

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ МОЩНОСТИ РЕАКТОРА

В.В. Беляев

Томский политехнический институт, ИШЭ, АТП, группа 5БМ43

Научный руководитель: Е.Н. Кравченко, к.т.н. доцент АТП ИШЭ ТПУ

Для автоматического поддержания стационарного состояния и мощности реакторной установки (РУ) (по определенным алгоритмам) на АЭС используют автоматический регулятор мощности реактора (АРМР). АРМР входит в состав комплекса электрооборудования системы управления и защиты (КЭ СУЗ). Данный регулятор обеспечивает работу энергоблока АЭС в режиме поддержания электрической нагрузки энергоблока минимально воздействуя на органы регулирования системы управления и защиты (ОР СУЗ) путем выдачи управляющих сигналов на перемещение регулирующей группы системы управления и защиты из состава групп, предназначенных для работы с АРМР.

Данный регулятор осуществляет работу в следующих режимах:

- режим поддержания нейтронной мощности (Н) – регулятор поддерживает мощность на уровне $N_{зад} \pm 1 \% N_{ном}$ (в диапазоне мощности от 3 до 100 % $N_{ном}$), т. е. при отклонении нейтронной мощности РУ на величину более 1 % $N_{ном}$ от заданного, регулятором выдается сигнал на движение регулирующей группы вверх/вниз для возвращения значения нейтронной мощности в регулируемый диапазон;
- режим поддержания давления (Т) – регулятор поддерживает давления пара в главном паровом коллекторе (ГПК) $P_{зад} \pm 0,05$ МПа (в диапазоне мощности от 20 до 100 % $N_{ном}$) т. е. при отклонении давления пара в ГПК на величину более 0,05 МПа от заданного, регулятором выдается сигнал на движение регулирующей группы вверх/вниз для возвращения значения давления пара в ГПК в регулируемый диапазон, за счет изменения нейтронной мощности;
- стерегущий режим (С) – регулятор выдает команду на погружение регулирующей группы вниз при увеличении давления пара в ГПК свыше номинального на 0,19 МПа.

АРМР представляет собой отдельный шкаф, который состоит из трех независимых друг от друга каналов, каждый из которых формирует выходные управляющие сигналы «больше» (группу ОР СУЗ вверх) и «меньше» (группу ОР СУЗ вниз) по мажоритарному принципу «два из трех», т. е. для выдачи управляющего сигнала на ОР СУЗ необходимо, что данный сигнал сформировался как минимум двумя каналами АРМР из трех. Сам шкаф выполнен в блочно-модульном исполнении с расположением комплектующих элементов.

Каждый канал АРМР состоит:

- из процессора управляющий;
- устройства сопряжения аналоговых сигналов ввода-вывода (АВВ);
- устройства сопряжения цифровых сигналов ввода-вывода (ЦВВ) (3 шт.);
- устройства сопряжения кроссовое (2 шт.);
- модульного источника питания.

Каналы являются равноправными и работают синхронно. Структурная схема канала АРМР представлена на рис. 1.

Целью работы является модернизации системы управления автоматическим регулятором мощности для чего будет разработана математическая модель (цифровой двойник системы).

Для решения поставленной цели будут проработаны следующие задачи в среде моделирования Simintech:

- будут смоделированы тепловые процессы происходящие в объекте регулирования;
- будет построена модель системы автоматического управления;

- будет разработана модель логического управления и защиты;
- описание технология энергогенерации;
- составление перечня технических средств автоматизации.

