



В
НИ
И
А

ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ "РОСАТОМ"

ФГУП "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ им. Н.Л.Духова"

Комплекс средств автоматизации ТПТС для построения систем нормальной эксплуатации и систем безопасности АЭС

Константин Артемьев

Гражданские направления ВНИИА

**Экологически безопасные
нейтронные генераторы**

*Разведка нефти, урана, золота и т.д.;
обнаружение взрывчатых веществ*

**Портативные
рентгеновские генераторы**

Дефектоскопия, медицина, таможня

**Оборудование для учета и
контроля ядерных материалов**

*Ручные и стационарные мониторы
систем учета и контроля,
таможня*

**Приборы точного электро-
взрывания**

*Многоточечный подрыв с заданной
временной последовательностью*

Датчики давления

*Измерение давления в жидких и газообразных
средах*

Испытания на ЭМС

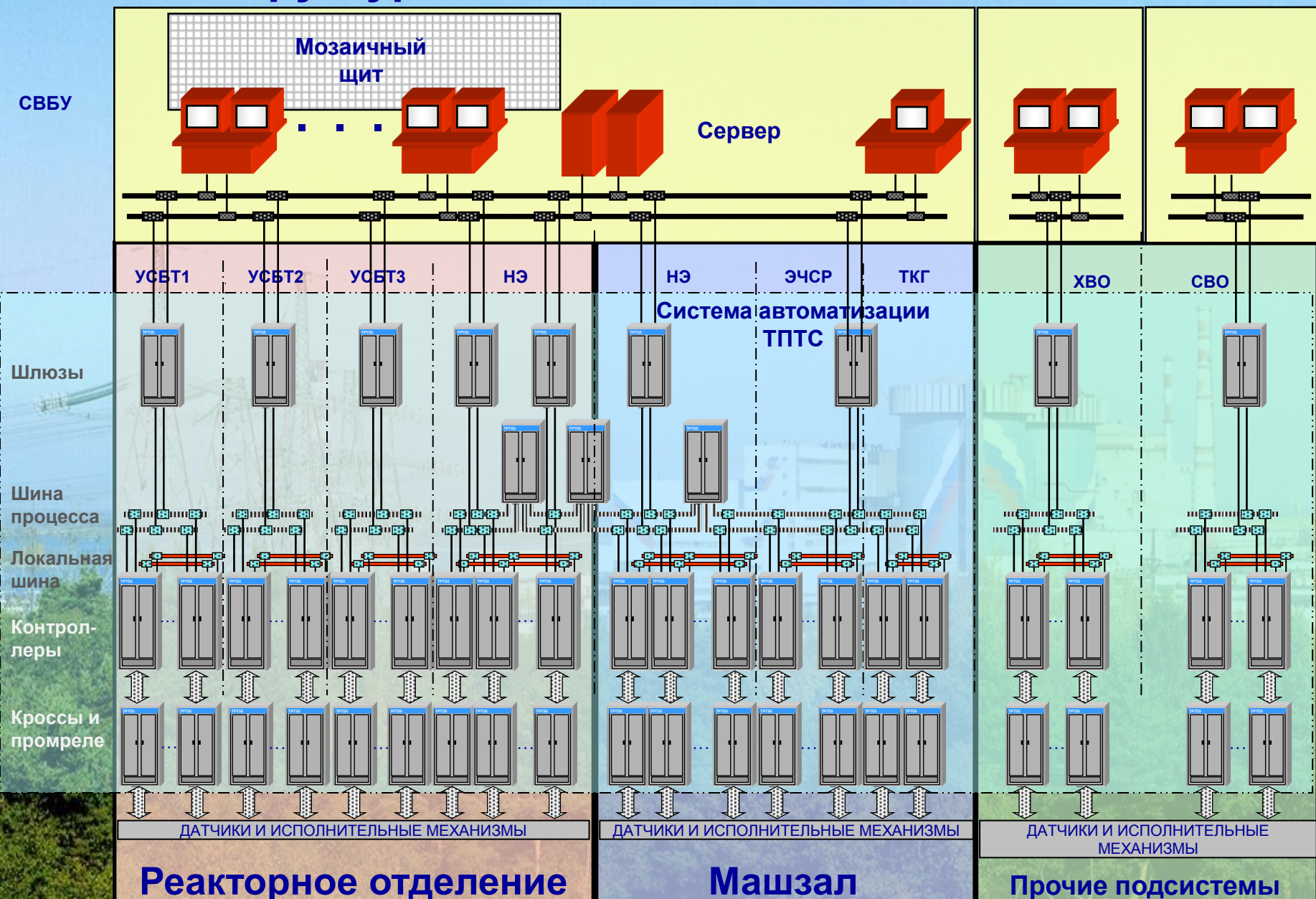
*Сертификационные и выездные
испытания технических средств*

**Программно-технические
средства ТПТС**

*Производство программно-
технических средств для АСУТП
атомных и тепловых
электростанций*

