение его в сеть. Набор нагрузки, контроль состояния турбины и генератора. Проверка работы вспомогательного оборудования энергоблока.



Классификация эксплуатационных режимов работы турбоустановки. Стационарные и переходные режимы. Особенности контроля безопасности и надежной работы турбоагрегата. Малорасходные режимы. Режимы с отклонением параметров пара. Аварийные режимы. Плановые и аварийные остановы паровой турбины.

### **Тема 2.18. Защиты, блокировки, система контроля, управления и автоматики ПГУ**

Предупредительная и аварийная сигнализация. Назначение и принцип действия блокировок и автомата ввода резерва. Эксплуатационные и аварийные отклонения параметров Уставки срабатывания защит. Назначение и принцип действия защит.

Классификация защит. Контроль параметров в системах ПГУ, загазованности помещений, пункта подготовки газа и дожимной компрессорной станции, газоснабжения ПГУ.

Технологические блокировки собственно ПГУ и с котлом-утилизатором. Защиты ПГУ. Требования к защитами и блокировкам. Ввод защит в работу и вывод защит из работы.

### **Тема 2.19. Теплообменные аппараты и сосуды**

Назначение теплообменных аппаратов. Теплообменные аппараты в схемах газотурбинных установок. Теплообменные аппараты: рекуперативные, регенеративные, смешивающие.

Конструкция теплообменных аппаратов и сосудов. Характеристики теплообменных аппаратов. Трубчатые теплообменные аппараты. Пластинчатые теплообменные аппараты. Коэффициент теплопередачи. Гидравлические потери. Схемы движения среды.

Требования Ростехнадзора к конструкции теплообменных аппаратов и сосудов. Общие требования. Изготовление, реконструкция, монтаж, наладка и ремонт. Гидравлические испытания сосудов. Предохранительные устройства. Указатели уровня жидкости. Техническое освидетельствование, и разрешение на эксплуатацию. Надзор, содержание и обслуживание сосудов. Ремонт. Материалы и стали для сосудов и теплообменных аппаратов. Условия работы.

Причины повреждаемости теплообменных аппаратов. Дефекты. Техническое освидетельствование теплообменных аппаратов. Эксплуатация теплообменных аппаратов.

### **Тема 2.2. Энергетические насосы**

Назначение насосов, типы, конструкция насосов. Центробежные насосы, поршневые насосы, насосы объемного типа. Конструкция насосов. Валы, рабочие колеса, уплотнения, разгрузочные устройства, подшипники, проточная часть насоса, корпус насоса. Материалы насоса. Подготовка насоса к пуску. Особенности пуска насосов объемного типа. Особенности пуска насосов, находящихся под вакуумом. Масляные насосы. Топливные насосы.

### **Тема 2.21. Трубопроводы и арматура**

Требования Ростехнадзора к трубопроводам. Категории трубопроводов. Материалы. Конструкция трубопроводов. Компенсаторы, криволинейные элементы. Дренажи, воздушники, компенсаторы, опорно-подвесная система трубопроводов. Прокладка трубопроводов. Обслуживание трубопроводов. Контроль состояния трубопроводов. Техническое освидетельствование трубопроводов. Арматура. Запорная, регулирующая арматура, обратные, перепускные клапаны. Требования к арматуре. Материалы и стали. Конструкция арматуры. Классификация арматуры. Обслуживание арматуры. Неисправности арматуры.

### **Тема 2.22. Водоподготовка. Водно-химический режим**

Роль водоснабжения в технологическом процессе выработки тепловой и электрической энергии. Источники водоснабжения. Возвратные и безвозвратные расходы воды на электростанции.

Циркуляционное водоснабжение. Расход воды на газоохладители генератора. Расход воды

на эжектора. Расход воды на маслоохладители. Техническая вода. Расход воды на охлаждение подшипников вращающихся механизмов. Основные задачи водоподготовки и организация водяного режима котлов и тракта питательной воды, их значение для обеспечения надежной и экономичной эксплуатации оборудования тепловых электростанций.оборот воды в рабочем цикле конденсационной и теплофикационной электростанции.

Исходная природная вода. Примеси природной воды, растворенные в ней соли, влияние их на качество воды. Понятие о жесткости, щелочности и других показателях качества воды. Требования к исходной природной воде, добавочной воде, конденсату турбин, питательной воде, котловой воде, показатели их качества.

Водоподготовительные установки. Причины загрязнения пара: капельный и избирательный унос отложений по паровому тракту. Промывка пароперегревателей.

