

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ КУРСА**  
**«Базовые знания по АЭС с ВВЭР-1200 для подготовки персонала АЭС»**

**Количество академических часов: 240 ак. часов.**  
**Форма обучения: заочная.**

**Программа курса обучения включает:**

**Базовый курс. Основная часть**

**Модуль 1. Основы технологического процесса АЭС с РУ ВВЭР-1200**

**Тема 1.1. Основы технологического процесса АЭС с РУ ВВЭР-1200**

**1.1.1. Получение и преобразование ядерной энергии на АЭС.** Особенности урана как источника энергии, основные преимущества и недостатки атомной энергетики по сравнению с другими отраслями, основные этапы преобразования энергии на АЭС. Принципиальная схема АЭС с РУ ВВЭР-1200, основные технологические параметры АЭС с РУ ВВЭР-1200.

**1.1.2. Система идентификации KKS.** Процедура KKS-идентификации оборудования тепловой энергетики в применении к технологии АЭС с РУ ВВЭР-1200. KKS кодирование, основные компоненты, входящие в структуру KKS кода, основные элементы принципиальной схемы АЭС с KKS кодами.

**1.1.3. Основное оборудование двухконтурной АЭС.** Назначение основного оборудования первого и второго контура двухконтурной АЭС. Расположение основного оборудования на площадке.

**1.1.4. Проектные основы АЭС с РУ ВВЭР-1200.** Ключевые технические решения АЭС с РУ ВВЭР-1200, основные требования к оборудованию.

**Модуль 2. Сравнение проектов АЭС на основе РУ с водой под давлением**

**Тема 2.1. Сравнение проектов АЭС на основе РУ с водой под давлением**

**2.1.1. Сравнение российских проектов АЭС с РУ ВВЭР.** Основные различия проекта ЛАЭС-2 от проекта АЭС с ВВЭР-1000; НВАЭС-2; АЭС с ВВЭР ТОИ. Основные принципы безопасности, реализуемые при проектировании АЭС. Технические различия между поколениями АЭС с ВВЭР.

**2.1.2. Сравнение АЭС на основе РУ ВВЭР-1200 с зарубежными проектами.** Ключевые особенности российских АЭС в сравнении с зарубежными АЭС, основные технологические отличия различных проектов АЭС с реактором ВВЭР-1200 от зарубежных проектов АЭС-аналогов.

**Модуль 3. Организация строительства АЭС**

**Тема 3.1. Организация строительства АЭС**

**3.1.1. Организация строительства АЭС. График сооружения АЭС.** Основные ключевые события. Основные требования к площадке проектируемой АЭС. Основные этапы строительства АЭС.

**Модуль 4. Организация работ по вводу в эксплуатацию АЭС**

**Тема 4.1. Организация работ по вводу в эксплуатацию АЭС**

**4.1.1. Организация работ по вводу в эксплуатацию энергоблока АЭС.** Основные участники ввода в эксплуатацию энергоблока АЭС и их обязанности. Структура организации работ по вводу в эксплуатацию энергоблока АЭС. Цель и функции группы руководства пуском, приемной комиссии, рабочей комиссии и рабочих подкомиссий. Этапы и цели пусконаладочных работ, порядок проверки готовности энергоблока АЭС к проведению этапов (подэтапов) ввода в эксплуатацию, порядок приемки объектов пускового комплекса блока.

## **Модуль 5. Теоретические основы функционирования тепломеханического оборудования**

### **Тема 5.1. Ядерная физика и теория реакторов**

**5.1.1. Ядерная физика.** Строение атома, свойства и состав атомного ядра, свойства ядерных сил и явление радиоактивности. Свойства и состав атомного ядра. Понятие энергии связи ядра, силы, действующие на частицы ядра. Модели, используемые при рассмотрении атома, явление радиоактивности, ядерные реакции, и их виды.

**5.1.2. Цепная ядерная реакция деления.** Особенности процесса деления тяжелых ядер. Характеристика продуктов деления и процессов, сопровождающих реакцию деления. Значение нейтронов в цепной реакции деления, источники нейтронов в ядерном реакторе. Понятие «критичность реактора», распределение потоков быстрых и тепловых нейтронов по объему реактора, способы выравнивания нейтронного поля.

