

ВОПРОСЫ ВЫХОДНОГО КОНТРОЛЯ

1. Характеристика АЭС и ЭБ как технологических объектов управления. Основные функции и признаки АСУ ТП ЯЭУ(АЭС). Основные особенности контроля и управления РУ.
2. Требования к системам и элементам АЭС по различным аспектам их классификации по безопасности. Основные понятия. Разделение систем и оборудования ЯЭУ, исходя из требований безопасности. Три фундаментальных функции безопасности.
3. Четыре класса безопасности систем, оборудования, элементов ЯР. Детализация элементов и оборудования по классам безопасности. Классификационное обозначение символом, отражающим назначение элемента.
4. Поточная сущность структуры энергоблока. Состав, функции, сложность систем АЭС, обеспечивающих выработку электроэнергии. Основные особенности атомного энергоблока, определяющие требования к средствам автоматизации.
5. Методы управления энергоблоком. Основные требования ТОУ к АСУ ТП АЭС. Два уровня управления АСУ ТП АЭС. Их функции. Необходимость повышения уровня автоматизации управления энергоблоком.
6. Три уровня иерархии АСУ ТП АЭС. Режимы работы АСУ ТП АЭС. Информационные, управляющие, системные функции АСУ ТП АЭС. Средства низовой автоматики АСУ ТП АЭС. СППИ, подсистема дистанционного управления, БЩУ, РЩУ, МЩ, СВБУ.
7. Подсистемы ИВС, СКУД, СВРК, СОД, СУЗ, УСБТ, СКУ РО, АСРК, СКВМ, СКУ ПЗ, СКУ ТО, СКУ ЭО, АСХК, САРП.
8. Работа АСУ ТП на примере простейшей локальной системы управления нормальной эксплуатации. Индивидуальное управление, функционально-групповое управление, автоматическое управление. Типовые каналы измерения и управления, исполнительные механизмы.
9. РСУ, требования к РСУ, структура и ее элементы, контроллеры и их архитектура, резервирование РСУ, операторские станции.
10. Системы с голосованием, принцип работы для дискретных и аналоговых сигналов, резервирование процессоров, требования при выборе контроллера РСУ.
11. Полевой ввод/вывод, главные компоненты, типы модулей и их особенности. Коммуникация между контроллером и подсистемой ввода/вывода, надежность и безотказность, технические требования к полевым шинам. Методы обеспечения отказоустойчивости коммуникационных сетей.
12. Классификация ЯР, Преимущества и недостатки реакторов РБМК, ВВЭР, ФВР. Поколения ЯР. Общие соображения и особенности управления для

- различных ЯР.
13. Принцип самозащищенности реакторной установки, Барьеры безопасности. Пассивные и активные системы безопасности. Проектные и запроектные аварии. Эшелонированность системы управления ЯР.
 14. Физические параметры ЯР. Простейшие сосредоточенные математические модели ЯР. Роль запаздывающих нейтронов. Изменчивость величины $\beta_{\text{э}}$ в процессе кампании активной зоны. Время запаздывания. Ценность запаздывающих нейтронов.
 15. Причины изменения реактивности в нестационарных режимах. Представление ЯР как динамической системы. Температурный эффект реактивности.
 16. Номинальная средняя температура ЯР. Интегральные и дифференциальные зависимости реактивности от температуры. Ядерная и плотностная составляющие ТЭР. Влияние на реактивность температуры топлива.
 17. Мощностной эффект реактивности реактора. Эффект Доплера. Статические характеристики ЯР при переменном расходе теплоносителя и динамические характеристики ЯР при резком изменении мощности ЯР.
 18. Саморегулирование реактора и оптимальный МКР. Пустотный и геометрический эффекты реактивности.
 19. Вывод уравнения общего изменения реактивности при изменениях температуры. Влияние содержания борной кислоты в теплоносителе ВВЭР на суммарный температурный коэффициент реактивности.
 20. Отравление реактора, его особенности. Количественные меры отравления ЯР. Схема образования и убыли ^{135}Xe . Дифференциальные уравнения отравления реактора ксеноном.
 21. Стационарное отравление реактора ксеноном. Величина стационарного отравления ксеноном и определение потерь запаса реактивности при стационарном отравлении реактора ксеноном. Кривые стационарных отравлений реактора.
 22. Характер роста потерь запаса реактивности из-за отравления ^{135}Xe первоначально разотравленного реактора в первый период работы на постоянном уровне мощности. Время наступления стационарного отравления реактора. Переотравление после останова реактора («йодная яма»).
 23. О соотношении скоростей β -распада ^{135}I и ^{135}Xe в реакторе. Механизм образования «йодной ямы» после останова. Факторы, определяющие характеристики йодных ям. Опасность йодной ямы. Оперативный запас реактивности ЯР. Оперативное время и время вынужденной стоянки ЯР.
 24. Переотравления реактора ксеноном после понижения и повышения уровня мощности. Расчёт изменений потерь реактивности за счёт переотравлений реактора. Ксеноновые волны.
 25. Кинетика реактора в точечном приближении при ступенчатом изменении реактивности. Уравнение обратных часов, его анализ, практическое значение.