Атомная и тепловая энергетика

Структура АСУ ТП э/б 3 Калининской АЭС



Объем поставок

ЗАВЕРШЕННЫЕ И ТЕКУЩИЕ ПРОЕКТЫ



Россия

Калининская АЭС (блок 3,4 – 1000 МВт)
Ростовская АЭС (блок 2 – 1000 МВт)
Белоярская АЭС (блок 4 – 800 МВт)
Ростовская АЭС (блок 3 – 1000 МВт)
Ленинградская АЭС-2 (блок 1 – 1200 МВт)
Нововоронежская АЭС-2 (блок 1 – 1200 МВт)
Пермская ГРЭС (блоки 1, 2 – 800 МВт)
Березовская ГРЭС-1 (блоки 1, 2 – 800 МВт)
Среднеуральская ГРЭС (блок 10 – 300 МВт)
Ставропольская ГРЭС (блок 5 – 300 МВт)
Красноярская ТЭЦ-2 (блок 6 – 300 МВт)
Сургутская ГРЭС-2 (блок 16 – 200 МВт)
Калининградская ТЭЦ-2 (блок 2 – 450 МВт)
Северо-западная ТЭЦ (блок 2 – 450 МВт)
Ивановская ГРЭС (блоки 1, 2 – 435 МВт)
Сакмарская ТЭЦ (блок 4 – 65 МВт)
Мутновская ГЕОЭС (блоки 1, 2 – 25 МВт)
Красноярская ТЭЦ-1 (блок 10)
Волжская ТЭЦ-1 (блок 1)



Украина

Змиевская ТЭС (блок 8 – 300 МВт)
Киевская ТЭЦ-2 (блок 3)



Казахстан

ТЭС Аксу (блоки 3, 4 – 300 МВт)



Сербия

ТЭС Костолац (блок 2 – 100 МВт)



Китай

ТЭС Суйчжун (блоки 1, 2 – 800 МВт)



Иран

АЭС Бушер (блок 1 – 1000 МВт)



Индия

АЭС Куданкулам (блоки 1, 2 – 1000 МВт)
ТЭС Обра (блоки 1, 2 – 55 МВт)



Ирак

ТЭС Харта (блоки 2, 3 – 200 МВт)
ТЭС Юзифия (блоки 1, 2 – 100 МВт)



Бангладеш

ТЭС Горазал (блоки 1, 2 – 55 МВт)