Водохимические режимы тепловых электростанций.

Деаэрация воды. Ознакомление с принципом работы и конструктивным исполнением деаэраторов различных типов: вакуумных, атмосферных и повышенного давления. Факторы, влияющие на повышение эффективности термической деаэрации воды. Удаление угольной кислоты из пароводяного тракта.

Нормы качества конденсата, подпиточной воды, питательной воды, сетевой воды, пара. Приборы для химического контроля качества воды и пара.

### **Тема 2.23. Системы вентиляции**

Назначение вентиляции и требования к ней. Вентиляционное оборудование и вентиляционные схемы газотурбинных цехов. Необходимая потребность в воздухе и требования к воздуху на выходе из вентиляционной системы. Влияние параметров воздуха на работу газотурбинной установки. Фильтры и глушители. Эксплуатация вентиляционных систем. Основные неполадки.

### **Тема 2.24. Теплотехнические измерения. Контрольно-измерительные приборы, регуляторы ПГУ**

Основные сведения по теплотехническим измерениям.

Измерения температуры. Температурные шкалы. Термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрические пирометры. Термометры сопротивления. Потенциометры. Оптические пирометры. Измерение давления. Манометры. Типы манометров. Тягонапоромеры. Дифференциальные и электроконтактные манометры. Измерительные устройства. Острая диафрагма, сдвоенная диафрагма, сегментная диафрагма. Измерения расхода жидких и газообразных сред. Измерение механических величин: частоты вращения, удлинения турбины, уровней вибрации, мощности. Погрешность измерения.

### **Тема 2.25. Электрическая часть ПГУ**

Генератор и блочный трансформатор, назначение, принцип работы. Полная, активная и реактивная мощность. Номинальные значения основных параметров. Классификация режимов работы генератора. Тепловой контроль генератора. Назначение и принцип работы трансформатора. Блочный трансформатор и его основные узлы. Режим работы блочного трансформатора. Система возбуждения и синхронизации. Назначение системы возбуждения.

Типы возбуждения генераторов. Перевод с рабочего возбуждения на резервное.

Собственные нужды энергоблока ПГУ. Группы механизмов собственных нужд. Схема питания собственных нужд. Защита от минимального напряжения механизмов собственных нужд. Неисправности, приводящие к отключению электродвигателей механизмов собственных нужд. Электродвигатели, применяемые для привода механизмов собственных нужд. Назначение и устройство электрооборудования; электрические схемы

распределительных устройств ПГТУ; устройство и назначение средств измерений электрических параметров, выпрямителей переменного тока; назначение, принцип действия и схемы релейной защиты, электроавтоматики, сигнализации; способы нахождения мест повреждения электрооборудования.

### **Тема 3. Охрана труда, промышленная и пожарная безопасность**

#### **Тема 3.1. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования**

Основные положения правил техники безопасности, при проведении ремонтных работ в котельном цехе. Обязательное знакомство с допустимым напряжением электрического освещения для различных видов работ на оборудовании котельного цеха. Система нарядов-допусков. Обязательные условия предупреждения несчастных случаев с персоналом. Обеспечение персонала защитными средствами. Неукоснительное соблюдение установленных правил эксплуатации оборудования и аппаратуры. Тщательная проверка исправности оборудования и отдельных механизмов. Правила поведения персонала в зоне действия электрооборудования, машин и аппаратов, находящихся под током. Оказание первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током, ожогов и других несчастных случаев. Ответственность за нарушение правил техники безопасности. Требования, предъявляемые к устройству и содержанию производственных помещений, составу и качеству воздуха, его температуре. Борьба с запыленностью и шумом на производстве. Рациональное освещение помещений. Режим работы и отдыха. Питание во время работы. Медицинское и санитарное обслуживание рабочих на электростанциях. Пользование аптечкой первой помощи. Первая помощь при несчастных случаях. Пользование индивидуальным пакетом. Транспортировка пострадавших.

#### **Тема 3.2. Пожарная безопасность. Противопожарные устройства**

Общие сведения и принципы организации пожарной охраны на электростанциях. Права и обязанности лиц, ответственных за противопожарное состояние цеха. Причины возникновения пожаров в цехах и на территории электростанций. Возможные последствия и ущерб. Меры противопожарной безопасности и профилактика в котельном цехе. Правила применения открытого огня на производстве. Правила безопасности при устройстве отопления, вентиляции, электрической проводки и электрооборудования. Средства и методы тушения пожара и правила пользования ими. Пожарные посты. Правила работы вблизи газопроводов. Пожарная сигнализация и связь. Правила поведения в огнеопасных, взрывоопасных местах и при пожарах. Пользование переносными пенными и углекислотными огнетушителями. Элементы, входящие в состав противопожарных систем. Датчики и приборы. Схема пожарной воды, пожарные насосы, пожарные краны, шланги. Схема пенного пожаротушения. Индивидуальные средства пожаротушения. Правила пользования средствами пожаротушения.

