



ВНИИА
РОСАТОМ



АППАРАТУРА ТПТС

для автоматизированных систем
управления технологическими
процессами (АСУ ТП) энергетических
и промышленных объектов

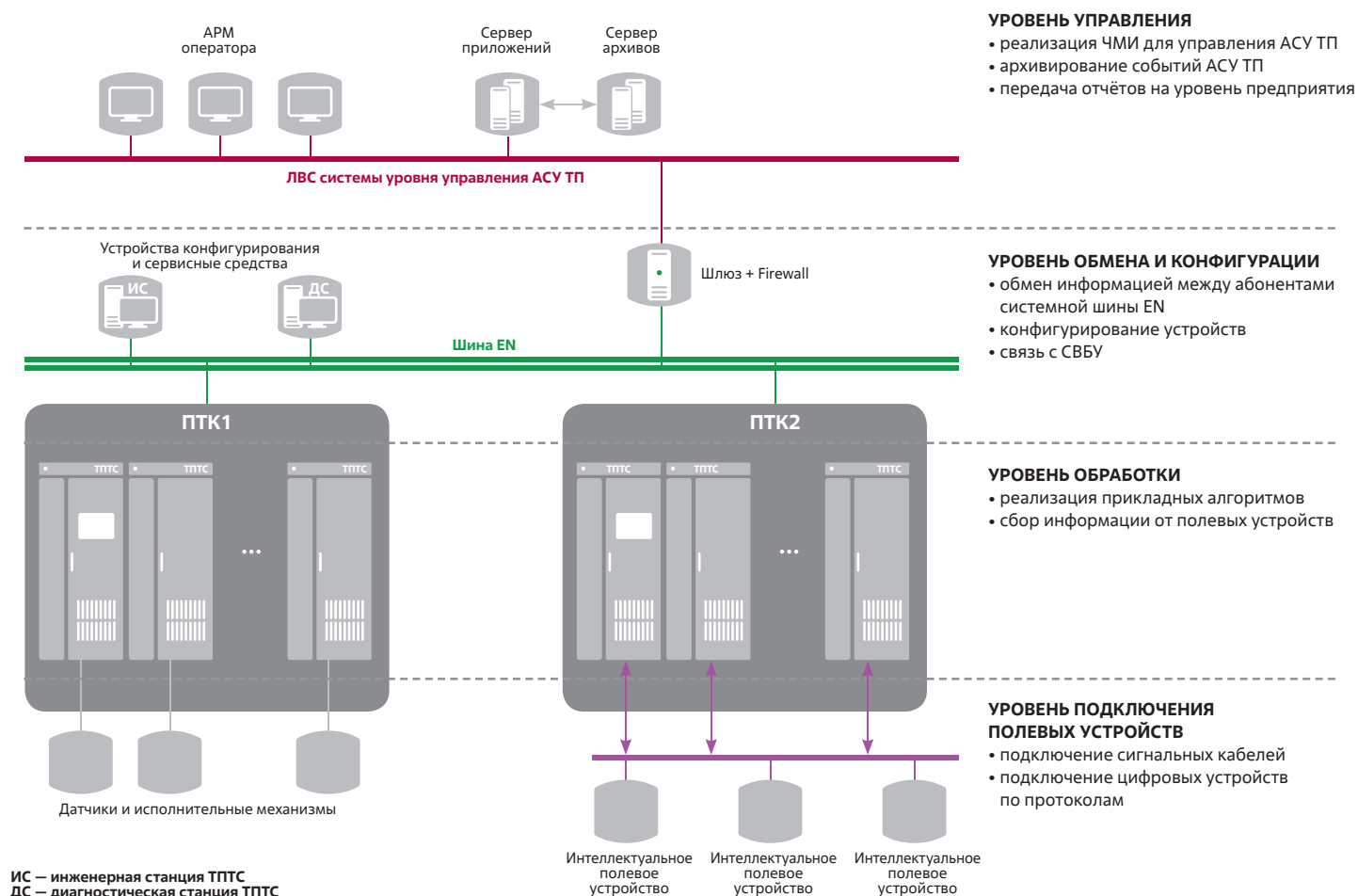
Аппаратура ТПТС

для автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) энергетических и промышленных объектов

Аппаратура ТПТС – это платформа для создания современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) энергетических и промышленных объектов любой степени автоматизации. Одним из ведущих направлений деятельности ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» является разработка и серийное изготовление аппаратуры ТПТС для целей автоматизации технологических процессов энергетических, промышленных и других объектов.

Аппаратура ТПТС – это комплекс средств автоматизации (стоечное оборудование, электронные модули, средства конфигурирования и разработки документации прикладного уровня, средства диагностики), предназначенный для создания программно-технических комплексов нижнего уровня (ПТК) АСУ ТП. ПТК ориентированы на решение конкретных задач управления применительно к конкретному объекту.

Ориентация на конкретные задачи определяется составом электронных модулей, komponуемых в приборные стойки, реализацией монтажных связей между ними, организацией сети передачи информации и созданием прикладной конфигурации, реализующей управляющие функции.



Основные преимущества ПТК на основе аппаратуры ТПТС:

- высокая надежность (наработка на отказ электронных модулей составляет более 10^7 часов);
- скоростная системная информационная дублированная шина 100 Мбит/с на основе технологии Industrial Ethernet с оптической средой передачи;
- измерение температуры с поканальной гальванической развязкой 1,5 кВ;
- сопряжение с интеллектуальными датчиками, приводами и другими агрегатами по цифровому интерфейсу;
- графический язык проектирования со встроенными функциями моделирования;
- глубокая самодиагностика оборудования и линий связи в реальном времени;
- горячее резервирование;
- большой набор библиотечных функциональных модулей (управление механизмами, АВР, расчетные задачи, мажоритарная обработка, фильтрация и пр.), обеспечивающий простоту проектирования;
- возможность реализации высокой степени автоматизации процесса при умеренных затратах;
- возможность гибкой модернизации и масштабирования АСУ ТП в процессе эксплуатации силами эксплуатационного персонала;
- местные пункты управления с сенсорным экраном;
- возможность реализации цифровой подстанции с интеграцией по цифровому интерфейсу IEC 61850 и IEC 60870-5-101(4);
- полностью российское производство;
- большой набор сервисных средств (инженерная станция, диагностическая станция, имитаторы технологического оборудования).

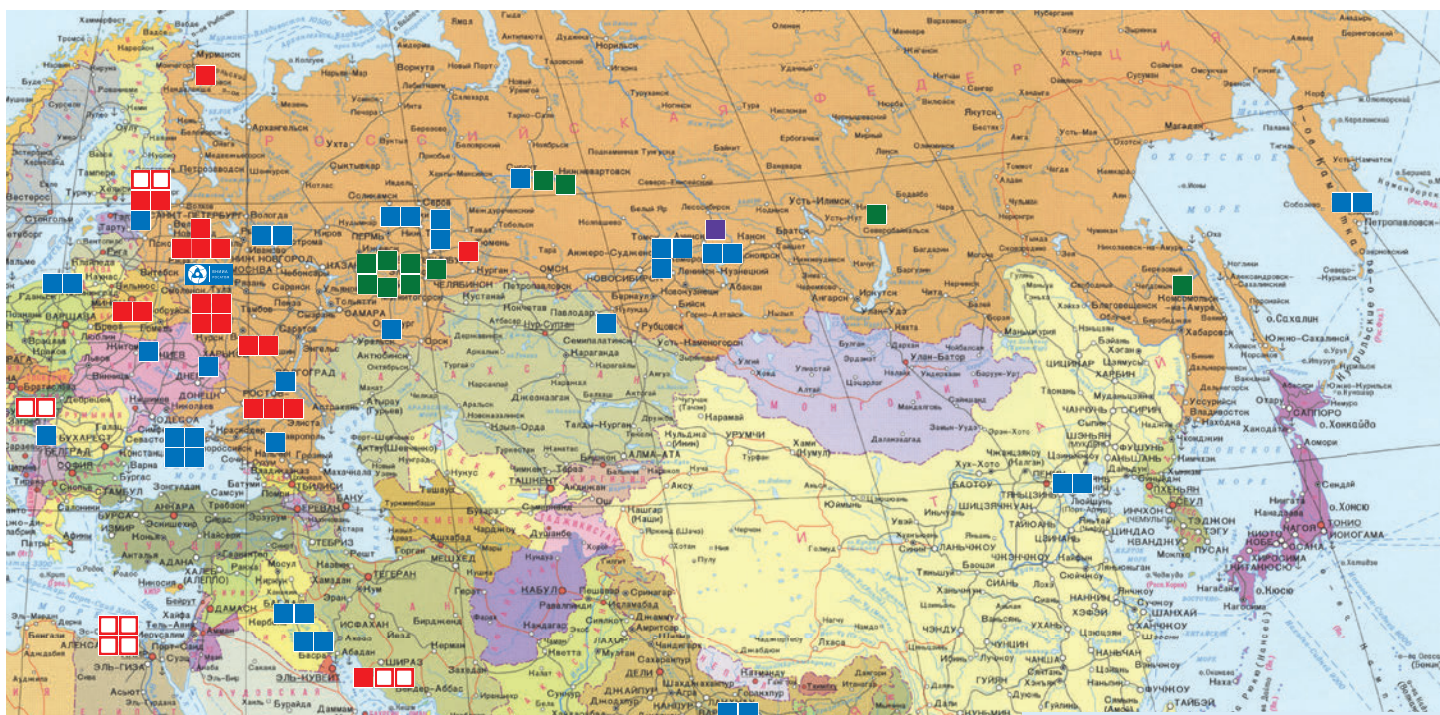




В настоящее время оборудование ТПТС работает на десятках объектов тепловой и атомной энергетики в России и за рубежом:

- АСУ ТП, построенные на базе ТПТС, хорошо зарекомендовали себя на десятках объектов российской тепловой энергетики;
- предлагаемая техника конкурентоспособна на мировом рынке. На базе аппаратуры ТПТС реализованы АСУ ТП для многих зарубежных тепловых и атомных электростанций;
- средства ТПТС имеют все необходимые разрешения для применения на АЭС, в том числе в управляющих системах безопасности;
- аппаратурой ТПТС оснащены более десяти атомных энергоблоков в России и за рубежом. Все АЭС, вновь строящиеся в России и по российским проектам за рубежом, оснащаются АСУ ТП на базе аппаратуры ТПТС;
- высокие технические и эксплуатационные характеристики ТПТС позволяют применять эти средства практически во всех отраслях промышленности для автоматизации технологических процессов, в том числе и для ответственных производств.