**5.1.3. Управляемая ядерная реакция деления.** Понятие реактивности и запаса реактивности. Эффекты, связанные с изменением температуры компонентов активной зоны. Кинетика выгорания ядерного топлива, состав топливной загрузки и ее влияние на режим работы реактора и эксплуатационный запас реактивности. Кинетика накопления вторичных делящихся веществ, физический процесс воспроизводства ядерного топлива. Кинетика отравления ядерным топливом, шлакования ядерного топлива. Характеристика стационарного и нестационарного отравления и шлакования Xe и Sm. Механизм выделения тепла в ядерных реакциях. Основные причины неравномерности энерговыделения в активной зоне.

### **Тема 5.2. Термодинамика**

**5.2.1. Основы термодинамики.** Понятие «идеальный газ», работа газа в термодинамике, и геометрическое толкование работы. Первый закон термодинамики. Понятие энтальпии. Термический КПД цикл, процессы, составляющие цикл Карно, формула для определения КПД цикла Карно. Второй закон термодинамики. Концепция энтропии. Цикл Карно на TS-диаграмме.

**5.2.2. Термодинамические процессы.** Основные понятия, связанные с водяным паром. Циклы Ренкина, с перегревом пара, с промежуточным перегревом пара и регенеративный на TS-диаграмме. Влияние перегрева и регенерации пара на эффективность турбинной установки. Влияние вакуума в конденсаторе на КПД турбинной установки. Преимущества многоступенчатой турбины над одноступенчатой, принцип работы холодильных установок.

### **Тема 5.3. Теплообмен. Теплообменные аппараты**

**5.3.1. Основы теплообмена.** Виды теплообмена, факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи, процессы теплоотдачи при вынужденном и свободном течении жидкости. Основные виды кипения, причины возникновения кризисов теплообмена 1-го и 2-го рода при кипячении, определение запаса до кризиса теплообмена. Основные виды конденсации, природа теплового излучения.

**5.3.2. Теплообменные аппараты.** Классификация теплообменников по принципу действия. Преимущества противотока над попутным потоком. Конструкция пластинчатых теплообменников. Конструкция основных типов кожухотрубных теплообменников.

### **Тема 5.4. Гидравлика, насосы, вентиляторы, арматура**

**5.4.1. Основы гидравлики.** Основные понятия из физических основ гидро- и газодинамики, основные физические свойства жидкостей и газов. Основные понятия и законы гидравлики, виды и причины гидравлических сопротивлений

**5.4.2. Насосы, вентиляторы, нагнетатели.** Классификация насосов, вентиляторов и нагнетателей в соответствии с методологией, применяемой на АЭС. Принцип действия насосов различных типов, работа нагнетателей в сети, принцип работы и конструкцию различных типов вентиляторов.

**5.4.3. Трубопроводы, арматура, фильтры, сосуды.** Назначение трубопроводов, фитингов, фильтров и сосудов на АЭС, основные требования к трубопроводам АЭС, классификация трубопроводной арматуры (по назначению, по типу рабочего органа, по принципу действия), требования к различным видам арматуры АЭС. Основные типы и назначение фильтров и сосудов.

## **Модуль 6. Оборудование и системы реакторного отделения**

### **Тема 6.1. Реакторная установка**

**6.1.1. Состав и основное оборудование I контура.** Системы и элементы I контура, принципиальная схема I контура, назначение основных систем и оборудования I контура.

**6.1.2. Конструкция ВВЭР.** Назначение реактора и внутрикорпусных устройств, оборудование, входящее в состав реакторной установки, назначение конструктивных элементов ВВЭР-1200.

**6.1.3. Активная зона. Назначение и конструкция.** Назначение и основные характеристики основных компонентов активной зоны реактора ВВЭР-1200.

**6.1.4. Конструкция парогенератора, ГЦН, ГЦТ и системы компенсации давления.** Назначение и конструкция парогенератора, главного циркуляционного насоса, главной циркуляционной турбины и системы компенсации давления.

### **Тема 6.2. Системы нормальной эксплуатации, системы безопасности и системы управления запроектными авариями**

**6.2.1. Системы нормальной эксплуатации.** Назначение и состав систем: подпитки и борного регулирования (КВА), подачи «чистого» конденсата (КВС-1), хранения теплоносителя (КВВ), продувки парогенераторов (LCQ1), сжигания водорода (KPL1), очистка радиоактивного газа (KPL2), очистки сдувок из баков (KPL 3), охлаждения топливного бассейна (ФАК), дренажа оборудования здания реактора (КТА), промконтур охлаждения ответственных потребителей (КАВ), системы очистки теплоносителя I контура (КВЕ).