#### **Тема 3.3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей**

Организация эксплуатации. Задачи и организационная структура. Подготовка персонала. Ответственность за выполнение правил технической эксплуатации. Территория. Производственные здания, сооружения и санитарно-технические устройства. Техническое водоснабжение. Тепломеханическое оборудование электростанций и тепловых сетей. Топливо-транспортное хозяйство. Газообразное топливо. Паровые и водогрейные котельные установки. Блочные установки тепловых электростанций. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых электростанций и тепловых сетей. Химический контроль. Нормы качества пара и воды. Трубопроводы и арматура. Тепловые сети. Контроль состояния металла. Электрическое оборудование электростанций и сетей.

Электродвигатели. Заземляющие устройства. Освещение. Энергетические масла. Оперативно-диспетчерское управление. Управление оборудованием. Предупреждение и ликвидация аварий. Оперативный персонал.

### **Тема 3.4. Основы промышленной безопасности**

Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

Опасные производственные объекты. Требования промышленной безопасности.

Система государственного регулирования промышленной безопасности и охраны труда.

Обязанности работников при эксплуатации опасного производственного объекта.

Обязанности работников и их ответственность за нарушение требований промышленной безопасности и охраны труда. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности и охраны труда. Порядок расследования аварий и несчастных случаев на производстве. Определение аварии. Общие положения по расследованию причин аварии. Действия персонала при авариях и при возникновении несчастных случаев.

### **Тема 3.5. Правила безопасности систем газоснабжения и газораспределения. Особые требования взрывобезопасности при эксплуатации газотурбинных и парогазовых установок**

Система газоснабжения ГТУ, ПГУ на территории ТЭС. Требования Правил при проектировании систем в составе ПГУ. Обеспечение отключающей арматуры, эффективной вентиляции газовоздушного тракта. Оснащение средствами контроля горелочных устройств. Пусковые устройства, входящие в состав ПГУ. Системы автоматического останова газовых турбин и паровых турбин. Требования к запорной арматуре газопроводов ГТУ, ПГУ и места их установки. Класс герметичности затвора запорной арматуры. Требования к помещениям ППГ, ДКС. Степень огнестойкости помещений. Категория взрывопожароопасности. Система контроля состояния оборудования ДКС. Степень вентиляции помещений. Электроснабжение, электрооборудование ГТУ, ПГУ. Степень защиты стационарных светильников.

Эксплуатация объектов газового хозяйства ГТУ, ПГУ. Виды технического обслуживания и сроки их проведения. Объемы работ при техническом обслуживании, текущем ремонте. Помещения, в которых расположено оборудование систем газоснабжения ГТУ и ПГУ. Сроки проверки параметров предохранительных клапанов. Подготовка к пуску, продолжительность вентиляции газовоздушного тракта. Контроль розжига горелок. Случаи аварийного останова ДКС. Случаи, когда не допускается пуск ГТУ. Случаи аварийного отключения ГТУ действием защит или персоналом. Действия персонала при аварийном останове ГТУ или ПГУ с котлом-утилизатором. Требования к средствам измерения установленным на БЩУ.

Особые требования взрывобезопасности при эксплуатации систем газоснабжения ПГУ.

Требования к производственным инструкциям и технологическим схемам. Работы, выполняемые машинистом энергоблока при эксплуатации газопроводов и газового оборудования по графикам, утвержденным гл. инженером. Требования к управлению электроприводом запорной и регулирующей арматуры ППГ.

Определение терминов «противоаварийная защита», «блокировка», «сигнализация» в системе газоснабжения ПГУ.

Требования к технологическим защитам, блокировкам и сигнализации, введенных в постоянную эксплуатацию. Порядок вывода из работы технологических защит, блокировок и сигнализации. Газоопасные работы. Определение газоопасных работ. Перечень газоопасных работ проводимых в цехе, утвержденный гл. инженером. Форма наряда – допуска. Безопасные методы и приемы работ.