Проекты завершённые и в стадии реализации:

- Россия**
- Нововоронежская АЭС-2 (эн.бл.1,2-1200 МВт)
 - Ленинградская АЭС-2 (эн.бл.1,2-1200 МВт)
 - Курская АЭС-2 (эн.бл.1...4-1200 МВт)
 - Калининская АЭС (эн.бл.1...4-1000 МВт)
 - Ростовская АЭС (эн.бл.2,3,4-1000 МВт)
 - Белоярская АЭС (эн.бл.4-800 МВт)
 - Кольская АЭС (эн.бл.3-440 МВт)
 - Красноярская ТЭЦ-1 (эн.бл.10)
 - Красноярская ТЭЦ-2 (эн.бл.6-300 МВт)
 - Березовская ГРЭС-1 (эн.бл.1,2-800 МВт)
 - Березовская ГРЭС-2 (эн.бл.1-800 МВт)
 - Мутновская ГеоЭС (эн.бл.1,2-50 МВт)
 - Северо-Западная ТЭЦ (эн.бл.2-450 МВт)
 - Калининградская ТЭЦ-2 (ПГУ-450 МВт)
 - Пермская ГРЭС (эн.бл.1,2,3-800 МВт)
 - Волжская ТЭЦ-1 (эн.бл.1)
 - Сургутская ГРЭС-2 (эн.бл.16-200 МВт)
 - Среднеуральская ГРЭС (эн.бл.10-300 МВт)
 - Ивановская ГРЭС (ПГУ-325 МВт, ГТУ-110 МВт)
 - Ставропольская ГРЭС (эн.бл.5-300 МВт)
 - Сакмарская ТЭЦ (эн.бл.2,4-65 МВт)
 - Рефтинская ГРЭС (эн.бл.10-500 МВт)
 - Балаклавская ТЭС (эн.бл.1,2-470 МВт)
 - Таврическая ТЭС (эн.бл.1,2-470 МВт)
 - АО «ПО ЭХЗ»
 - Южно-Балыкское месторождение
 - ООО «Нижневартовское НПО»
 - ООО «РН-Юганскнефтегаз»
 - ООО «Башнефть-добыча»
 - АО «Верхнечонскнефтегаз»
 - ООО «Комсомольский НПЗ»

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- Поставки оборудования АСУ ТП на АЭС
- Поставки оборудования АСУ ТП на ТЭС
- Перспективные поставки оборудования АСУ ТП на АЭС и модернизируемые АЭС
- Поставки оборудования АСУ ТП на промышленные объекты
- Поставки оборудования АСУ ТП на объекты нефтегазовой отрасли

Беларусь

Украина

Казахстан

Индия

Китай

Ирак

Сербия

Бангладеш

Иран

- Белорусская АЭС (эн.бл.1,2-1200 МВт)

- Змиевская ТЭС (эн.бл.8-325 МВт)

- Киевская ТЭЦ-6 (эн.бл.3)

- ТЭС «Аксу» (эн.бл.3-300 МВт)

- АЭС «Куданкулам» (эн.бл.1...4-1000 МВт)

- ТЭС «Обра» (эн.бл.1,2-50 МВт)

- ТЭС «Суйчжун» (эн.бл.1,2-800 МВт)

- ТЭС «Харта» (эн.бл.2,3-200 МВт)

- ТЭС «Юзифия» (эн.бл.1,2-100 МВт)

- ТЭС «Костолац» (эн.бл.2-100 МВт)

- АЭС «Руппур» (эн.бл.1,2-1200 МВт)

- ТЭС «Горазал» (эн.бл.1,2-55 МВт)

- АЭС «Бушер» (эн.бл.1-1000 МВт)

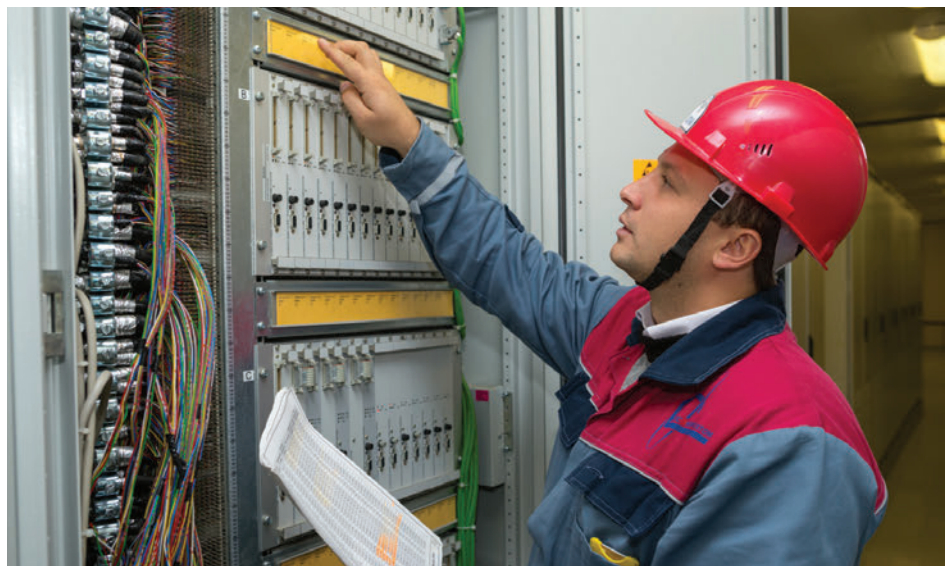
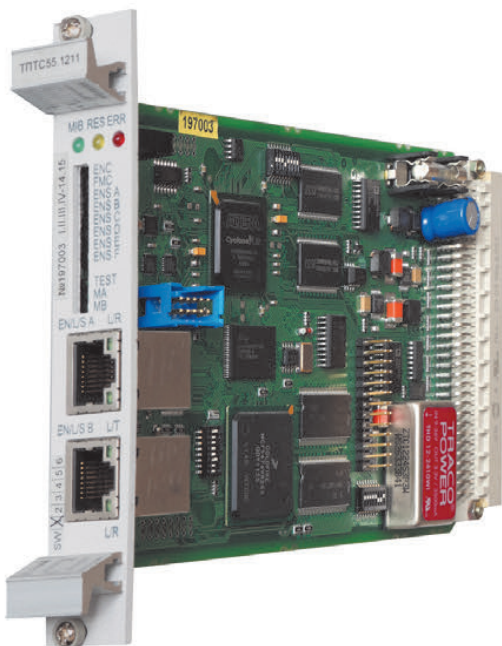
Перспективные поставки оборудования АСУ ТП на АЭС и модернизируемые АЭС:

- Ленинградская АЭС-2 (эн.бл.3,4-1200 МВт)
- АЭС «Куданкулам», Индия (эн.бл.5,6-1200 МВт)
- АЭС «Пакш», Венгрия (эн.бл.5,6-1200 МВт)
- АЭС «Бушер-2», Иран (эн.бл.1,2-1200 МВт)
- АЭС «Эль-Дабаа», Египет (эн.бл.1...4-1200 МВт)

Программно-технические средства:

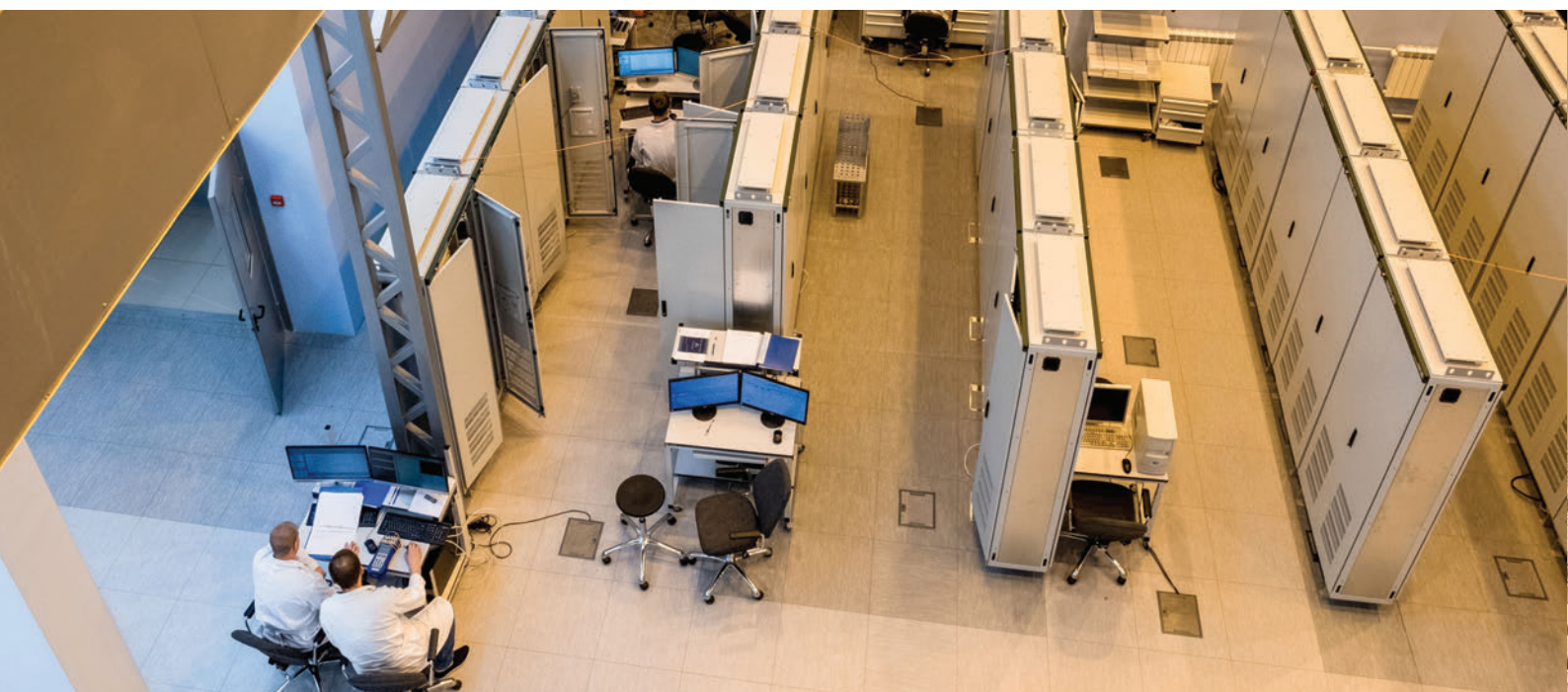
- контроллеры ТПТС полностью изготавливаются на производственных мощностях ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова». Научно-конструкторская и проектная поддержка также обеспечивается соответствующими подразделениями предприятия;
- аппаратура ТПТС постоянно совершенствуется. В настоящее время поставляется четвертое поколение аппаратуры — ТПТС-НТ, отличающееся более высокими скоростными характеристиками, гибкостью и разнообразием компоновочных решений. ТПТС-НТ ориентирована на создание перспективных АСУ ТП, в том числе с распределенной структурой;
- все поколения ТПТС совместимы «сверху вниз» по информационной среде и инструментальным средствам;
- учитывая, что аппаратура ТПТС позиционируется как средство создания систем управления высокой ответственности (в частности, для объектов атомной энергетики), наиболее важные компоненты сертифицируются органом по сертификации TÜV Rheinland Industrie Service GmbH (Германия) на соответствие международным нормам IEC;
- технические средства верхнего уровня операторского управления реализуются на стандартной или специальной (при повышенных требованиях) покупной вычислительной технике;
- разработан также вариант ТПТС-СБ, предназначенный для построения систем безопасности АЭС. Данная аппаратура ориентирована на выполнение современных требований по безопасности, основанных на концепции защиты в глубину. Отличительной особенностью ТПТС-СБ является встроенное программное и аппаратное разнообразие, обеспечивающее защиту от отказа по общей причине.