Атомные электростанции

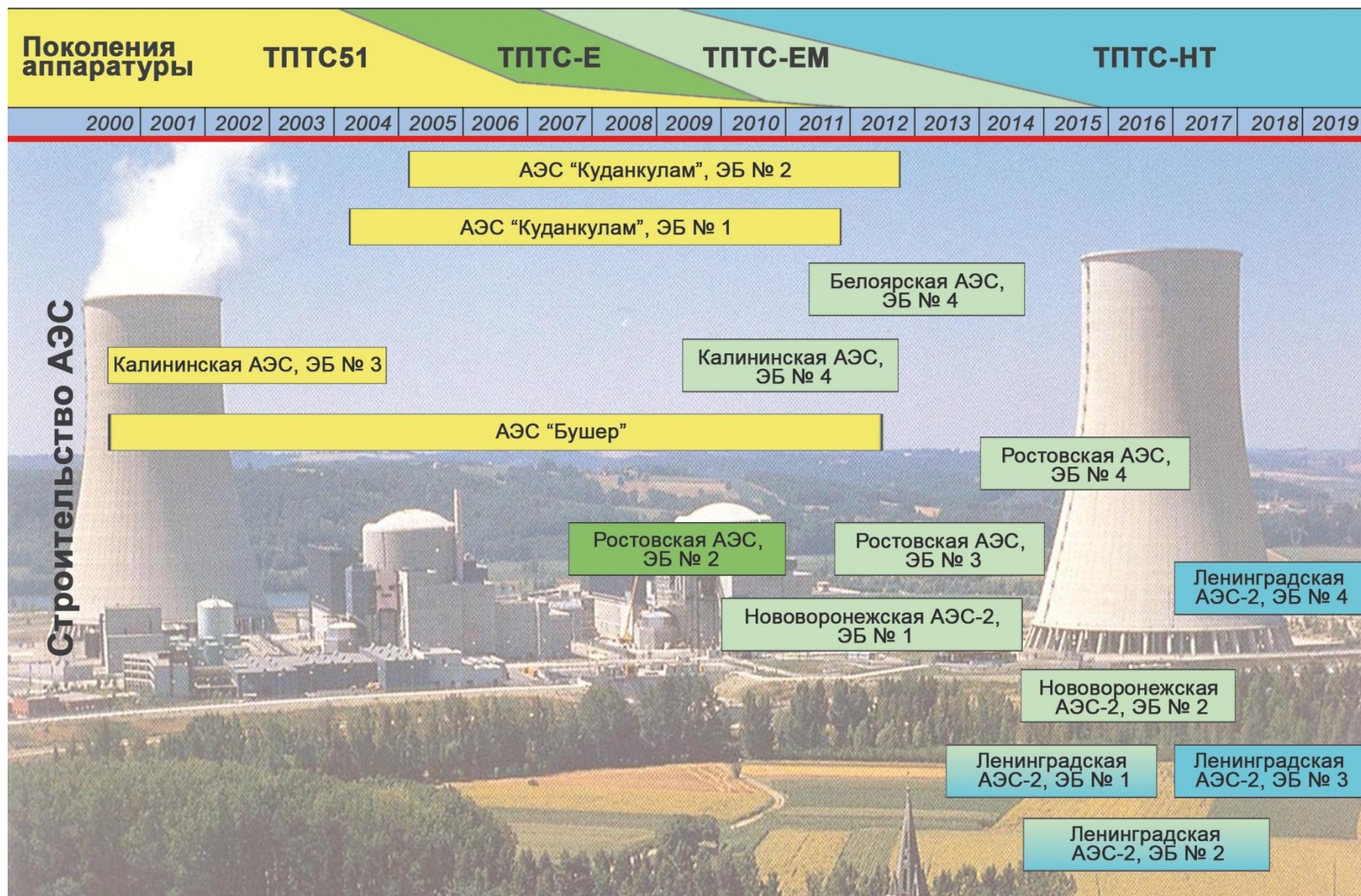


Тепловые электростанции

БУДУЩИЕ ПРОЕКТЫ

Ростовская АЭС (блок 4 – 1000 МВт)
Нововоронежская АЭС-2 (блок 2 – 1200 МВт)
Ленинградская АЭС-2 (блок 2 – 1200 МВт)
АЭС Куданкулам (блоки 3, 4 – 1000 МВт)
Курская АЭС-2 (блоки 1...4 – 1200 МВт)
Островецкая АЭС (блоки 1, 2 – 1000 МВт)
Нижегородская АЭС (блоки 1, 2 – 1000 МВт)

Эволюция аппаратуры ТПТС



Система менеджмента качества



- Международный сертификат TÜV ZÜD Системы менеджмента качества ISO 9001:2008 в области разработки, изготовления сбыта и сервисного обслуживания оборудования ТПТС и датчиков давления ТЖИУ.
- ФГУП «ВНИИА» – лауреат премии РФ в области качества
- Сертификат «Атомвоентсерт» соответствия системы менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001:2008 № ВР 23.1.3447-2010.





АСУ ТП АЭС

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**КОНСОРЦИУМ - РАЗРАБОТЧИК, ИЗГОТОВИТЕЛЬ, ПОСТАВЩИК
СОВРЕМЕННОЙ АСУ ТП АЭС**

**ЕДИНОЕ
ИНФОРМАЦИОННОЕ
ПРОСТРАНСТВО**

**БЕЗОПАСНОСТЬ
И ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**РЕФЕРЕНТНОСТЬ
В РОССИИ
И ЗА РУБЕЖОМ**

**ИНТЕГРИРУЕМОСТЬ
СИСТЕМ
И ОБОРУДОВАНИЯ**

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ (ТПТС-НТ)

Структура системы и распределение функций

Шлюзы – организация обмена данными между ПА и верхним уровнем

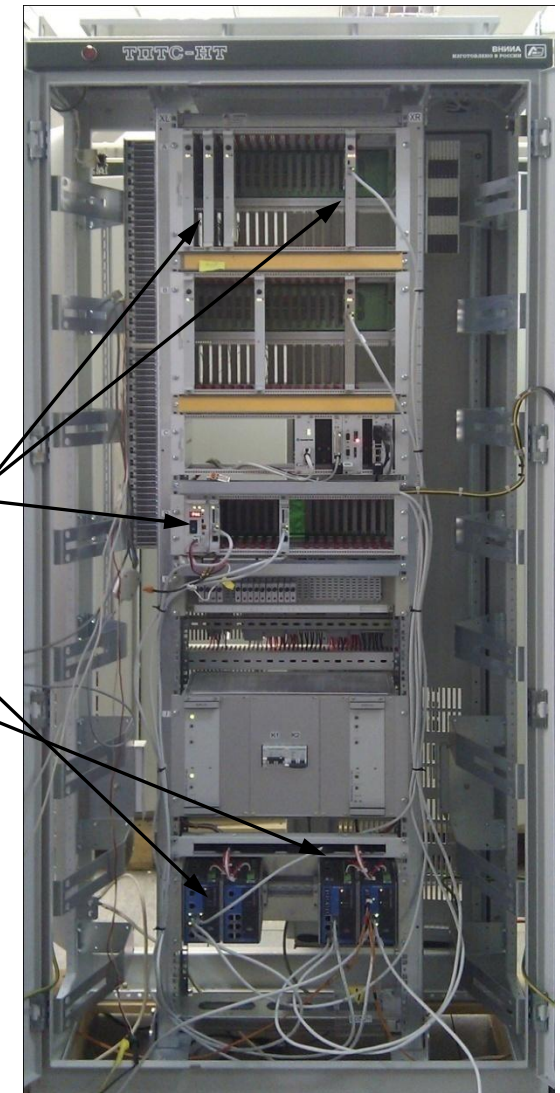
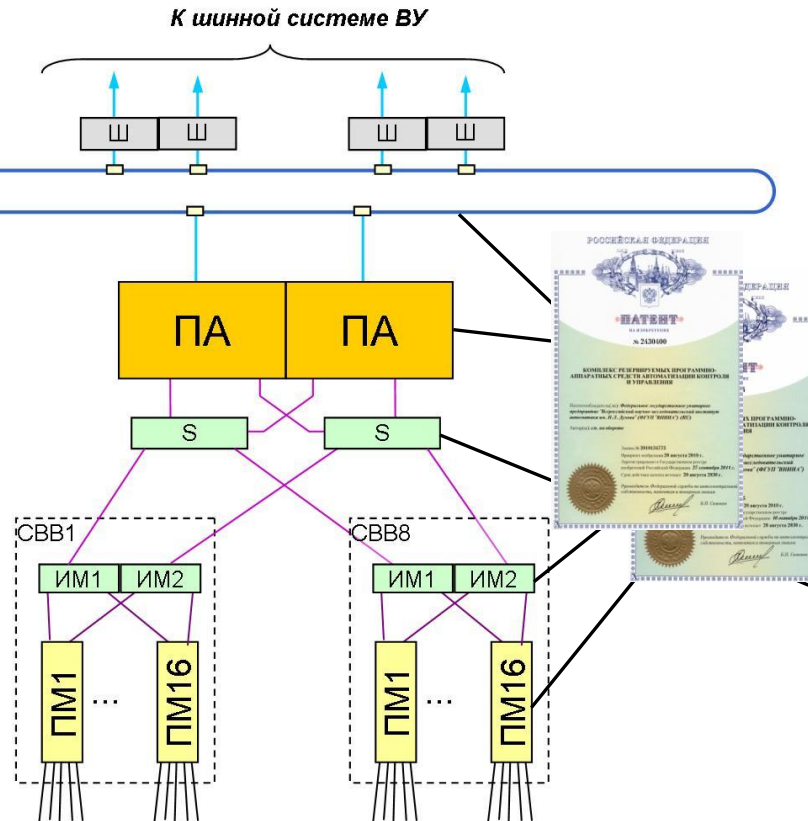
Шинная система EN