### **Тема 3.6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок**

Термины. Общие положения. Область и порядок применения правил. Требования к персоналу. Оперативное обслуживание. Осмотр электроустановок. Порядок и условия производства работ. Ответственные за безопасность проведения работ их права и обязанности. Организация работ по нарядам и распоряжениям. Организация работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. Подготовка рабочего места и первичный допуск бригады к работе по наряду и распоряжению. Окончание работы, сдача-приемка рабочего места. Закрытие наряда и распоряжения. Включение электроустановок после окончания работ. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения. Меры безопасности при выполнении отдельных работ. Работы в зоне влияния электрического и магнитного полей. Генераторы, электродвигатели, силовые трансформаторы и т.д. Воздушные линии электропередачи. Испытания электрооборудования с подачей повышенного напряжения от постороннего источника. Средства связи, диспетчерского и технологического управления. Устройство релейной защиты и электроавтоматики. Электрическая часть устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит.

### **Тема 3.7. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов**

Общие положения. Назначение и область применения данных Правил. Основные требования к компрессорным установкам (КУ). Помещения компрессорных установок. Борьба с вибрацией. Требования к контрольно-измерительным приборам. Предохранительные и обратные клапаны КУ. Система смазки и охлаждения КУ. Требования к воздухоборникам и газосборникам. Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования КУ. Случаи аварийного останова компрессора. Контроль за работой компрессора. Арматура и трубопроводы КУ.

### **Тема 3.8. Правила безопасности при использовании неорганических жидких кислот и щелочей**

Общие положения. Объекты, связанные с транспортированием, хранением, наливом, сливом неорганических щелочей и кислот. Технологическое оборудование, трубопроводы и арматура. Системы контроля, управления, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты технологических процессов. Хранение кислот и щелочей. Техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования. Средства индивидуальной защиты

### **Тема 3.9. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов**

Назначение и область применения правил. Ответственность за нарушение правил. Анализ аварий и несчастных случаев, порядок их расследования. Общие требования, предъявляемые правилами и конструкции котлов. Цель и порядок проведения гидравлического испытания.

Паспорт и маркировка котла. Требование к предохранительным устройствам, настройка порядок и сроки проверки предохранительных клапанов. Требование правил предъявляемые к контрольно – измерительным приборам (указатель уровня жидкости, манометры, приборы для измерения температуры). Назначение защиты и блокировок котла, сроки их проверки.

Водно-химический режим котлов. Обязанности машиниста энергоблока при работе согласно настоящих правил. Сверка дублирующих измерительных приборов с приборами, установленными на оборудовании. Аварийный останов котла, действия машиниста блока котла при аварийной остановке. Регистрация котлов. Что включает в себя техническое

освидетельствование, кто проводит, сроки проведения, внеочередное освидетельствование.

Разрешение на эксплуатацию. Организация ремонта.

### **Тема 3.10. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением**

Ответственность за нарушение правил. Анализ аварийности и травматизма. Отступление от настоящих правил. Документация завода изготовителя на сосуд, работающий под давлением.

Допуск к монтажу, наладке, ремонту, сосудов работающих под давлением. Наружный, внутренний осмотры. Гидравлическое испытание. Цель проведения, порядок подготовки и проведение технического освидетельствования. Пневматическое испытание и порядок его проведения. Первичное, периодическое, внеочередное техническое освидетельствование, кто проводит. В каких случаях работа сосуда перевозится на пониженные параметры. Разрешение на ввод в эксплуатацию. Организация надзора за безопасной эксплуатацией сосуда работающего под давлением. Случаи аварийного останова сосуда предусмотренные правилами.

Ведение оперативной документации. Организация ремонта сосуда работающего под давлением.

### **Тема 3.11. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды**

Область применения настоящих правил. Ответственность МБ за нарушения правил. Анализ аварий и несчастных случаев. Контроль теплового расширения трубопроводов. Гидравлическое испытание трубопроводов. Регистрация трубопроводов. Техническое освидетельствование, цель и сроки его проведения. Разрешение на ввод в эксплуатацию. Организация безопасной эксплуатации трубопроводов. Порядок и сроки проверки исправности контрольно – измерительных приборов и предохранительных клапанов. Организация ремонта, оформление документации при выводе в ремонт трубопроводов.

### **Тема 3.12. Правила выполнения комплекса реанимации на роботе-тренажере**

Обучение навыкам реанимации на роботе-тренажере «ГОША».

- диагностика терминального состояния;
- прекардиальный удар;
- искусственная вентиляция легких;
- непрямой массаж сердца;
- устойчивое физиологическое положение пострадавшего.