Создание оборудования ТПТС для АСУ ТП:

- **полномасштабное производство:** изготовление ТПТС (включая автоматическую сборку всех электронных модулей) осуществляется на ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»;
- **проектирование** программно-технических комплексов на основе ТПТС осуществляется с применением мощных инструментальных средств с графическим интерфейсом и возможностью моделирования прикладных алгоритмов, не требующих от проектанта специальных знаний по программированию. Эти же средства обычно поставляются на объект для проведения последующих модернизаций системы на месте, в том числе и силами эксплуатационного персонала;
- **тестирование и обучение:** разработанные и изготовленные системы управления проходят тщательную отработку на полигоне с участием заказчика и, при необходимости, надзорного органа. При этом одновременно производится подготовка эксплуатационного персонала заказчика;
- **поставка и ввод в эксплуатацию:** ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» осуществляет поставку оборудования практически для всех подсистем АСУ ТП, а также монтажных и пусконаладочных работ;
- **сервисное обслуживание:** ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» берет на себя все работы по гарантийному и постгарантийному обслуживанию, в том числе по негарантийному ремонту электронных модулей. Наличие полного производства в Москве позволяет обеспечить оперативность обслуживания в течение нескольких часов.



Технические характеристики платформы ТПТС-НТ

Платформа ТПТС-НТ предназначена для построения программно-технических комплексов систем контроля и управления атомных и тепловых электростанций, а также объектов промышленности.

Платформа ТПТС-НТ включает в себя набор аппаратных и программных средств, необходимых для реализации функций контроля и управления АСУ ТП, а также средства инжиниринга, конфигурирования и диагностики.

Платформа ТПТС-НТ — продукт развития семейства ТПТС, имеющего опыт применения более чем на 40 объектах энергетики и промышленности, в т.ч. на 13 АЭС.

Платформа ТПТС-НТ обеспечивает информационную совместимость с платформами ТПТС-СБ и ТПТС-ЕМ.

Настоящее описание представляет собой обзор ТПТС-НТ в части:

- построения систем контроля и управления;
- состава системы и ее интерфейсов;
- самодиагностики;
- сертификации системы;
- инжиниринга и документирования;
- сервисных средств и устройств;
- сервисного обслуживания.

Данное описание предназначено для ознакомления с назначением платформы ТПТС-НТ, ее характеристиками и содержит перечень компонентов платформы.

Принятые сокращения

АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
БШС	Блок шлюза сопряжения
ЖРО	Жидкие радиоактивные отходы
ИМ	Интерфейсный модуль
ИС	Инженерная станция
КА	Контроллер автоматизации
КСА	Комплекс средств автоматизации
МПП	Модуль подключения питания
НЭ	Нормальная эксплуатация
ПА	Процессор автоматизации
ПМА	Процессорный модуль автоматизации
ППО	Прикладное программное обеспечение
ПС	Приборная стойка
ПТК	Программно-технический комплекс
СБ	Система безопасности
СВВ	Станция ввода-вывода
СВУ	Система верхнего уровня
СНЭ	Система нормальной эксплуатации
СПМ	Модуль связи с процессом
ТЗИБ	Технологические защиты и блокировки
ТПТС	Программно-технические средства, изготавливаемые ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»
ТРО	Твердые радиоактивные отходы
УСБТ	Управляющая система безопасности по технологическим параметрам
ШВВ	Шина ввода-вывода



Системы контроля и управления на базе платформы ТПТС-НТ

На атомных электростанциях ТПТС-НТ применяется в составе следующих подсистем АСУ ТП:

- контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации (СКУ НЭ);
- нормальной эксплуатации, важной для безопасности (СНЭ ВБ);
- электронной части собственных защит турбины и генератора (ЭЧСЗ);
- электронной части системы регулирования турбины (ЭЧСР);
- контроля и управления вспомогательным оборудованием турбогенератора (ПТК СКУ ТГ);
- контроля и управления водоочисткой и водоподготовкой (СКУ ВП);
- иницирующей части предупредительной защиты реактора (ИЧ ПЗ);
- вспомогательных систем (переработка ЖРО, ТРО, береговые насосные и т.д.).

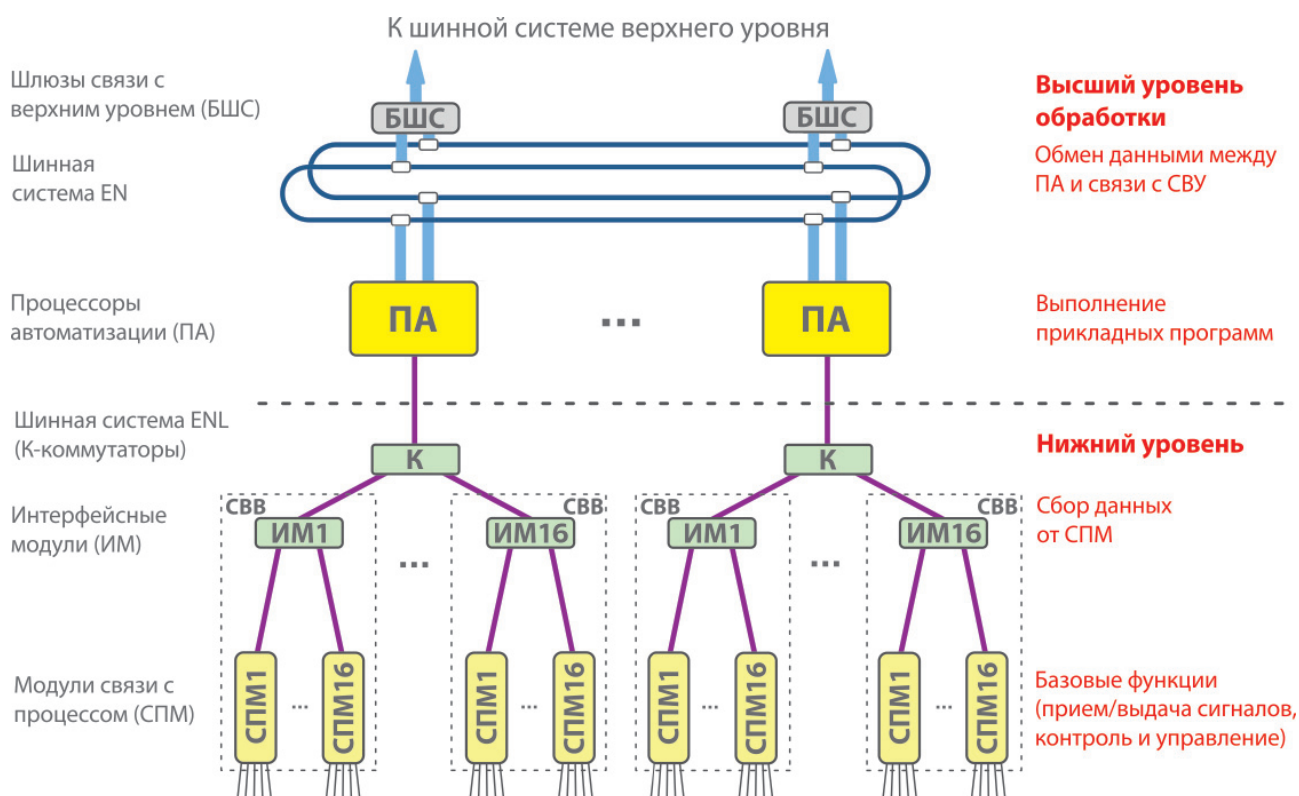
Платформа ТПТС-НТ построена по магистрально-модульному принципу и позволяет создавать, в зависимости от требований, различные по степени избыточности структуры путем резервирования функционально важных элементов. Структура ТПТС-НТ позволяет легко наращивать объем аппаратуры в системе управления.

В процессе создания платформы ТПТС-НТ, наряду с положительным опытом эксплуатации систем ТПТС, были учтены передовые тенденции в области построения АСУ ТП объектов атомной и тепловой энергетики, достижения мировых лидеров в области промышленной автоматизации, тенденции развития электронной аппаратуры и ее элементной базы.

Уникальные системные решения комплекса средств автоматизации ТПТС-НТ защищены патентами.

Функциональная структура взаимодействия компонентов ТПТС-НТ имеет двухуровневую организацию. На нижнем уровне сбор данных, выдача управляющих воздействий, а также ряд базовых стандартных функций (таких как фильтрация, индивидуальное управление, регулирование) реализуются в станциях ввода-вывода (СВВ).

СВВ включают в себя набор модулей связи с процессом (СПМ), обеспечивающих прием и выдачу сигналов, а также выполнение базовых функций автоматизации.



Вся цифровая информация из модулей связи с процессом собирается интерфейсным модулем (ИМ) и передается на высший уровень обработки через локальную шину ENL. Информация, приходящая в станцию ввода-вывода по шине ENL, распределяется теми же ИМ по модулям связи с процессом в соответствии с адресацией.

Связь ИМ и СПМ в пределах СВВ осуществляется по шине ввода-вывода (ШВВ), имеющей радиально-последовательную структуру, обеспечивающую высокую скорость обмена информацией.

Станции ввода-вывода через локальные шины ENL (100 МГц) связаны с процессорами автоматизации (ПА). Процессоры автоматизации выполняют прикладные функции управления и являются программируемыми. Именно ПА выполняют прикладные алгоритмы, функции защит, блокировок, сигнализации, функционально-групповое управление и пр.

ПА связаны друг с другом локальной дублированной сетью EN, построенной на технологии Industrial Ethernet 100 МГц.

Связь с верхним уровнем АСУ ТП осуществляется через шлюзы, связывающие шину EN и локальную сеть СВУ.

Такая структура обеспечивает удобство обработки данных процесса, т.к. каждый параметр процесса легко доступен каждому ПА.