Процессор автоматизации – реализация алгоритмов управления, заданных прикладной программой

Шинная система ENL

Интерфейсные модули – организация обмена данными между ПМ и ПА

Модули связи с процессом – прием, обработка, воспроизведение сигналов, индивидуальное управление, временное разрешение событий



Номенклатура модулей связи с процессом

Тип модуля	Функции	Технические характеристики
Модуль ввода-вывода дискретных сигналов ТПТС55.1671	Прием дискретных сигналов; питание дискретных датчиков. Обслуживание табло и ламповой сигнализации. Разрешение последовательности входных дискретных сигналов .	Количество: дискретных входов – до 32; дискретных выходов – до 20. Цикл работы модуля – ≤ 1 мс.
Модуль измерения унифицированных сигналов тока ТПТС55.1661	Фильтрация. Диагностика измерительных каналов. Питание датчиков.	Количество каналов измерения – 14. Погрешность измерения – $\leq 0,2$ %. Время цикла программы модуля – 10 мс. Измерение сигналов тока 0/4 ... 20 мА.
Модуль измерения температуры, тока и напряжения ТПТС55.1662	Измерение температуры. Фильтрация (помеха промышленной частоты нормального и общего видов). Диагностика измерительных каналов. Питание датчиков (термометр сопротивления). Измерение сигналов тока и напряжения.	Количество каналов измерения – 8; Поканальная потенциальная развязка – 1,5 кВ Напряжение изоляции канала измерения –1,5 кВ; Погрешность измерения – $\leq 0,2$ %; Время цикла измерения – от 4 мс до 500 мс.
Модуль аналогового вывода ТПТС55.1663	Вывод сигналов напряжения, тока. Диагностика каналов воспроизведения.	Количество выходов – 14; Погрешность – $\leq 0,2$ %. Сигналы тока – 0/4 ... 20 мА. Сигналы напряжения – 0/2...10В.
Модуль управления регулирующим клапаном ТПТС55.1681	Реализация закона регулирования (PI, PID, P). Управление регулирующим клапаном.	Два канала регулирования.
Модуль индивидуального управления ТПТС55.1673	Контроль и управления исполнительными механизмами (запорная арматура, электродвигатель, насос, соленоидный клапан).	До 4-х каналов управления.
Модуль приема-передачи цифровой информации RS-L	Связь с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами по цифровому каналу.	2 независимых шины RS-485 (до 32 абонентов на каждой шине).