**6.2.2. Системы безопасности.** Необходимость, назначение, функции и состав основных систем безопасности на АЭС. Системы и элементы безопасности по характеру выполняемых ими функций. Назначение, состав принципов работы защитных систем безопасности. Основные локализирующие системы и элементы безопасности, назначение, состав, принцип работы локализирующих систем и элементов безопасности. Основные обеспечивающие системы безопасности, назначение, состав и принцип работы обеспечивающих систем безопасности.

**6.2.3. Средства управления запроектными авариями.** Необходимость средств управления запроектными авариями, назначение и функции каждой из этих систем. Назначение и состав систем управления запроектными авариями: пассивного отвода тепла от парогенератора (JNB), пассивного отвода тепла от защитной оболочки (JMP), локализации расплава (JMR), использования воды шахт ревизии внутрикорпусных устройств (JNB90).

## **Модуль 7. Оборудование и системы турбинного отделения**

## **Тема 7.1. Принципиальная схема второго контура. Паротурбинная установка**

**7.1.1. Второй контур и паротурбинная установка.** Назначение, технологическую схему, конструкционные и технические характеристики паротурбинной установки. Тепловая схема II контура АЭС.

## **Тема 7.2. Технологические системы турбинного отделения**

**7.2.1. Основные технологические системы паротурбинной установки.** Назначение, функции и технологическая схема систем: LBA-паропроводы свежего пара, MAG - Конденсаторы турбины, LCA-Основной конденсат, LAA – Деаэрация питательной воды, LAB - Основная питательная вода, LAN - Вспомогательная питательная вода.

**7.2.2. Вспомогательные технологические системы паротурбинной установки.** Назначение и технологическая схема систем: LBG - Трубопроводы собственных нужд, PA - Основная охлаждающая вода, PC - Охлаждающая вода неотчетственных потребителей, PGB - Промышленный контур охлаждения неотчетственных потребителей, LCU - Подпиточная вода, LBJ - Сепаратор-пароперегреватель, LAD - Регенерация высокого давления, LCC - Регенерация низкого давления.

**7.2.3. Системы турбогенераторной установки.** Назначение, функция технологической схемы систем: MAN – БРУ-К (байпас турбины), LBW - Уплотнения турбины, MAJ - Вакуумирование конденсаторов турбины, MVA – Маслоснабжение регулирования турбины, MVL - Гидроподъем, MAX - Маслоснабжение регулирования турбины, МКFO1 - Водяное охлаждение статора и нажимных колец, МКF50 - Водяное охлаждение ротора и сердечника статора, PАН, PВВ - Шариковая очистка трубок конденсатора.

## **Модуль 8. Системы электроснабжения АЭС**

### **Тема 8.1. Электротехника. Электрические машины**

**8.1.1. Электротехника. Физические явления и процессы, происходящие в электромагнитном поле.** Понятие и явления электростатического поля. Фундаментальные законы и правила, которые описывают поведение электромагнитного поля. Постоянный и переменный ток. Явления взаимной индукции и самоиндукции.

**8.1.2. Электрические машины.** Конструкция и принцип работы трансформатора, электрогенератора, электродвигателя.

### **Тема 8.2. Системы электроснабжения АЭС**

**8.2.1. Главная электрическая схема блока АЭС.** Генератор, система возбуждения, блочные трансформаторы. Назначение и состав главной схемы электрических подключений энергоблока. Назначение, конструкционные решения и технические характеристики генератора, системы возбуждения, блочных трансформаторов. Назначение и основные характеристики генератора, системы возбуждения генератора, блочного трансформатора, электрической схемы системы выработки электроэнергии АЭС, автотрансформатора связи, назначение шунтирующего реактора.

**8.2.2. Система собственных нужд (Система электроснабжения собственных нужд нормальной эксплуатации).** Назначение и состав системы аварийного электрооборудования, системы нормальной эксплуатации и системы надежного электроснабжения нормальной эксплуатации. Назначение и конструкция трансформаторов собственных нужд, секций комплектных распределительных устройств 10 кВ для нормальной эксплуатации, электрическая схема надежной системы электроснабжения нормальной эксплуатации, секций комплектных распределительных устройств 0,4 кВ, щита постоянного тока.