Комплекс средств автоматизации на базе платформы ТПТС-НТ обеспечивает работу в режиме резервирования на всех уровнях, а именно:

- процессоров автоматизации;
- шлюзов информационного сопряжения с системой верхнего уровня;
- интерфейсных модулей;
- модулей процесса;
- шины ввода-вывода;
- шины ENL;
- шины EN.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАТФОРМЫ ТПТС-НТ

Время реакции системы в пределах 10...100 мс

Территориальное распределение аппаратуры по объекту автоматизации

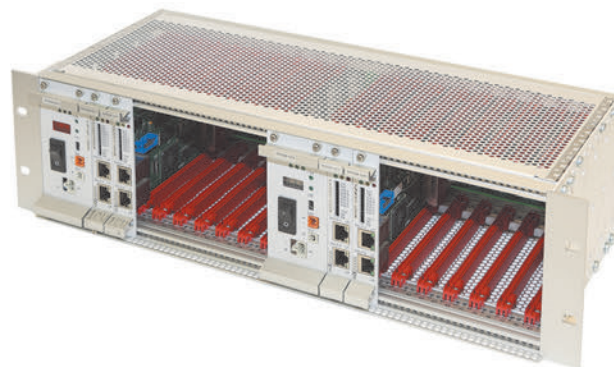
Организация местных постов управления

Подсоединение любых полевых кабелей сечением от 0,5 до 1,5 мм²

Малый цикл измерения унифицированных аналоговых сигналов — до 15 мс

Временное разрешение последовательности входных дискретных сигналов — 1 мс

Связь с интеллектуальными устройствами по цифровым протоколам



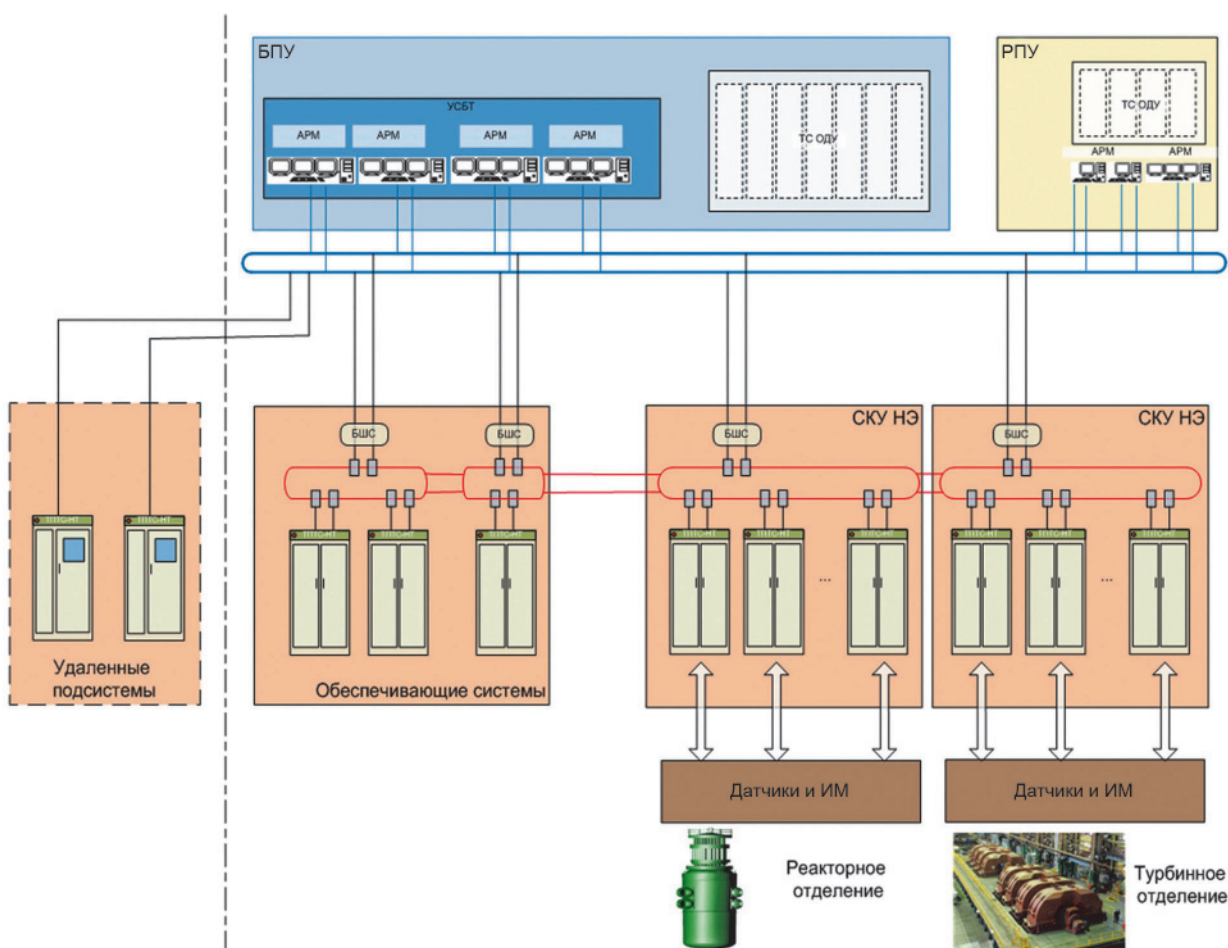
Процессоры, интерфейсные модули и модули связи с процессом работают по принципу горячего резерва и имеют непосредственные связи «ведущий-ведомый». Шины питания компонентов ТПТС-НТ являются дублированными, причем дублирование осуществляется индивидуально для каждого модуля.

Связь технических средств оперативно-диспетчерского управления (ТС ОДУ) блочного пункта управления (БПУ) СНЭ с ПТК может быть выполнена:

- либо традиционно с помощью проводных линий связи;
- либо с помощью шинных связей – для этого используются СВВ, встраиваемые непосредственно в панели управления ТС ОДУ и обеспечивающие информационный обмен панелей с ПА в ПТК по шине ENL.

Программно-технические комплексы, построенные на базе ТПТС-НТ, имеют общую цифровую коммуникационную оптоволоконную шину EN, которая обеспечивает обмен данными между отдельными ПТК, связи с СВУ и с устройством конфигурирования – инженерной станцией (ИС).

Связь с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами осуществляется с помощью специализированных модулей по шине RS-485 и протоколам IEC: IEC 61850, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104. Пример реализации ПТК на базе платформы ТПТС-НТ представлен ниже.



Оборудование платформы ТПТС-НТ

Платформа ТПТС-НТ включает:

Стойки приборные (ПС) ТПТС55.2010 напольного исполнения, двухстороннего обслуживания, содержащие:

- *станции ввода-вывода (СВВ)*, включающие следующее оборудование:
 - модули связи с процессом (СПМ), выполняющие базовые функции приема и обработки сигналов, контроля и управления исполнительными механизмами, регулирования и т.д.;
 - интерфейсные модули, обеспечивающие коммуникационные связи СВВ с процессором автоматизации;
- *процессор автоматизации (ПА)* или контроллер автоматизации (КА), в котором реализованы алгоритмы вычисления технологических параметров, функции ТЗиБ и автоматического управления, а также функции обмена данными со станциями ввода-вывода и другими ПА и функции диагностики;
- *блок шлюза для информационного сопряжения ПТК с СВУ (БШС)*;
- *комплект распределения питания*, содержащий автоматические выключатели 24 В клеммники, через которые подается питание на компоненты ПС;
- *коммуникационное оборудование шин EN, ENL* (коммутаторы, оптические кроссы, экранированные витые пары, волоконно-оптические кабели);
- *соединители* для подключения электрических сигнальных кабелей от датчиков и преобразователей технологического процесса, исполнительных механизмов, другого периферийного оборудования.

Станция ввода-вывода, процессор автоматизации и контроллер автоматизации представляют собой крейты с установленными в них модулями.

Перечень модулей СВВ, ПА и КА приведен в *Таблице 1*.

Стойки приборные автономные (ПСА) напольного исполнения, двухстороннего обслуживания, содержащие:

- *станции ввода-вывода*, включающие следующее оборудование:
 - модули связи с процессом (СПМ), выполняющие базовые функции приема и обработки сигналов, контроля и управления исполнительными механизмами, регулирования и т.д.;
 - интерфейсные модули, обеспечивающие коммуникационные связи станций ввода-вывода с процессором автоматизации;



- *процессор автоматизации*, в котором реализованы алгоритмы вычисления технологических параметров, функции ТЗиБ и автоматического управления, а также функции обмена данными со станциями ввода-вывода и другими процессорами автоматизации и функции диагностики;
- *блок питания*, преобразующий напряжение внешних резервированных сетей постоянного или переменного тока 220 В в напряжение постоянного тока 24 В;
- *комплект распределения питания*, содержащий автоматические выключатели 24 В клеммники, через которые подается питание на компоненты ПСА;
- *коммуникационное оборудование*;
- *соединители* для подключения электрических сигнальных кабелей от датчиков и преобразователей технологического процесса, исполнительных механизмов, другого периферийного оборудования.

Стойки приборные автономные ТПТС-НТ имеют два варианта исполнения:

- ТПТС55.2020 с монитором с сенсорным экраном на передней правой створке двери и с блоком контроллера, который установлен внутри ПСА ТПТС-НТ и обеспечивает функционирование монитора с сенсорным экраном;
- ТПТС55.2021 без монитора.

Стойки питания (СП) ТПТС52.2320 напольного исполнения.

В зависимости от типа сети внешнего питания СП может иметь следующие исполнения:

- стойка питания «~220 В» — внешнее питание от двух сетей однофазного переменного тока 220 В;
- стойка питания «=220 В» — внешнее питание от двух сетей постоянного тока 220 В;
- стойка питания «~/=220 В» — внешнее питание от сети переменного однофазного тока 220 В и от сети постоянного тока 220 В.

Основными функциональными устройствами СП являются блоки питания (БПМ), преобразующие внешнее напряжение питания переменного или постоянного тока в напряжение постоянного тока со значением 24 В, 220 В или значением в диапазоне от 50 до 150 В (в зависимости от типа БПМ).

Стойки сопряжения (СС) ТПТС52.2110 напольного исполнения для сопряжения, при необходимости, ПС ТПТС с периферийными устройствами (низковольтными комплектными устройствами, измерительными преобразователями и датчиками и т.п.).

Стойка сопряжения обеспечивает:

- переход с одного типа кабеля на другой;
- распределение жил одного внешнего кабеля по отдельным кабелям, подключаемым к разным ПС ТПТС;
- гальваническое разделение цепей ПС ТПТС и подключаемых цепей периферийных устройств;
- размножение общих сигналов;
- увеличение тока через контакты внешних устройств, для которых требуется повышенная токовая нагрузка;
- преобразование вида электрического сигнала и т.д.

Для выполнения этих функций в стойке сопряжения имеются соответствующие клеммные элементы и модули сопряжения: модули подгрузки, релейные модули, усилители, преобразователи и другие необходимые устройства.