ПТК СКУ ВП э/б 1 ЛЕН АЭС-2 на тестовом полигоне ВНИИА



САПР GET-R1

Вкладки
GET/NET

Линейка
меню

Структура
проекта

Кнопка вызова
библиотек

Графическая
схема

Окно библиотек
графических блоков

Навигатор

Журнал
событий

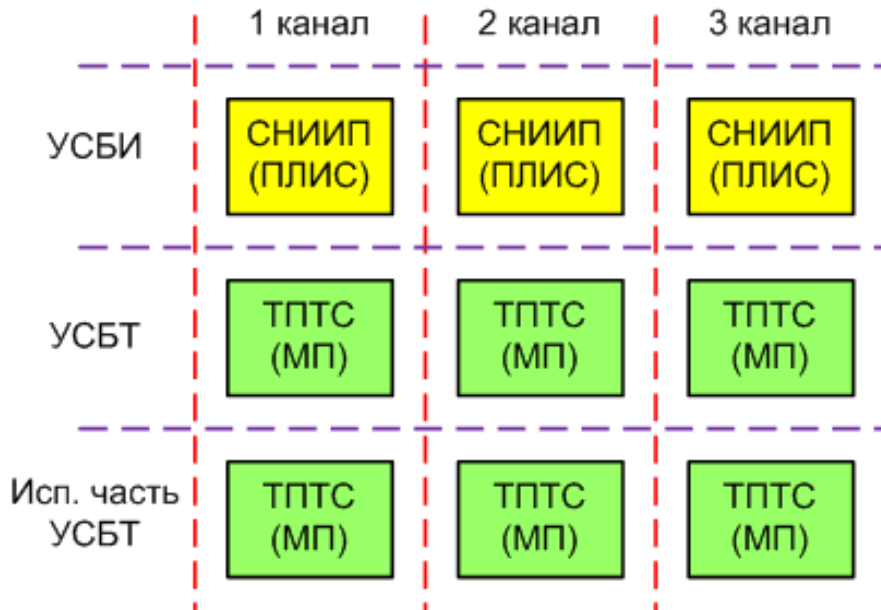
Основные особенности ТПТС-НТ

- Время реакции системы 100 ... 200 мс (типовое значение).
- Передача по шине до 1 млн. аналоговых и 10 млн. дискретных параметров.
- Территориальное распределение аппаратуры по объекту автоматизации.
- Организация местных постов управления.
- Подсоединение любых полевых кабелей сечением от 0,1 до 2,5 мм².
- Возможность резервирования внутри станции ввода/вывода.
- Гибкие схемы компоновки, обеспечивающие рациональность применения аппаратуры для автоматизации объектов различных масштабов – от отдельных технологических установок до атомных энергоблоков.
- Малый цикл измерения унифицированных аналоговых сигналов – до 15 мс.
- Временное разрешение последовательности входных дискретных сигналов – 1 мс.
- Связь с интеллектуальными устройствами по локальным сетям RS-485 по стандартным сетевым протоколам.

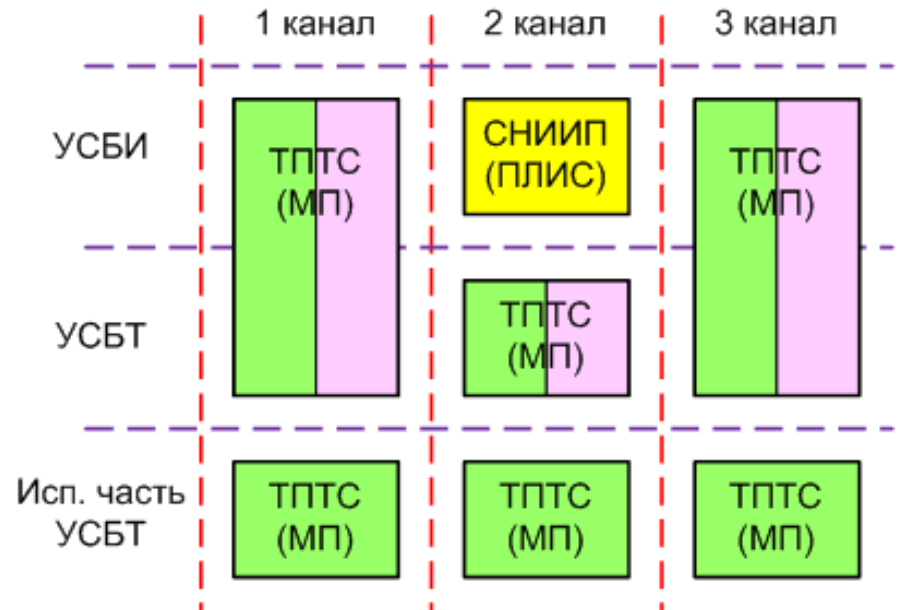
ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ (ТПТС-СБ)