**8.2.3. Система собственных нужд (Системы аварийного электроснабжения).** Назначение и состав системы аварийного электроснабжения, составные части системы аварийного электроснабжения, назначение и конструкция комплектных распределительных устройств системы аварийного

электроснабжения, дизель-генератора системы аварийного электроснабжения, аккумуляторных батарей системы аварийного электроснабжения, системы электроснабжения запроектных аварий.

## **Модуль 9. Системы контроля и управления блоком**

### **Тема 9.1. Системы сбора, обработки и передачи информации. Автоматическое регулирование**

**9.1.1. Средства измерений.** Общие принципы и методы измерений. Устройство, назначение и принцип работы блоков измерения температуры, средств измерения давления, средств измерений расхода, средств измерений уровня.

**9.1.2. Обработка и передача информации.** Основные требования к обработке и передаче информации на АЭС. Основные технологические решения в части обработки и передачи информации, используемые на АЭС с РУ ВВЭР-1200.

**9.1.3. Принципы и организация работы систем и устройств автоматики.** Принципы автоматического регулирования, основные законы регулирования. Программно-технические средства, используемые на АЭС с РУ ВВЭР-1200.

### **Тема 9.2. Системы контроля и управления блоком**

**9.2.1. Системы и средства контроля и управления, обеспечивающие нормальную эксплуатацию.** Назначение, функции, структурные уровни и подсистемы АСУ ТП.

**9.2.2. Системы и средства контроля и управления системами безопасности.** Структура и принцип построения системы контроля и управления системами безопасности, основное оборудование, применимое в системе контроля и управления системами безопасности. Назначение основного оборудования, используемого в системе контроля и управления системами безопасности.

**9.2.3. Системы и средства диагностики дефектов РУ.** Структура и принцип построения системы диагностики дефектов реакторной установки. Основное оборудование, используемое в системе оценки диагностики дефектов реакторной установки. Назначение основного оборудования, используемого в системе оценки диагностики дефектов реакторной установки.

**9.2.4. Системы и средства контроля целостности и работоспособности барьеров.** Структура и принцип построения системы мониторинга целостности и работоспособности барьеров. Основное оборудование, применяемое в системе контроля целостности и работоспособности барьеров, и его назначение.

**9.2.5. Системы и средства контроля пожаробезопасности АЭС.** Структура и принцип построения систем пожарной безопасности для АЭС. Основное оборудование, применяемое в системах пожарной безопасности АЭС, и его назначение.

**9.2.6. Системы и средства управления и контроля и мощности.** Назначение оборудования для контроля нейтронного потока, внутриреакторной системы контроля, автоматизированного регулятора мощности реактора (АРМ), групповой и индивидуальной системы контроля ОР СУЗ, систем АЗ, ПЗ-1, ПЗ-2, УПЗ, РОМ. Система регулирования турбины. Принцип действия приводов ОР СУЗ.

## **Модуль 10. Режимы эксплуатации блока**

### **Тема 10.1. Режимы эксплуатации блока АЭС**

**10.1.1. Режимы нормальной эксплуатации.** Определение нормальной эксплуатации. Эксплуатационные условия реакторной установки для различных состояний: «работа на мощности», «реактор на МКУ», «горячее», «холодное», «останов для ремонта», «останов для перегрузки». Основные этапы перехода реакторной установки из различных стационарных состояний.

**10.1.2. Режимы нарушения нормальной эксплуатации.** Определение отклонения от режима нормальной эксплуатации. Определение предела безопасной эксплуатации, эксплуатационных пределов и условий безопасной эксплуатации АЭС.

**10.1.3. Проектные аварии.** Основные определения: «Авария», «Проектная авария», «Предаварийная ситуация», «Управление аварией», «Ядерная авария». Режим «Выброс регулирующего органа», режим «Мгновенное заклинивание или поломка вала главного циркуляционного насоса». Режимы, связанные с разуплотнением первого и второго контура. Аварии с топливом при проведении ТТО.

**10.1.4. Запроектные аварии.** Сравнительный анализ проектных и запроектных аварий. Определение КФБ. Организация управления запроектными авариями, контроль состояния КФБ-1 «Подкритичность активной зоны реактора», восстановление КФБ-1 «Подкритичности активной зоны реактора».