Средство конфигурирования — инженерная станция (ИС) с установленной системой автоматизированного проектирования GET-R1.

Ниже состав и функции компонентов платформы ТПТС-НТ описаны более подробно.



Стойка приборная

Стойка приборная (ПС) ТПТС55.2010 предназначена для реализации функций контроля и управления в ПТК.

Габаритные размеры (длина × ширина × высота) по каркасу шкафа: 1000 × 400 × 2200 мм.

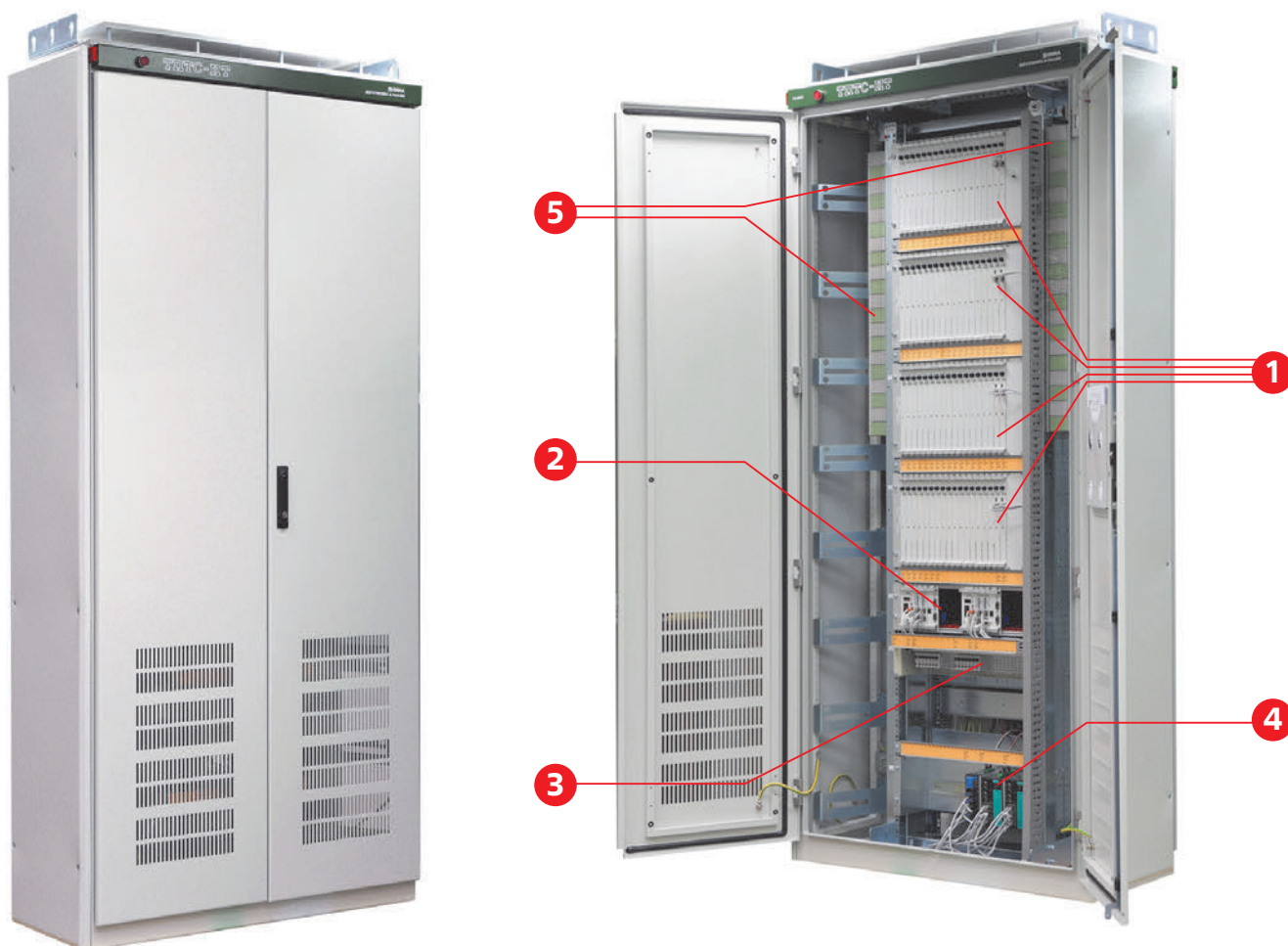
Для подключения сигнальных кабелей связи с технологическим процессом и другими периферийными устройствами в ПС установлены блоки проходных клемм с обеспечением кроссирования полевых связей.

Электропитание ПС ТПТС-НТ осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 21 до 30 В. Номинальное значение напряжения 24 В.

Предусмотрена возможность электропитания ПС ТПТС-НТ от двух независимых источников.

ПС ТПТС-НТ может содержать:

- 1** до четырех СБВ высотой 6U (каждая СБВ может содержать до 16 СПМ и до 2 ИМ);
- 2** крейт ПА высотой 3U;
крейт БШС высотой 3U;
- 3** автоматические выключатели и клеммники для распределения электропитания;
- 4** коммутаторы;
- 5** набор соединителей для подключения внешних кабелей связи с периферийными устройствами.



Стойка приборная автономная

Стойка приборная автономная (ПСА) ТПТС-НТ предназначена для организации выносных пунктов управления удаленным технологическим оборудованием.



Стойки приборные автономные ТПТС-НТ имеют два варианта исполнения:

- ТПТС55.2020 с монитором с сенсорным экраном на передней правой створке двери;
- ТПТС55.2021 без монитора.

Габаритные размеры (длина x ширина x высота) по каркасу шкафа 1000 x 400 x 2 200 мм.

ПСА ТПТС-НТ может содержать:

- до 3 СВВ высотой 6U для стойки без монитора, для стойки с монитором — 2 СВВ (каждая СВВ может содержать до 16 СПМ и до 2 ИМ);
- крейт ПА высотой 3U;
- монитор с сенсорным экраном;
- блок контроллера, обеспечивающий работу монитора с сенсорным экраном, высотой 3U;
- блок питания ПСА ТПТС-НТ;
- автоматические выключатели 24 В для подачи и снятия питания на компоненты ПСА ТПТС-НТ;
- набор клеммников для распределения электропитания 24 В на все компоненты ПСА ТПТС-НТ;
- коммутаторы;
- набор соединителей для подключения внешних кабелей связи с периферийными устройствами.

Электропитание ПСА ТПТС-НТ осуществляется от сети постоянного или переменного тока:

- от однофазной сети переменного тока напряжением от 176 до 242 В. Номинальное напряжение питания 220 В, номинальная частота 50 Гц;
- от сети постоянного тока напряжением от 176 до 242 В. Номинальное напряжение электропитания 220 В.

Стойка питания

Стойка питания (СП) ТПТС52.2320 предназначена для преобразования внешнего сетевого напряжения постоянного или переменного тока 220 В в напряжение постоянного тока с номинальными значениями 24 В, 220 В и значениями в диапазоне от 50 до 150 В.

В стойке питания реализована возможность подключения двух внешних независимых источников сетевого напряжения.

СП могут применяться для электропитания:

- приборных стоек ТПТС;
- пультов управления ТС ОДУ и других устройств.

Габаритные размеры (длина x ширина x высота) по каркасу шкафа: 1000 x 400 x 2 200 мм.



Номенклатура и характеристики модулей платформы ТПТС-НТ

Таблица 1

ПЕРЕЧЕНЬ МОДУЛЕЙ СВВ, ПА И КА

Обозначение	Наименование	Назначение
Процессор автоматизации		
ТПТС55.1211	Универсальный модуль процессора автоматизации (EMS)	Выполнение коммуникационных задач и проектных алгоритмов
ТПТС55.1214-01	Модуль интерфейса RS-485 (RSL)	Связь с интеллектуальными устройствами по шине RS-485 с протоколами MODBUS RTU, MODBUS ASCII
ТПТС55.1012	Модуль подключения питания и индикации (МПИ)	Подключение внешнего напряжения питания 24 В и подача напряжения 24 В на шину питания модулей ПА и индикация состояния модулей ПА
Контроллер автоматизации		
ТПТС55.1105	Процессорный модуль автоматизации (ПМА)	Выполнение коммуникационных задач и проектных алгоритмов
ТПТС55.1691	Модуль интерфейсов МЭК61850 (СП-Е)	Обмен данными с интеллектуальными устройствами через интерфейсы Ethernet по протоколу МЭК 61850
ТПТС55.1623	Модуль ввода-вывода дискретных сигналов	Ввод-вывод дискретных сигналов
Станция ввода-вывода		
ТПТС55.1302	Модуль интерфейсный (ИМ)	Выполнение задач коммуникации между модулем процессора автоматизации и модулями связи с процессом
ТПТС55.1661	Модуль ввода унифицированных сигналов тока	Приём унифицированных сигналов тока и подача напряжения питания на датчики-источники входных сигналов
ТПТС55.1662	Модуль ввода сигналов термоэлектрических преобразователей, термопреобразователей сопротивления и унифицированных сигналов тока и напряжения	Приём сигналов термопар и термометров сопротивления, а также унифицированных сигналов тока и напряжения
ТПТС55.1663	Модуль вывода унифицированных аналоговых сигналов	Выдача унифицированных сигналов тока или напряжения
ТПТС55.1671	Модуль ввода-вывода дискретных сигналов	Приём сигналов от дискретных датчиков с диагностикой цепей подключения и выдача выходных напряжений
ТПТС55.1672	Модуль ввода импульсных сигналов	Приём импульсных сигналов, их счёт, определение входной частоты и скорости её изменения
ТПТС55.1681	Модуль регулятора	Управление регулирующим клапаном и регулирование
ТПТС55.1673	Модуль индивидуального управления	Управление исполнительными механизмами: электродвигателем, электромагнитным клапаном, запорной арматурой

ПРОЦЕССОР АВТОМАТИЗАЦИИ (ПА)

Процессор автоматизации является специализированным компьютером, который выполнен в виде набора интеллектуальных модулей, установленных в крейт и связанных друг с другом по внутренним шинам.

Крейт ПА выполнен в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006 высотой 3У.