История развития УСБ на средствах ТПТС

КЛН АЭС э/б 3, АЭС Бушер

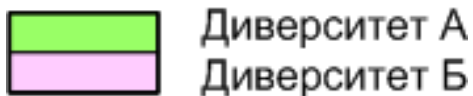


КЛН АЭС э/б 4



ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема

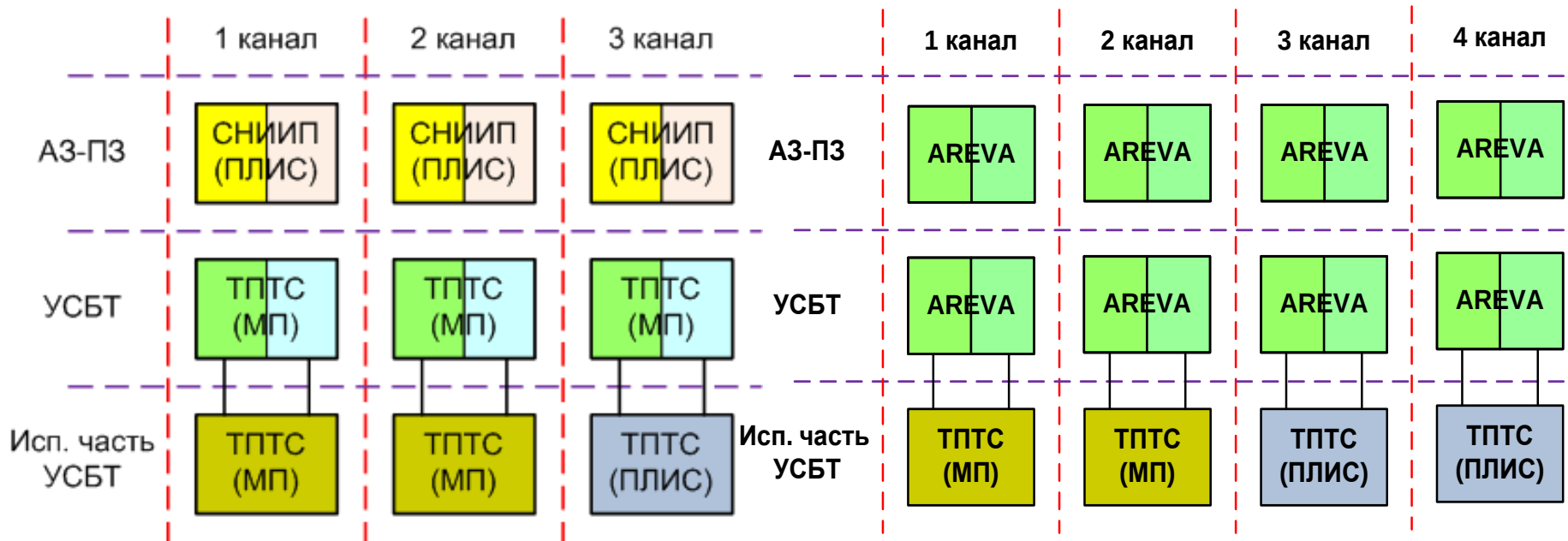
МП – микропроцессор



История развития УСБ на средствах ТПТС

БЕЛ АЭС э/б 4