26. Аналитическое решение уравнений кинетики для усредненной группы запаздывающих нейтронов. Малые и большие реактивности. Кинетика реактора при линейном изменении реактивности.
27. Определение передаточной функции элементарного ЯР при синусоидальном входном сигнале реактивности. Структурная схема реактора по передаточной функции элементарного ЯР на тепловых нейтронах.
28. Частотные характеристики реактора. Логарифмические характеристики быстрого и теплового реакторов с учетом запаздывающих нейтронов. Передаточная функция ЯР с учетом одной усредненной группы запаздывающих нейтронов.
29. Передаточная функция ЯР при учете внутреннего теплового контура обратной связи. Примеры амплитудной и фазовой частотных характеристик. Устойчивость реактора ненулевой мощности.
30. Передаточная функция контура отравления. Устойчивость элементарного реактора, охваченного контуром обратной связи, обусловленной отравлением. Ксеноновые колебания, причины и устранение.
31. Реактор с автоматическим регулятором в виде интегрирующего звена с учетом МОС, структурная схема автоматической системы “регулятор – реактор”, логарифмические амплитудная и фазовая частотные характеристики разомкнутой системы, соответствующие замкнутой системе, переходные процессы относительного отклонения мощности при скачкообразном увеличении реактивности.
32. Реактор с автоматическим регулятором в виде последовательного соединения интегрирующего и апериодического звена с учетом МОС, структурная схема автоматической системы “регулятор – реактор”, логарифмические амплитудная и фазовая частотные характеристики разомкнутой системы, соответствующие замкнутой системе, переходные процессы относительного отклонения мощности при скачкообразном увеличении реактивности.
33. Математическая модель динамики ядерного энергоблока с применением упрощения уравнений кинетики реактора, заключающемся в пренебрежении времени жизни нейтронов и учете одной средневзвешенной группы запаздывающих нейтронов.
34. Упрощенная технологическая схема блока с реактором ВВЭР и ее основные управляемые и управляющие переменные
35. Аналитический вывод уравнений динамики ЯЭУ с ВВЭР. Расчет динамики ЯР. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики выходной и средней температуры теплоносителя реактора ВВЭР при возмущении по мощности, рассчитанные по приближенным формулам.
36. Действие вводимого в активную зону стержня-поглотителя. Управление, осуществляемое изменением уровня жидкого поглотителя в активной зоне ВВЭР. Выгорающие поглотители. Характеристика положения стержня-поглотителя в активной зоне. Понятия об интегральной и дифференциальной эффективности.

- 37.Изменение реактивности реактора при перемещении стержня. Простейшие методы градуировки подвижных поглотителей: разгона, компенсации, «сброса».
- 38.Состав ПТК НА, СВБУ, подсистемы АЗ, УСБИ, УСБТ. Разработчики ПТК для АСУ ТП АЭС. Поколения аппаратуры ТПТС. ТПТС в СНЭ, СНЭ ВБ, УСБ. Подсистемы АСУ ТП, построенные на основе ТПТС-НТ, классы безопасности, описание структуры, принципы, задачи, функции модулей. Коммуникационная система ТПТС-НТ. САПР GET-R1.
- 39.Задачи УСБ, классы безопасности, принципы резервирования, независимости и разнообразия. Понятие диверситета. Структурная схема УСБ. Голосование в УСБ. Принцип детерминизма. Устойчивость к единичным случайным отказам, к отказу по общей причине. Подходы к интеграции НЭ ВБ и СБ.
- 40.Метрологическое сопровождение СУЗ. КНИ, КЯИ. Предназначение, функции АКНП. Принцип функционирования измерительного канала АКНП. Схема размещения БДПН АКНП-01. Режимы работы ИК. Диапазоны работы ИК. ЛВС.
- 41.Детекторы, применяемые в различных типах АКНП. Специфика регистрации нейтронного сигнала низкого уровня в присутствии сильных γ -полей. Схемы конструкций различных детекторов. Схема перемещения внезонных НД системы измерения мощности реактора
- 42.Характеристики детекторов АКНП-И, АКНП-ИФ. Классификация газоразрядных детекторов. Схемы включения газоразрядных детекторов в аппаратуру. Методы компенсации γ -фона в импульсном, флуктуационном, токовом режиме работы ИК. Статическая характеристика детектора. Функциональное распределение ионизационных камер АКНП. Схема включения камер деления на примере КНТ-31.