## **Модуль 11. Обеспечение безопасности АЭС**

### **Тема 11.1. Обеспечение безопасности АЭС**

**11.1.1. Пределы и условия безопасной эксплуатации.** Эксплуатационные пределы. Принципы обеспечения безопасности АЭС. Принцип глубокоэшелонированной защиты, технические принципы, положенные в основу безопасности АЭС. Классификация систем и элементов АЭС. Понятия «Предотвращение аварии», «Ослабление аварии».

## **Модуль 12. Химические технологии ЭБ. Системы и оборудование химического цеха**

### **Тема 12.1. Поддержание качества рабочих сред**

**12.1.1. Основы химической технологии.** Основные законы, определения и принципы химической технологии. Основные свойства вещества. Классы неорганических веществ. Периодический закон Д.И. Менделеева. Определения основных чисел атома (порядковый номер, масса, массовое число). Необратимые и обратимые реакции.

**12.1.2. Поддержание качества рабочих сред АЭС.** Классификация рабочих сред АЭС, способы поддержания их качества и источники загрязнений.

**12.1.3. Вода и ее свойства.** Физические и химические свойства воды. Применение воды как теплоносителя в ядерных энергетических установках. Технологические показатели качества воды. Процесс радиолиза воды.

**12.1.4. Методы очистки воды (ультрафильтрация, обратный осмос, ионный обмен).** Процесс ультрафильтрации, ультрафиолетового обеззараживания, обратного осмоса, ионного обмена.

### **Тема 12.2. Химические технологии ЭБ. Системы и оборудование химического цеха**

**12.2.1. ВХР I и II контура.** Основные термины и определения с точки зрения водно-химического режима I и II контуров. Источники загрязнения теплоносителя I контура. Краткая характеристика реагентов, используемых в I контуре. Ограничения по эксплуатации энергоблока при отклонениях нормируемых показателей качества теплоносителя I контура АЭС. Задачи водно-химического режима II контура. Источники загрязнения теплоносителя II контура. Краткая характеристика реагентов, используемых во II контуре. Методы обеспечения и поддержания водно-химического режима II контура. Организация консервации конденсатно-питательного тракта, требования к водно-химическому режиму систем водяного охлаждения турбогенератора.

**12.2.2. Системы поддержания ВХР I и II контуров.** Назначение, работа и конструкция различных типов фильтров. Принцип работы УФ-фильтра, мембранных фильтров, перечислить типы мембранных фильтров, используемых в энергоблоке. Методы дегазации воды, назначение выпарного аппарата.

## **Модуль 13. Общестанционные системы**

### **Тема 13.1. Общестанционные системы АЭС**

**13.1.1. Общестанционные системы.** Назначение и состав общестанционных систем, хозяйства по огнестойкого масла ОМТИ, хозяйства трансформаторного масла, дизельного хозяйства, комбинированного газового корпуса (00UTF), хранилища баллонов с газом (USK), пускорезервной котельной.

**13.1.2. Системы пожаротушения.** Назначение, функции, состав систем пожаротушения и особенности их применения. Организация противопожарного водоснабжения, состав и места применения систем автоматического водяного пожаротушения, систем автоматического газового пожаротушения.

## **Модуль 14. Системы и оборудование цеха вентиляции**

### **Тема 14.1. Системы и оборудование вентиляции и кондиционирования АЭС**

**14.1.1. Системы и оборудование вентиляции и кондиционирования.** Принципы организации вентиляции помещений на энергоблоке, требования к системам вентиляции АЭС.

## **Модуль 15. Основы радиационной безопасности**

### **Тема 15.1. Основы радиационной безопасности**

**15.1.1. Обеспечение минимально достижимого уровня профессионального облучения.** Основные термины и определения радиационной безопасности, основные правила и требования в части организации радиационной безопасности. Основные виды ионизирующего излучения, их характеристики, взаимодействие с биологическими тканями, проникновение и защиту от данных излучений. Основные источники ионизирующего излучения, воздействующие на обслуживающий персонал АЭС. Основные дозиметрические величины, дать их определения.

**15.1.2. Источники радиации. Оборудование, содержащее радиоактивные вещества.** Основные помещения АЭС, представляющие радиационную опасность в условиях эксплуатации и остановки энергоблока АЭС

### **Тема 15.2. Системы и оборудование ОРБ**

**15.2.1. Оценка дозовых нагрузок при эксплуатации.** Виды радиационного контроля на АЭС. Назначение, цели, задачи и порядок проведения текущего и оперативного дозиметрического контроля внешнего облучения персонала АЭС при нормальной эксплуатации. Основные способы и мероприятия по ограничению внешнего и внутреннего облучения персонала при эксплуатации энергоблоков АЭС.