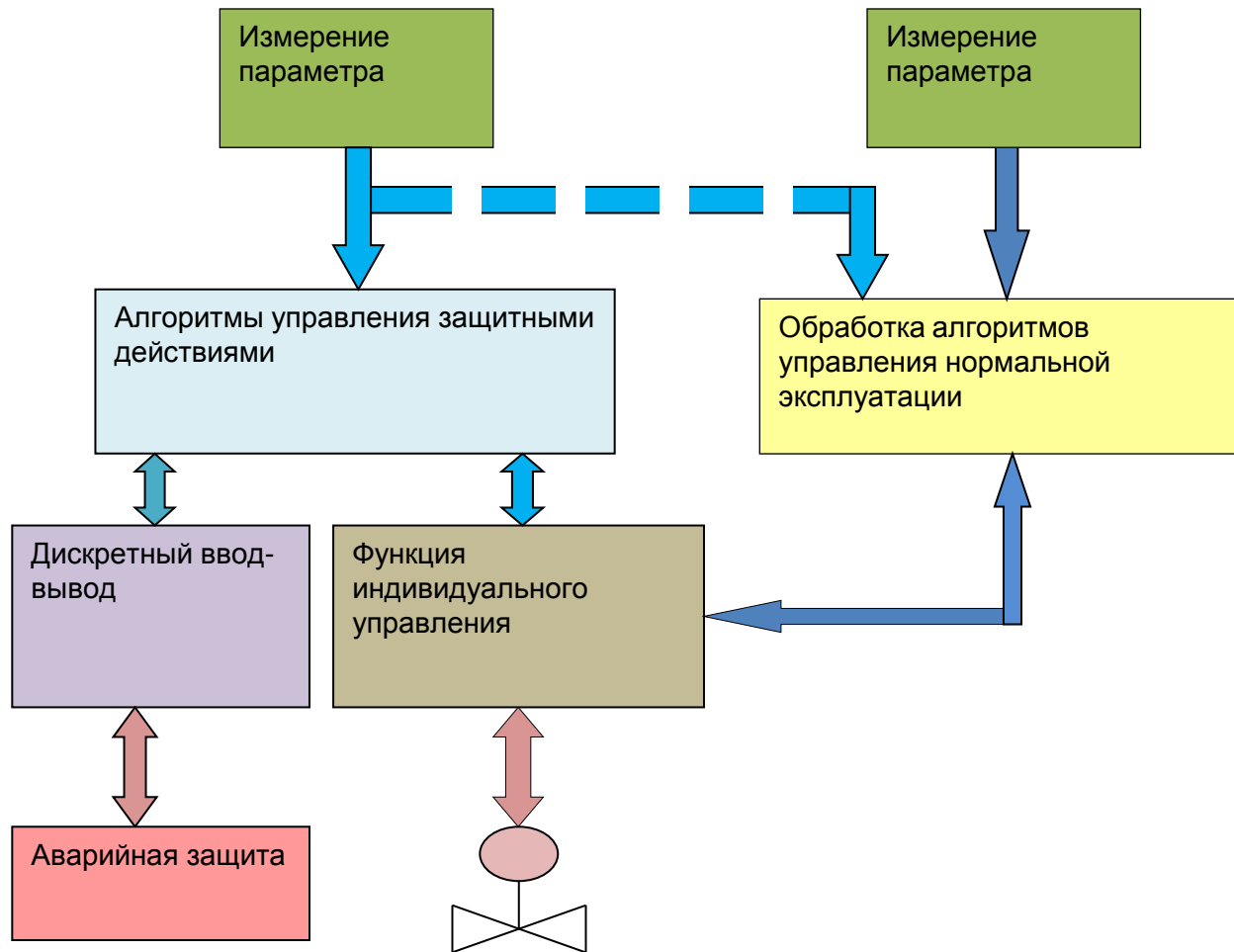
ЛЕН АЭС-2 э/б 1, НВО АЭС-2 э/б 1



ПЛИС – программируемая логическая интегральная схема

МП – микропроцессор

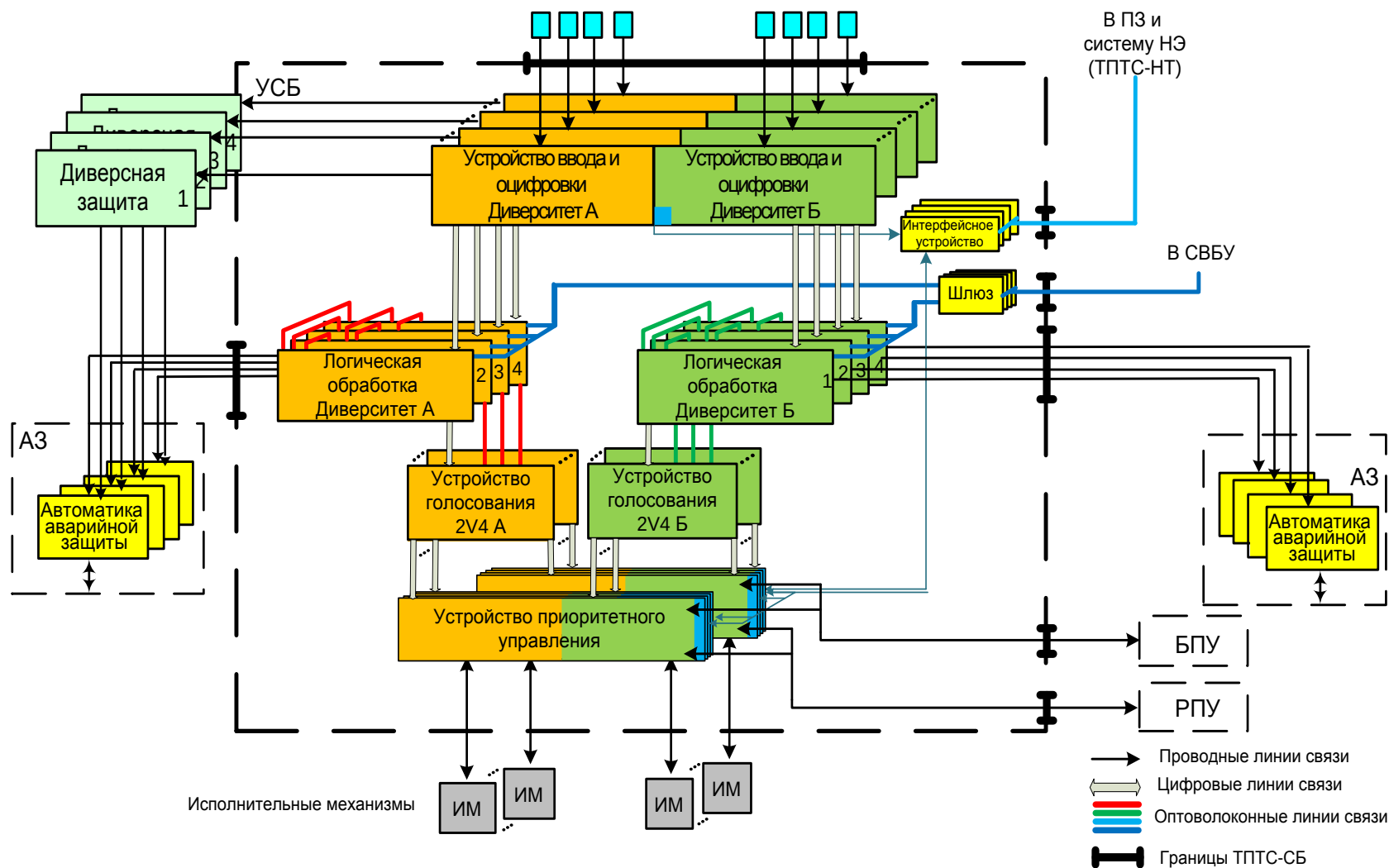
Функции УСБ на базе ТПТС-СБ



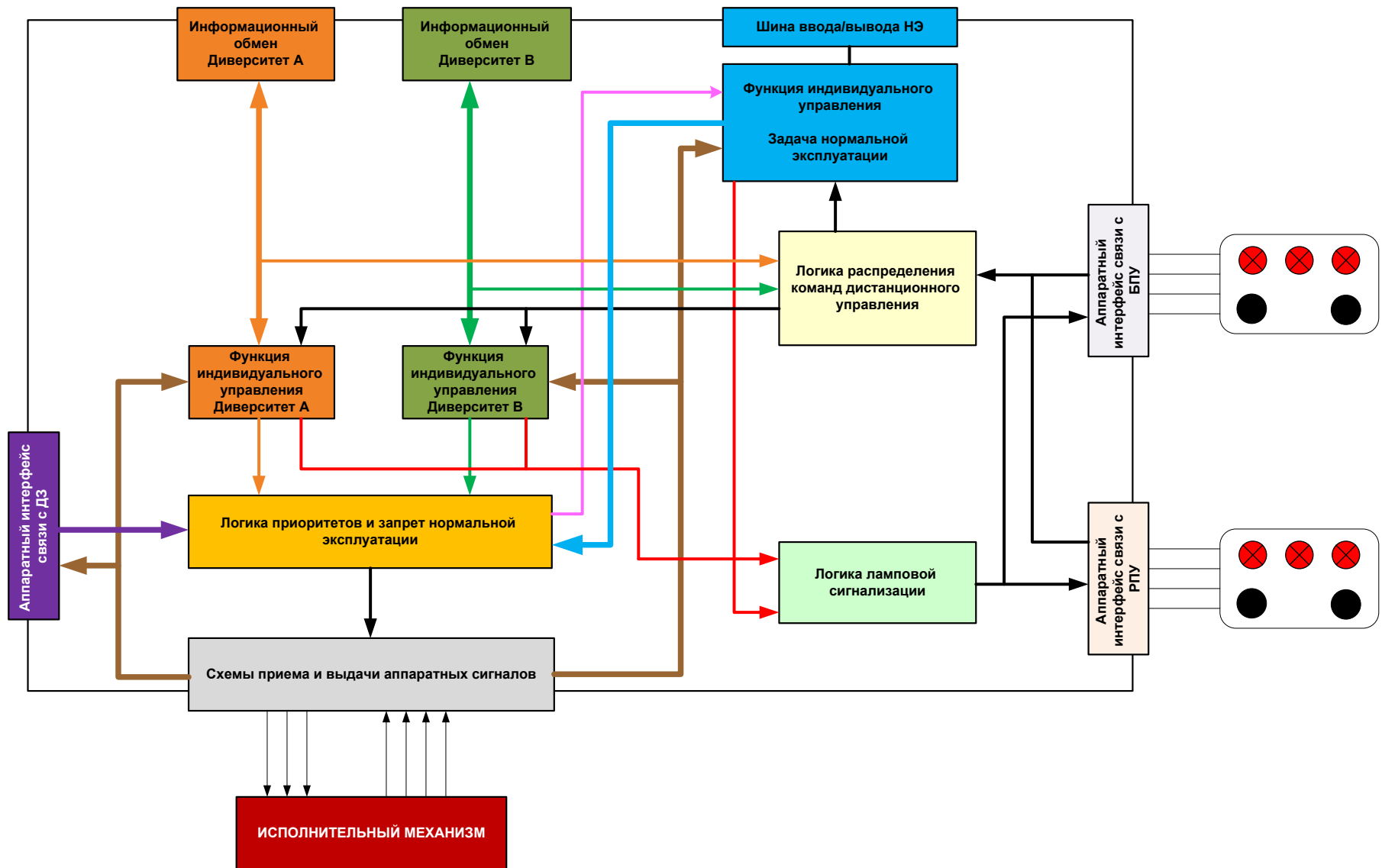
Снижение вероятности отказа по общей причине