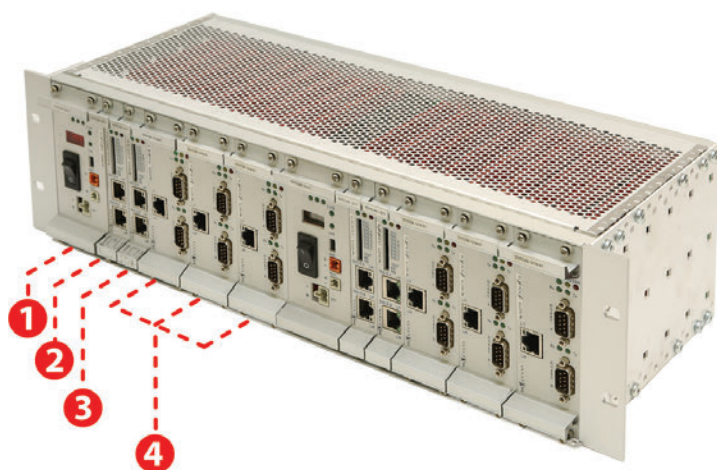
ПА имеет следующие базовые варианты исполнения:

- нерезервированный ПА;
- резервированный ПА.

Крейт ПА условно разделен на два полукрейта. В левом полукрейте устанавливаются модули основного ПА, в правом — резервного ПА или второго независимого ПА.

Процессор автоматизации содержит набор электронных модулей различного функционального назначения:

- 1 модуль подключения питания и индикации;
- 2 коммуникационный модуль ПА (ENC);
- 3 функциональный модуль ПА (FMC);
- 4 модули связи по интерфейсу RS-485 (RSL) — в тех ПА, которые должны иметь связь с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами.



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПРОЦЕССОРА АВТОМАТИЗАЦИИ (EMS) ТПТС55.1211

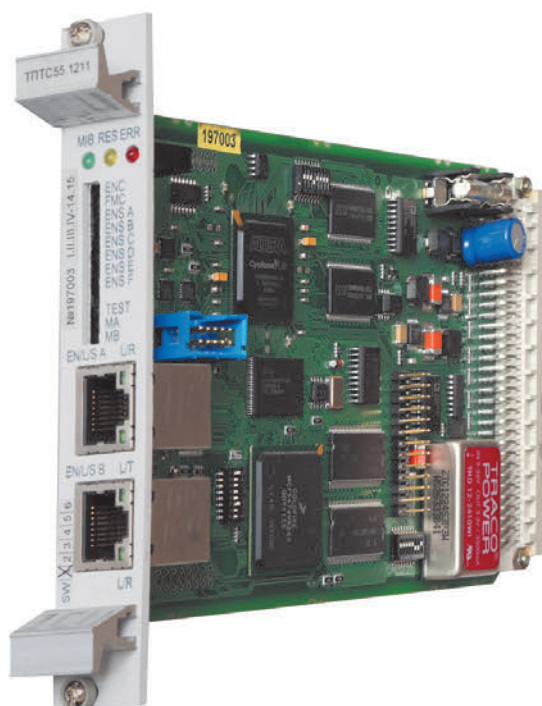
Модуль процессора автоматизации выполняет функции:

- обмена данными со станциями ввода-вывода;
- обмена с другими ПА;
- реализации алгоритмов вычисления технологических параметров, функций ТЗиБ и автоматического управления;
- диагностики.

На основе модуля EMS реализованы модули FMC и ENC, идентичные по схемотехническому и конструктивному решению и различающиеся исполняемым встроенным программным обеспечением.

Модуль ENC выполняет коммуникационные функции обмена данными по шине EN.

Модуль FMC выполняет алгоритм управления технологическим процессом и взаимодействует со станциями ввода-вывода по шине ENL.

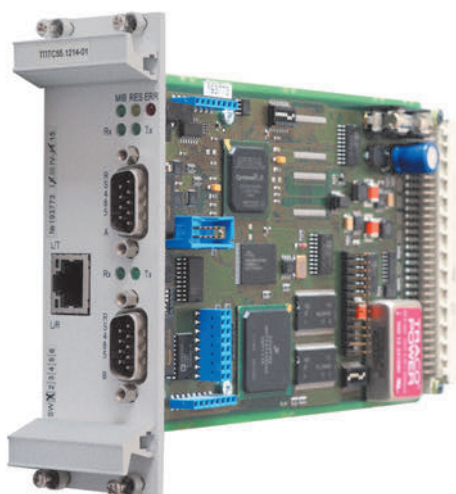


МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСА RS-485 (RSL) ТПТС55.1214-01

Модуль RSL обеспечивает возможность связи с интеллектуальными устройствами по шине RS-485 с протоколами MODBUS RTU, MODBUS ASCII.

Модуль интерфейса RS-485 предназначен для работы в составе крейта процессора автоматизации.

Модуль RSL имеет 2 шины интерфейса RS-485, к каждой из которых может подключаться до 32 интеллектуальных датчиков и приводов.



МОДУЛЬ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПИТАНИЯ И ИНДИКАЦИИ (МПИ) ТПТС55.1012

Модуль обеспечивает:

- подключение внешнего напряжения питания 24 В и подачу напряжения 24 В на шину питания модулей процессора автоматизации;
- защиту цепей подключения от перегрузки по току путем отключения шины питания ПА;
- индикацию текущего состояния и сигнализацию неисправностей модулей процессора автоматизации.



КОНТРОЛЛЕР АВТОМАТИЗАЦИИ (КА)

Контроллер автоматизации является специализированным компьютером, который выполнен в виде набора интеллектуальных модулей и модулей связи с процессом, установленных в крейт и связанных друг с другом по внутренним шинам.

В набор модулей КА входят:

- центральные модули, устанавливаемые в КА во всех его конфигурациях:
 - процессорный модуль автоматизации;
 - модули, устанавливаемые в КА в конфигурациях, определяемых требованиями проекта автоматизации;
- модули связи с процессом;
- модули цифрового интерфейса связи с интеллектуальными устройствами.

Крейт контроллера автоматизации выполнен в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006 высотой 3U. Контроллер автоматизации имеет следующие базовые варианты исполнения:

- нерезервированный КА;
- резервированный КА.

ПРОЦЕССОРНЫЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ (ПМА) ТПТС55.1105

Процессорный модуль автоматизации выполняет функции:

- обмена данными со станциями ввода-вывода;
- обмена с другими КА и ПА;
- реализации алгоритмов вычисления технологических параметров, функций ТЗиБ и автоматического управления;
- диагностики.



МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСОВ МЭК61850 (СП-Е) ТПТС55.1691

Модуль СП-Е обеспечивает обмен данными с интеллектуальными устройствами через интерфейсы Ethernet по протоколу МЭК 61850.

Модуль интерфейсов МЭК 61850 ТПТС55.1691 (СП-Е) предназначен для работы в составе крейта контроллера автоматизации.

Модуль имеет две шины интерфейса МЭК 61850, к каждой из которых может подключаться до 16 интеллектуальных устройств.



СТАНЦИЯ ВВОДА-ВЫВОДА (СВВ)

Станция ввода-вывода представляет собой крейт, выполненный в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006, высотой 6U с установленными модулями, объединенными кросс-платой.

В СВВ реализована возможность частичного и полного резервирования всех компонентов с «безударным» переключением каналов при одиночных отказах без потери управления.

Станция ввода-вывода включает в себя:

- 1 до 16 модулей связи с процессом, обеспечивающих прием и предварительную обработку входных сигналов, выдачу выходных сигналов и управляющих команд;
- 2 до двух интерфейсных модулей, предназначенных для организации связи модулей связи с процессом и с процессором автоматизации.



МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСНЫЙ (ИМ) ТПТС55.1302

Интерфейсный модуль обеспечивает:

- связь модулей связи с процессом (СПМ) данной станции ввода-вывода с модулем процессора автоматизации;
- синхронизацию таймеров текущего времени в СПМ;
- осуществление загрузки прикладных параметров в СПМ;
- представление информации самодиагностики о неисправностях подключенных к нему СПМ.



МОДУЛИ СВЯЗИ С ПРОЦЕССОМ

Модули связи с процессом (СПМ) выполняют базовые стандартные функции приема и выдачи сигналов, контроля и управления исполнительными механизмами, регулирования.

Модули связи с процессом имеют следующие интерфейсы:

- интерфейс шины ввода-вывода X1 для подключения СПМ к кросс-плате СВВ;
- аппаратный интерфейс для связи с периферийными устройствами X2.

На передней панели модуля установлены три индикатора:

- индикатор наличия напряжения питания «24 V» (зеленый) — светится при наличии хотя бы одного из двух резервных напряжений питания при исправном предохранителе модуля;
- индикатор режима имитации «SIM» (желтый) — светится, когда модуль переведен в режим имитации;
- индикатор общей неисправности «ERR» (красный) — светится при обнаружении модулем какой-либо неисправности (перегорание или отсутствие предохранителя, неисправности в СПМ, каналные ошибки, программные ошибки и т.п.).

На передней панели модуля расположен предохранитель, который доступен персоналу и может являться средством индивидуального включения/выключения питания модуля, например, для его замены без отключения питания СВВ.

Для конкретного проекта выполняется параметрирование стандартных функций базового программного обеспечения СПМ в зависимости от типа датчика, диапазона входного сигнала, типа исполнительного механизма, характеристик аппаратуры приема выходного сигнала. Параметрирование осуществляется аппаратно (с помощью установки перемычек на плате СПМ) и программно с помощью процессора автоматизации по шинным связям. Данные для параметрирования определяются в процессе проектирования ПТК.



ТПТС55.1661



ТПТС55.1662



ТПТС55.1663



ТПТС55.1671



ТПТС55.1673



ТПТС55.1681

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЕЙ

ТПТС55.1661	Модуль ввода унифицированных сигналов тока	Количество каналов измерения	14
		Диапазон измерения входного сигнала	0...20 мА, 4...20 мА
		Количество выходов питания датчиков	14
		Период цикла измерения входных сигналов	≤10 мс
ТПТС55.1662	Модуль ввода сигналов термоэлектрических преобразователей, термопреобразователей сопротивления и унифицированных сигналов тока и напряжения	Количество каналов измерения	8
		Диапазон измерения входного сигнала тока	0...20 мА, 4...20 мА
		Диапазон измерения входного сигнала напряжения	0...10 В, 2...10 В
		Диапазон измерения сигналов термопар	−0,038...0,038 В, −0,077...0,077 В
		Диапазон измерения сигналов термосопротивлений	10...125 Ом, 10...250 Ом, 10...500 Ом
		Период цикла измерения для сигналов тока/напряжения	≤10 мс
		Период цикла измерений для температурных сигналов	≤150 мс
ТПТС55.1663	Модуль вывода унифицированных аналоговых сигналов	Количество каналов воспроизведения	14
		Диапазон сигналов воспроизведения	0...20 мА, 4...20 мА, 0...10 В, 2...10 В
		Период цикла обновления воспроизводимых сигналов	≤20 мс
ТПТС55.1671	Модуль ввода-вывода дискретных сигналов	Количество каналов измерения	12
		Количество выходов, совмещенных с входами	20
		Период цикла приема/формирования сигналов на дискретных входах /выходах	≤1 мс
ТПТС55.1672	Модуль ввода импульсных сигналов	Количество каналов ввода импульсного сигнала	4
		Диапазон частот следования	0,1...150 000 Гц
		Минимальная длительность входного импульса	≥3 мкс
ТПТС55.1681	Модуль регулятора	Количество каналов регулирования	2
		Типы встроенного автоматического регулирования	импульсное (S-регулирование)
			непрерывное аналоговое (K-регулирование)
		Период цикла работы модуля	≤5 мс
ТПТС55.1673	Модуль индивидуального управления	Количество каналов контроля и управления механизмами	4
		Типы функций контроля и управления	управление электродвигателем
			управление электроприводной запорной арматурой
			управление электромагнитным клапаном
		Период цикла приема/формирования сигналов на двоичных входах/выходах	≤2 мс

Системные интерфейсы ТПТС-НТ

Передача информации в комплексах средств автоматизации на базе платформы ТПТС-НТ выполняется посредством цифровых каналов коммуникаций.