**15.2.2. Обеспечение радиационной безопасности.** Основные технические средства и организационные меры по обеспечению радиационной безопасности АЭС. Разделение помещений АЭС на категории. Организация, назначение АЭС и состав санитарно-пропускного режима на АЭС. Практическое применение принципа ALARA в условиях нормальной эксплуатации и в условиях фактической или потенциальной радиационной опасности АЭС.

**15.2.3. Действия персонала в зоне действия ионизирующего излучения и при возникновении радиационной аварии.** Назначение, характеристики и порядок использования основных средств индивидуальной защиты персонала, предназначенных для работы в полях ионизирующего излучения при нормальной эксплуатации АЭС и в аварийных ситуациях. Организационные мероприятия, а также требования к персоналу АЭС, обеспечивающие радиационную безопасность при производстве радиационно-опасных работ на АЭС. Порядок оказания первой помощи при радиационном поражении. Действия при срабатывании сигнализации радиационной опасности в помещениях ЗКД. Приборы, используемые на АЭС для текущего, оперативного и аварийного контроля внешнего облучения персонала.

Организация дозиметрического контроля внутреннего облучения персонала, организация контроля и учета индивидуальных доз облучения, полученных персоналом АЭС.

## **Модуль 16. Культура безопасности**

### **Тема 16.1. Культура безопасности**

**16.1.1. Основные компоненты концепции КБ.** Реализация на практике КБ. Понятие культуры безопасности с точки зрения различных уровней, основные термины, а также актуальные проблемы внедрения культуры безопасности на АЭС. Два фундаментальных компонента культуры безопасности, структура взаимосвязи основных компонентов культуры безопасности. Содержание понятия «Критическая позиция», понятия «Регламентированный подход», понятия «Коммуникативность». Основные проблемы внедрения культуры безопасности.

## **Базовый курс. Дополнительные модули**

### **Модуль 1. Аварийное планирование**

**Тема 1.1. Необходимый потенциал аварийного планирования защиты населения в случае аварийной ситуации на атомной электрической станции (АЭС).** Общие принципы аварийного планирования защиты населения в случае аварийной ситуации на АЭС. Система оценки потенциальной опасности, планы и процедуры аварийного реагирования, аварийные зоны и расстояния за пределами площадки АЭС. Систему идентификации, уведомления и активизации аварийной готовности.

**Тема 1.2. Основные меры аварийной готовности и реагирования в случае аварийной ситуации на АЭС.** Основная концепция аварийной готовности и реагирования в случае аварийной ситуации на АЭС. Срочные защитные действия, ранние защитные действия и другие меры реагирования. Концепция уровней вмешательства и проведение мониторинга. Основные принципы информирования населения и лиц, принимающих решения.

### **Модуль 2. Вопросы физической ядерной безопасности (далее – ФЯБ)**

**Тема 2.1. Меры физической ядерной безопасности для минимизации рисков на протяжении срока службы АЭС.** Системный подход к формированию и проектированию системы ФЯБ, роль и функции системы учета и контроля ядерных материалов на АЭС. Назначение плана ФЯБ как части выдаваемой лицензии.

**Тема 2.2. Несанкционированные действия и их потенциальные последствия для АЭС (на протяжении срока службы АЭС).** Возможные потенциальные последствия несанкционированных действий на площадке АЭС. Аспекты ФЯБ, относящиеся к различным этапам эксплуатации АЭС. Характеристика ядерной энергетической установки с точки зрения ФЯБ. Последствия саботажей на ядерноопасном объекте.

**Тема 2.3. Угрозы физической и кибербезопасности для АЭС.** Сфера и применение физической ядерной безопасности. Роль оценки угроз и проектной угрозы в физической защите АЭС. Общая классификация субъектов угрозы – противников.

### **Модуль 3. Обеспечение охраны окружающей среды АЭС**

**Тема 3.1. Воздействие АЭС на окружающую среду на разных стадиях жизненного цикла.**

**3.1.1. Понятие окружающей среды и виды антропогенных воздействий на окружающую среду.** Основные принципы и задачи управления в области охраны окружающей среды.

**3.1.2. Воздействие АЭС на окружающую среду на этапах эксплуатации и вывода из эксплуатации.** Виды воздействий на окружающую среду применительно к стадиям жизненного цикла АЭС.