Метод	Реализация
Стойкость к ВВФ	Учет требований по стойкости к ВВФ при разработке и испытаниях аппаратуры
Независимость	Физическое и гальваническое разделение: •СНЭ и УСБ •Независимость каналов УСБ •Независимость диверситетов в канале
Разнообразие	Проектное
	Функциональное
	Сигнальное
	Разнообразие оборудования
	Человеческое
	Программное

Структура интегрированной УСБ на базе ТПТС-СБ



Функция приоритетного управления



УСБ на базе ТПТС-СБ отвечает всем современным требованиям:

- Связь с двумя физически и гальванически разделенными пунктами управления (БПУ, РПУ).
- Интеграция УСБ и СНЭ (измерения и управление).
- Независимость каналов УСБ друг от друга и УСБ в целом от СНЭ.
- Отказоустойчивость УСБ (случайный отказ, отказ по общей причине, вторичный отказ, а также отказы, которые могут возникнуть в связи с техническим обслуживанием системы).
- Принцип разнообразия на всех этапах выполнения функций УСБ.

Отличительные особенности программно-технического комплекса ТПТС-СБ

Средства, обеспечивающие аппаратное разнообразие модулей

Наименование модуля	Диверситет А	Диверситет Б
Модуль ввода унифицированных сигналов тока	Микроконтроллер TI ARM АЦП Maxim	Микроконтроллер Freescale PPC АЦП Analog Device
Модуль ввода сигналов термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления		
Модуль вывода унифицированных аналоговых сигналов	Микроконтроллер TI ARM ЦАП Maxim	Микроконтроллер Freescale PPC ЦАП Analog Device
Модуль ввода-вывода дискретных сигналов		
Модуль приоритетного управления	Микроконтроллер TI ARM	Устройство управления ПЛИС Altera
Процессорный модуль автоматизации	Микропроцессор Xilinx ARM + ПЛИС	Микропроцессор Freescale PPC Hilscher NetX
Модуль голосования		
Модуль связи по протоколу Modbus		
Модуль межканального обмена		
Преобразователь интерфейсов контроллера	Устройство управления ПЛИС Xilinx	Устройство управления ПЛИС Altera
Модуль интерфейсов RS-485		

Отличительные особенности программно-технического комплекса ТПТС-СБ

Средства, обеспечивающие программное разнообразие модулей

Наименование модуля	Диверситет А	Диверситет Б
Модуль ввода унифицированных сигналов тока	Средства разработки программ: IAR EWARM, IAR VisualSTATE	Средства разработки программ: CodeWarrior, Esterel SCADE SUITE
Модуль ввода сигналов термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления		
Модуль вывода унифицированных аналоговых сигналов		
Модуль ввода-вывода дискретных сигналов		
Модуль приоритетного управления	Средства разработки программ: Xilinx Software Development Kit Средства разработки ПЛИС: Xilinx Platform Studio	Средства разработки ПЛИС: QUARTUS
Процессорный модуль автоматизации		Средства разработки программ: CodeWarrior, Esterel SCADE SUITE, Hitex Development Tools HITOP
Модуль голосования		
Модуль связи по протоколу Modbus		
Модуль межканального обмена		
Преобразователь интерфейсов контроллера		Средства разработки ПЛИС: QUARTUS
Модуль интерфейсов RS-485		

Заключение

Комплекс программно-технических средств ТПТС обеспечивает возможность построения современных АСУ ТП АЭС, отвечающих всем современным международным требованиям.

Поддержка единого информационного пространства с системой НЭ; ТПТС позволяет использовать опыт, наработанный при проектировании и эксплуатации более чем 40 тепловых и атомных станций российского дизайна как в России, так и за рубежом.

Выполнение всех функций безопасности и защиты от отказа по общей причине без увеличения объема оборудования;

Применение ТПТС упрощает эксплуатацию, т.к. поддержка осуществляется одним изготовителем.

Полная реализация принципов разнообразия.

Благодарю за внимание!

Телефон: +7 (499) 972 83 63
Сайт: www.vniia.ru
E-mail: vnii@vnii.ru