В состав коммуникационной системы ТПТС-НТ входят шина EN, шина ENL и шина ввода/вывода (ШВВ).

Шина EN обеспечивает связь между всеми процессорами автоматизации.

Шина ENL предназначена для обеспечения обмена данными между ПА и станциями ввода-вывода (СВВ), а также модулями RSL, реализующими интерфейс с интеллектуальными датчиками и приводами.

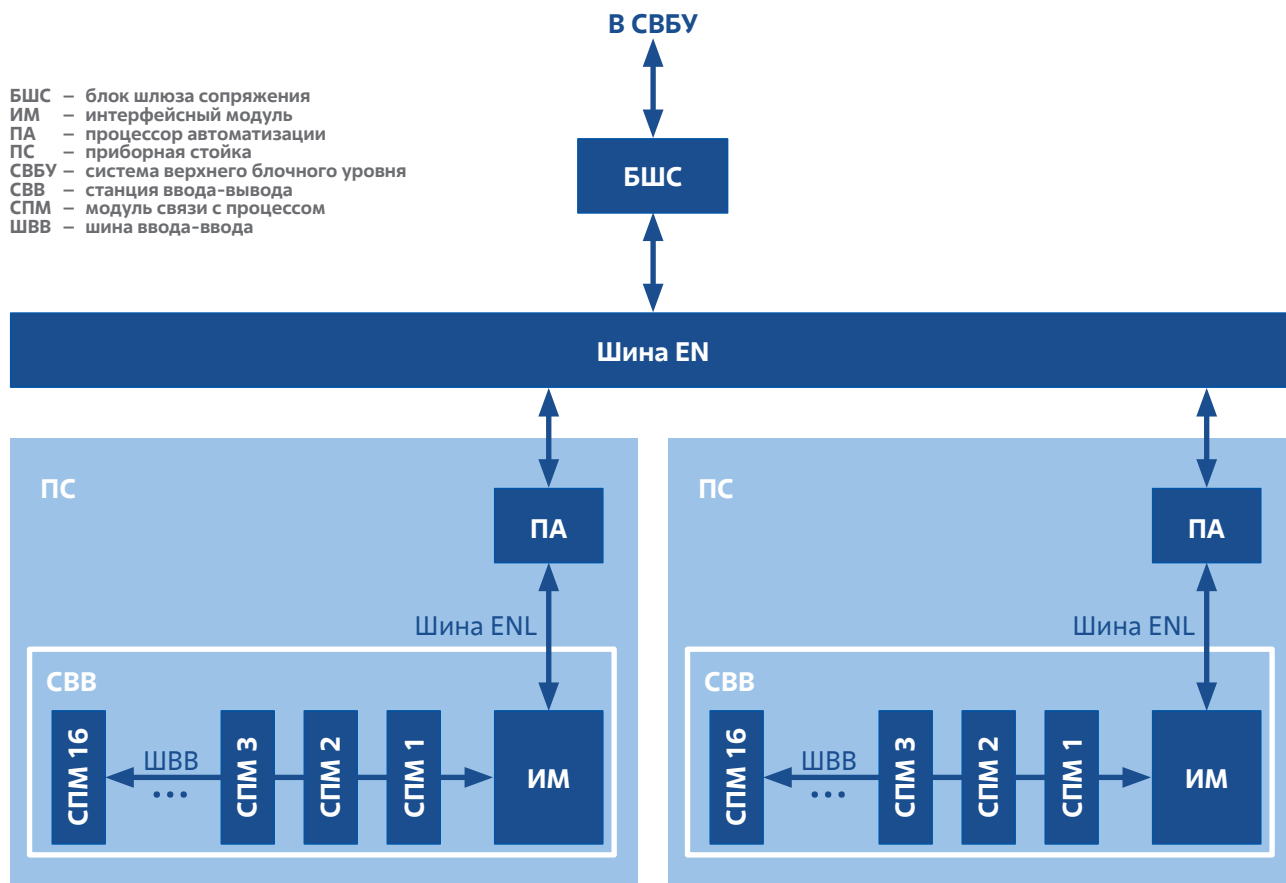
Шина ввода/вывода (ШВВ) предназначена для выполнения обмена данными в границах СВВ между интерфейсным модулем и модулями связи с процессом.

Шина EN построена на базе современного интерфейса Industrial Ethernet, основанного на использовании для организации локальной сети сетевых коммутаторов и соединений типа «точка-точка». Шина EN имеет кольцевую отказоустойчивую структуру. Передающая среда выполнена на оптоволокне, что обеспечивает потенциальную развязку всех абонентов шины.

Шина ENL является территориально-распределённой шиной обмена данными между процессорами автоматизации и станциями ввода-вывода. Связь процессора автоматизации с модулями связи с процессом осуществляется опосредованно через интерфейсный модуль, входящий в состав станции ввода-вывода.

ШВВ состоит из отдельных последовательных интерфейсов с дуплексным режимом передачи данных, по которым к интерфейсному модулю могут быть подключены до 16 СПМ в станции ввода-вывода.

Все средства коммуникационной системы ТПТС-НТ обеспечивают работу в режиме резервирования. Шина EN может быть резервированной либо дублированной.



Самодиагностика

Все компоненты платформы ТПТС-НТ контролируются в процессе работы. Объем оперативного контроля обеспечивает обнаружение неисправности типового элемента замены.

Обнаруженные отказы отображаются как можно ближе к месту возникновения неисправности:

- непосредственно на модуле, в котором произошел отказ (с помощью светового индикатора модуля);
- на приборной стойке, где установлен модуль, в котором произошел отказ (с помощью лампы сигнализации стойки).

Информация об отказах передается в систему верхнего блочного уровня.

Приборная стойка. При любом отказе, возникающем в ПС, зажигаются сигнальные лампы стойки. Сигнальные лампы установлены в верхней части на передней и задней сторонах ПС.

Модуль связи с процессом. Непрерывно проводит самодиагностику. При обнаружении отказа в самом модуле загорается светодиод ошибки (ERR) на передней панели модуля и по шине ввода-вывода передается сообщение об ошибке в интерфейсные модули своей СВВ.

Интерфейсный модуль. Непрерывно проводит самодиагностику и собирает диагностическую информацию со всех СПМ своей станции ввода-вывода.

Процессор автоматизации. Непрерывно проводит самодиагностику, а резервированный ПА также наблюдает за состоянием ПА-партнера. При возникновении любого отказа ПА формирует сигнал неисправности на сигнальном индикаторе модуля питания и индикации и выдает сообщение в систему верхнего уровня об обнаруженной неисправности. Процессор автоматизации собирает сообщения об отказах от интерфейсных модулей, подключенных к нему, и выдает сообщение в систему верхнего уровня об обнаруженном отказе.

Также в ПС контролируется состояние коммутаторов, блоков шлюзов сопряжения и состояние дверных контактов.

Средства платформы ТПТС-НТ обеспечивают работу в режиме резервирования на всех уровнях, а именно: ПА, ИМ, СПМ, БШС, шины ввода-вывода, шины EN, шины ENL.



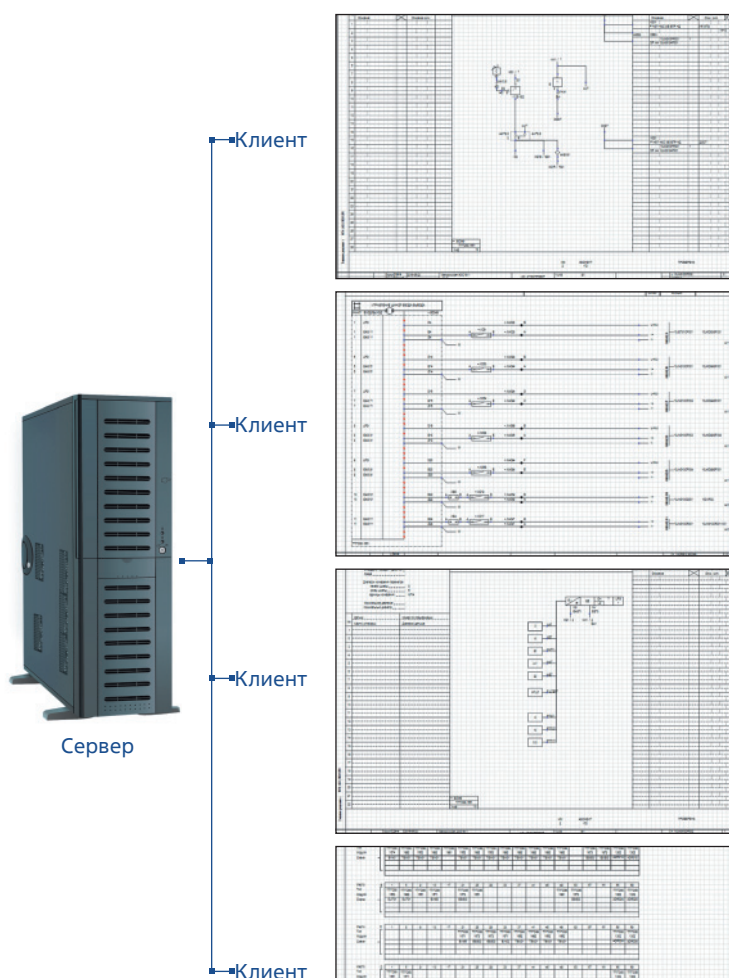
Инжиниринг и документирование

Комплект инженерной станции ТПТС54.34XX (ИС) предназначен для разработки, корректировки, документирования, сохранения и загрузки прикладной структуры в ПА на этапах наладки и работ, связанных с заменой программируемых модулей или программного обеспечения.

На инженерной станции установлена система автоматизированного проектирования GET-R1. Эта система позволяет создавать компоновочные схемы оборудования, схемы проводных и кабельных связей, прикладные программные структуры ПА, проектировать обмен данными между компонентами ПТК и с СВУ.