**Тема 3.2. Процедуры и инструменты экологического контроля.**



**3.2.1. Оценка воздействия на окружающую среду.** Оценка воздействия на окружающую среду как обязательный инструмент охраны окружающей среды.

**3.2.2. Экологический мониторинг.** Основные процедуры и инструменты контроля, применяемые для обеспечения охраны окружающей среды.

#### **Модуль 4. Обращение с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом**

**Тема 4.1. Переработка твердых и жидких РАО на АЭС.** Классификация РАО на АЭС. Основные стадии обращения с РАО АЭС, система обращения с твердыми и жидкими РАО, установки переработки твердых РАО.

#### **Модуль 5. Металлы и сплавы, применяемые на АЭС**

**Тема 5.1. Металлы и сплавы, применяемые на АЭС.** Классификация сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Влияние искусственного интеллекта на конструкционные материалы.

#### **Модуль 6. Обеспечение качества на АЭС**

**Тема 6.1. Особенности новых версий стандартов Международной организации по стандартизации на системы менеджмента в области качества, экологии, охраны труда, энергоменеджмента и возможность их интеграции в единую систему управления организацией.** Принципы построения систем менеджмента качества и требования к программам обеспечения качества. Общие требования новых версий различных стандартов на системы менеджмента, позволяющие их интегрировать в единую систему управления. Преимущества интеграции систем менеджмента. Требования к программам обеспечения качества.

#### **Модуль 7. Организация эксплуатации АЭС**

**Тема 7.1. Организация эксплуатации АЭС.**

**7.1.1. Организационная структура АЭС.** Основные цеха, департаменты, отделы входящие в структуру АЭС, основные отличия цеховой и безцеховой структуры АЭС.

**7.1.2. Организация оперативной эксплуатации.** Факторы, влияющие на надежность оборудования АЭС. Определения «оперативное управление» и «оперативное ведение». Классификация оборудования АЭС по оперативной подчиненности. Обязанности и задачи оперативного персонала при эксплуатации энергоблоков АЭС, действия оперативного персонала при нарушении условий нормальной эксплуатации. Оперативные переключения на АЭС, переключения в технологических схемах на АЭС.

#### **Модуль 8. Опыт эксплуатации**

**Тема 8.1. Опыт эксплуатации.** Система анализа и использования опыта эксплуатации АЭС, основные задачи системы, основные документы нормативной основы организации. Управление функционированием системы анализа и использования опыта эксплуатации АЭС. Система организации человеческих ресурсов, система статистических, аналитических материалов и материалов обратной связи.

#### **Модуль 9. Основы безопасности на АЭС**

**Тема 9.1. Основы безопасности на АЭС.**

**9.1.1. Основы безопасности и охраны труда персонала АЭС.** Основные требования безопасности и охраны труда персонала АЭС, положения законодательства Российской Федерации о труде и охране труда, правовые источники требований охраны труда. Особенности применения трудового законодательства на объектах использования атомной энергии. Требования к персоналу АЭС и системе подготовки персонала к выполнению должностных обязанностей.

**9.1.2. Основные положения пожарной безопасности на АЭС.** Основные требования к организации работ по обеспечению пожарной безопасности и тушению пожаров на АЭС.

**9.1.3. Основы промышленной безопасности.** Основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Процесс идентификации и регистрации опасных производственных объектов. Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

## **Модуль 10. Человеческий фактор в производственной деятельности**

**Тема 10.1. Факторы, оказывающие влияние на ошибочные действия персонала.** Понятие «человеческий фактор». Факторы, влияющие на ошибки персонала, способы выявления причин возникновения ошибок, меры предотвращения ошибок.

## **Модуль 11. Взаимодействие с заинтересованными сторонами**

**Тема 11.1. Методы и инструменты взаимодействия с заинтересованными сторонами в ходе строительства, эксплуатации и декомиссии АЭС.**

**11.1.1. Методы, средства и инструменты взаимодействия в штатной ситуации.** Существующие принципы, методы и средства взаимодействия с заинтересованными сторонами. Методы и средства вовлечения заинтересованных сторон в деятельность организации. Необходимые ресурсы для реализации программы.

**11.1.2. Кризисная коммуникация.** Существующие принципы, методы и средства взаимодействия с заинтересованными сторонами в случаях аварийных ситуаций. Необходимые ресурсы для взаимодействия.