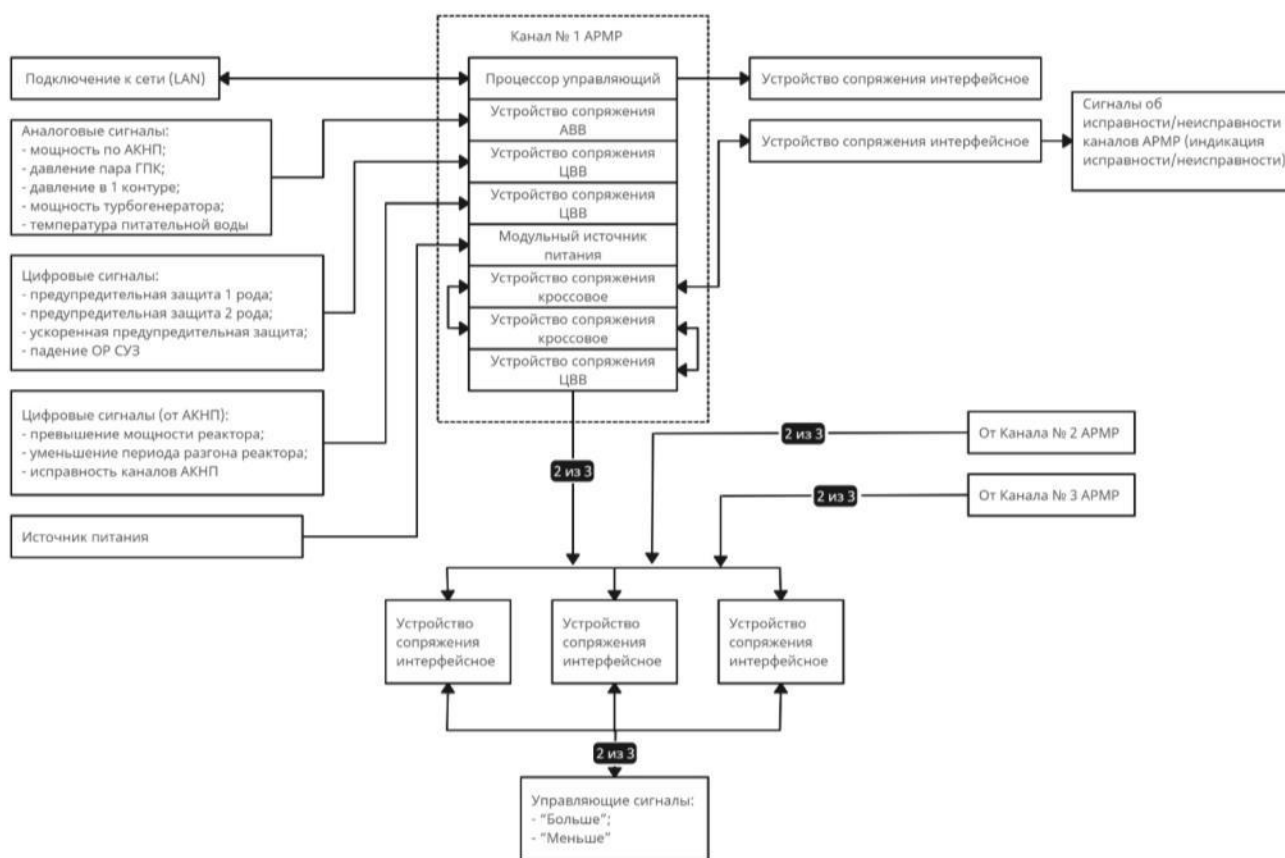


Рис. 1. Структурная схема канала АРМР

Планируемые результаты:

- разработана тепловая схема объекта (схема теплогидравлическая simintech);
- разработана автоматическая система регулирования объекта (схема trp);
- разработана система логического управления и защиты (модуль анализа надежности);
- разработана общая схема модели объекта (схема модели общего вида);
- составлен перечень технических средств автоматизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сацук С.М., Брынза Д.В. Автоматический регулятор мощности АРМ7 // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2019. – С. 210.
2. Будревич Н.В., Пташиц К.П. Чебаевская А.М.: Модификация системы автоматического регулирования нейтронной мощности ядерного реактора // 72-я научно-техническая конференция студентов и аспирантов. Актуальные проблемы энергетики. – Минск: Белорусский научно-технический университет, 2016. – С. 468–471.
3. Майков М.С., Дюдаев А.М., Кимяев С.А., Пискорский И.М., Цветков В.М., Юнин Д.А. Алгоритм работы автоматического регулятора мощности реактора ИКАР-М // Вопросы атомной науки и техники. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2023. – С. 4–19. ISSN 0205-4671.
4. Каранчук В.И. Системы автоматического выравнивания нейтронного потока в ядерных реакторах. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 221 с.
5. Горбаненко О.А. Разработка и исследование системы автоматического регулирования импульсного ядерного реактора: Применительно к реакторному комплексу ИГР: дис. ... к. т. н. – Томск, 2005. – 175 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-5/689.
6. Создание системы автоматического регулирования мощности реактора ИГР для реаклизации динамических режимов испытаний, Электроника и автоматика физических установок / О.А. Горбаненко, Ю.М. Казьмин, В.В. Дзабло // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2002. – С. 376–383.