При помощи инженерной станции, подключенной к шине EN, можно удаленно параметризовать любой модуль (подлежащий параметрированию), изменив его настроечные параметры, изменить алгоритм работы любого ПА.

САПР GET-R1 работает под управлением операционной системы Linux.



САПР GET-R1 включает в себя следующие подсистемы:

- САПР-Т (САПР технолога). Подсистема разработки технологических алгоритмов управления в виде, независимом от конкретной аппаратной платформы ТПТС;
- САПР СМД (САПР сборочно-монтажной документации). Подсистема разработки документации на ПТК, которая включает компоновку стоек, схемы расположения, схемы сетевых связей, схемы электропитания, схемы проектного монтажа и др.;
- GET-часть. Основная часть САПР GET-R1, предназначенная для разработки алгоритмов управления на средствах ТПТС различных поколений. Подразделяется на подсистемы, соответствующие различным КСА ТПТС:
 - САПР ТПТС-ЕМ для разработки ПТК на базе ТПТС51 – ТПТС-ЕМ;
 - САПР ТПТС-НТ для разработки ПТК на базе ТПТС-НТ;
 - САПР-СБ для разработки ПТК на базе ТПТС-СБ;
- подсистемы тестирования и моделирования.

В САПР GET-R1 реализованы подходы к сквозному проектированию подсистем АСУ ТП на базе ТПТС, начиная с этапа технолога, а также разработаны средства сквозного моделирования и тестирования алгоритмов.

Модель технолога

- позволяет проверить логику алгоритмов технолога
- обеспечивает «сборку» проекта технолога, проверку исходящих и принимаемых сигналов

Модель ПТК

- позволяет визуально проверить алгоритмы ПТК
- обеспечивает статическое тестирование GET-проекта

Полунатурное тестирование

- позволяет проверить прикладную конфигурацию непосредственно на комплексе
- возможно проведение на площадке завода и объекте при наладке

Инженерная станция с САПР GET-R1 обеспечивает поддержку поставляемого оборудования ТПТС на всех стадиях жизненного цикла — проектирование, изготовление, наладка, эксплуатация.

Этапы изготовления ПТК

Изготовление программно-технических комплексов (ПТК) осуществляется в соответствии с заданием заводу-изготовителю (ЗЗИ).

Процесс изготовления ПТК включает в себя следующие основные этапы:

- этап верификации ЗЗИ;
- этап изготовления оборудования, с последующей верификацией;
- этап разработки прикладного программного обеспечения;
- этап функциональных испытаний.

Этап верификации ЗЗИ

Анализ ЗЗИ

Проверка ЗЗИ на полноту, корректность, непротиворечивость, соответствие характеристикам аппаратуры

- ▶ Верификация алгоритмов
- ▶ Статическое тестирование прикладной конфигурации
- ▶ Динамическое тестирование прикладной конфигурации

Этап изготовления оборудования, с последующей верификацией

При разработке оборудования ТПТС-НТ проводятся квалификационные испытания компонентов. Квалификационные испытания проводятся на специализированных стендах или в специальных аттестованных лабораториях в соответствии с государственными и международными стандартами.

Оценка соответствия

- ▶ Входной контроль комплектующих
- ▶ Автоматизированный контроль при изготовлении компонентов
- ▶ Приёмо-сдаточные испытания на автоматизированных стендах

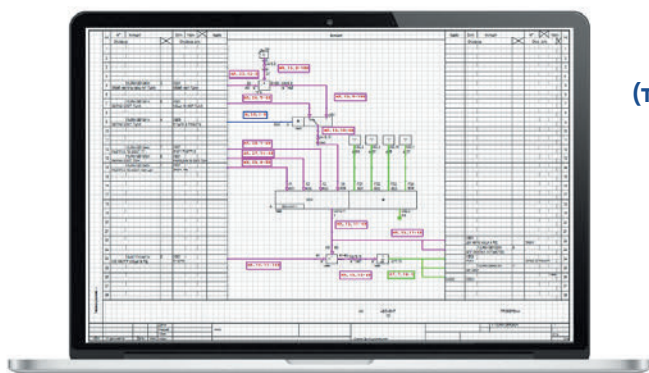


Прикладная программная конфигурация

Верификация и валидация ППО

Система тестирования на всех этапах проектирования

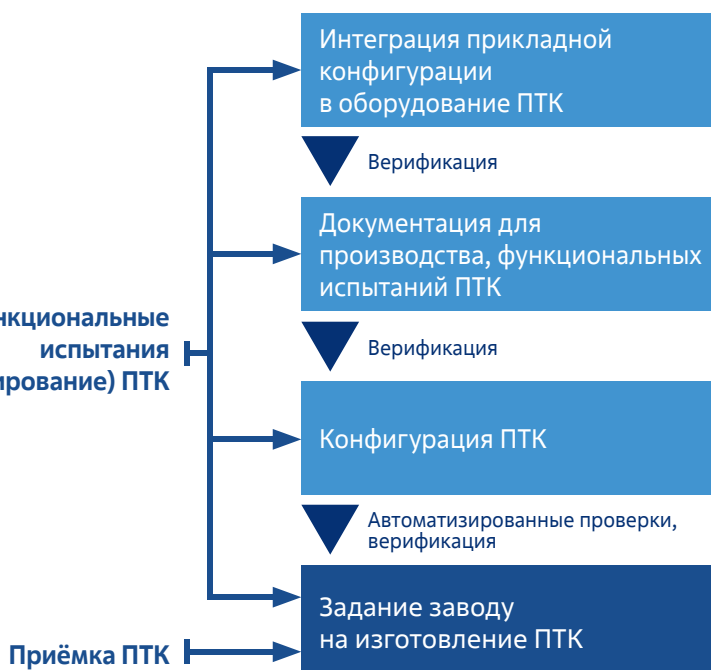
▶ Подсистема моделирования	Предоставляет возможность тестирования и отладки технологических алгоритмов
▶ Подсистема валидации САПР GET-R1	Позволяет организовать как комплексную, так и выборочную проверку функциональных схем
▶ Полунатурное тестирование	Предоставляет возможность протестировать работу комплекса до этапа загрузки ППО в аппаратуру с применением виртуальных комплексов



Этап функциональных испытаний

Функциональные испытания являются комплексными интеграционными испытаниями программно-технического комплекса совместно с представительным комплексом СВУ и имитаторами сигналов и механизмов. Функциональные испытания проводятся на полигоне ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» и являются основной верификационной процедурой, на которой проверяется соответствие оборудования ПТК требованиям ЗЗИ.

Функциональные испытания (тестирование) ПТК



Сертификация платформы ТПТС-НТ

Аппаратура ТПТС-НТ имеет комплект сертификатов соответствия для различных сфер применения: атомная энергетика, тепловая энергетика, опасные производства.

В рамках работ по сертификации ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» осуществляет взаимодействие с различными сертификационными органами в Российской Федерации и за рубежом.

Соответствие аппаратуры ТПТС-НТ (приборные стойки ТПТС55.2010, ТПТС55.2020, ТПТС55.2021 с соответствующими комплектами модулей) требованиям технических условий и нормативных документов подтверждено сертификатами российских органов по сертификации и международным органом по сертификации TÜV Rheinland ISTec GmbH (Германия).

Система менеджмента качества ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015.



Эксплуатационная документация

На объект эксплуатации, наряду с программно-техническими комплексами, поставляется определенный набор эксплуатационной документации.

Эксплуатационная документация (ЭД), поставляемая на объект эксплуатации, состоит из следующих частей:

1. Общая ЭД на все ПТК:

- общее руководство по эксплуатации;
- методика автономной наладки и испытаний.

2. ЭД на конкретный ПТК:

- руководство по эксплуатации:
 - описание;
 - базы данных;
 - схемы соединений;
 - GET-проект;
- формуляр на ПТК;
- программы автономной наладки и испытаний.

3. ЭД на оборудование ТПТС-НТ, входящее в состав ПТК:

- руководство по эксплуатации для каждого типа стоек из состава ПТК;
- формуляры на стойки из состава ПТК;
- инструкции по проведению грузоподъемных работ и транспортированию, распаковке, размещению и монтажу оборудования.

4. ЭД на технические средства ТПТС, используемые при техническом обслуживании и текущем ремонте ПТК:

- руководство по эксплуатации для сервисных средств;
- формуляры на сервисные средства.

Сервисные средства. Диагностическая станция

Диагностическая станция (ДС) ТПТС54.3311 предоставляет следующие диагностические функции для программно-технических комплексов на базе ТПТС-СБ и ТПТС-НТ:

- диагностику процессоров автоматизации;
- диагностику интерфейсных модулей и модулей связи с процессом;
- статическую и динамическую имитацию;
- диагностику измерительных каналов модулей связи с процессом;
- чтение сигналов процессоров автоматизации.



Для работы диагностическая станция подключается к шине EN. Доступные режимы работы и ограничения устанавливаются администратором ДС индивидуально для каждого пользователя.

Сервисные устройства. Имитаторы

Имитаторы представляют собой малогабаритные электронные приборы, предназначенные для имитации реальных исполнительных механизмов, датчиков и индикаторов двоичных сигналов в части электрических связей и выполняемых функций. Имитаторы позволяют смоделировать любые технологические ситуации объекта автоматизации, а также неисправности любого технологического оборудования.

Имеются следующие типы имитаторов:

- имитатор задвижки ТПТС54.3301;
- имитатор регулирующего клапана ТПТС54.3302;
- имитатор двигателя ТПТС54.3303;
- имитатор соленоидного клапана ТПТС54.3304;
- имитатор каналов ввода-вывода дискретных сигналов ТПТС54.3305.

Во время работы имитатор можно закреплять на металлической боковой поверхности шкафа при помощи магнитов, имеющих на тыльной стороне корпуса имитатора.

Габаритные размеры имитаторов — $150 \times 80 \times 43$ мм. Длина соединительных жгутов имитаторов — 2 м. Питание имитаторов может производиться как непосредственно от модуля или шин питания приборного шкафа (≈ 24 В), так и от внешнего источника.



Поддержка в эксплуатации

Разработанные и изготовленные системы контроля и управления проходят тщательную отработку на полигоне ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» с участием заказчика. При этом одновременно проходит подготовка эксплуатационного персонала заказчика.

ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» обеспечивает комплексную поставку всей системы, а также проведение монтажных и пусконаладочных работ.

ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова» берет на себя все работы по гарантийному и постгарантийному обслуживанию. Наличие полного производства в Москве позволяет обеспечить оперативность обслуживания в течение нескольких часов.

Техническая поддержка



Адрес: ул. Сущёвская, д. 22, Москва, 127030
Тел.: +7 (499) 978 78 03
Факс: +7 (499) 978 09 03, 978 05 78
E-mail: vnii@vnii.ru
www.vnii.ru
