

ООО НПП «ЭСН»

**СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ 400
ГКАЛ/ЧАС НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОЙ ТЭЦ-2
(878.2023)**

Описание комплекса технических средств
878.2023-АСУ ТП.П9

Том 42

Име № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Име № дубл.	Подп. и дата

Содержание

1 Общие положения	3
2 Структура комплекса технических средств	6
2.1 Обоснование выбора структуры комплекса технических средств	6
2.2 Описание функционирования КТС.....	7
2.2.1 Функционирование КТС в штатном режиме	7
2.2.2 Функционирование КТС в пусковом режиме	9
2.2.3 Функционирование КТС в аварийных ситуациях	11
2.3 Описание размещения КТС на объектах и на производственных площадях	13
2.4 Обоснование применения оборудования и технические требования к нему	14
2.5 Обоснование методов защиты технических средств и данных	17
2.6 Результаты проектной оценки надежности КТС.....	18
3 Средства вычислительной техники	20
3.1 Обоснование и описание основных решений по выбору средств вычислительной техники;	20
3.2 Описание структурной схемы размещения средств вычислительной техники	20
3.3 Обоснование численности персонала, обеспечивающего функционирование средств вычислительной техники в различных режимах.....	21
3.4 Технические решения по оснащению рабочих мест персонала	22
3.5 Описание особенностей функционирования средств вычислительной техники в различных режимах	22
4 Аппаратура передачи данных.....	23
4.1 Обоснование и описание решений по выбору средств передачи данных	23
4.2 Решения по выбору ТС, обеспечивающих сопряжения с каналами связи	23
4.3 Требования к арендуемым каналам связи.....	24
4.4 Основные показатели надежности, достоверности и других технических характеристик средств передачи данных.....	24
Перечень сокращений	26
Перечень терминов	27

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата	4 Аппаратура передачи данных.....23									
					4.1 Обоснование и описание решений по выбору средств передачи данных23									
					4.2 Решения по выбору ТС, обеспечивающих сопряжения с каналами связи23									
					4.3 Требования к арендуемым каналам связи.....24									
					4.4 Основные показатели надежности, достоверности и других технических характеристик средств передачи данных.....24									
					Перечень сокращений26									
					Перечень терминов27									

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- **АСУТП ВК** – автоматизированная система управления водогрейной котельной (основной объект автоматизации),
- **АСУ зд. теплообменников** – система управления оборудованием здания теплообменников,
- **АСУТП зд. аккумулирующей насосной** – система управления насосной станцией аккумулирующего бака,
- **АСУ ГРП-1** – система управления газорегуляторным пунктом №1,
- **АСУ ГРП-2** – система управления газорегуляторным пунктом №2,
- **АСУ ЭТО** – система управления электротехническим оборудованием станции.

Принятые решения по техническому обеспечению: В составе КТС используются преимущественно отечественные или надежные промышленные решения:

- программируемые логические контроллеры (ПЛК) производства АО «ТРЭИ» с программным обеспечением «СРВК» разработанным НПФ «Круг» (с резервированием);
- SCADA-система «Круг-2000» разработанная НПФ «Круг» для верхнего уровня;
- операторские панели **Weintek** для локального управления;
- промышленное вычислительное оборудование **Advantix** (системные блоки АРМ, серверы SCADA и БД);
- управляемые коммутаторы **DKC** для сетевого обмена;
- межсетевой экран **UserGate** для защиты сети;

- программное обеспечение: операционная система **Astra Linux**, СУБД **Postgres Pro**, антивирус **Касперский**. Перечень основных средств и производителей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические средства и ПО комплекса АСУТП

Наименование	Модель/поставщик	Назначение
Программируемые контроллеры	АО «ТРЭИ» с ПО НПФ "Круг" (модульные ПЛК)	Управление технологическими процессами (нижний уровень).
SCADA-система	НПФ "Круг" (КРУГ-2000)	Верхний уровень: диспетчеризация, человеко-машинный интерфейс.
Промышленные сервера	Advantix	Сервер SCADA и сервер БД (исторические данные) на верхнем уровне.
Рабочие станции (АРМ)	Advantix	Операторские и инженерные станции для работы с SCADA.
Операторские панели HMI	Weintek	Локальные панели на удаленных узлах (ГРП, насосная и пр.).
Коммутационное оборудование	ДКС (коммутаторы)	Промышленные сетевые коммутаторы Ethernet для связи устройств.
Маршрутизатор/экран безопасности	UserGate (Шлюз)	Межсетевой экран между сетью АСУТП и ЛВС предприятия.
Источники питания и ИБП	ДКС, Штиль	Блоки питания 24В, бесперебойное питание шкафов, серверов.
Операционная система	Astra Linux	ОС для серверов и АРМ (отечественная, защищенная).
СУБД и архивы	Postgres Pro, КиберБэкап	База данных реального времени и архивов; система резервного копирования.
Антивирусная защита	Лаб. Касперского	Антивирус для серверов и АРМ (защита от ВС).
Синхронизация времени	Сервер времени (ООО "Р-Тех")	GPS/ГЛОНАСС сервер точного времени для единого времени в системе.

(Примечание: ВС – вредоносное программное обеспечение.)

Исходные данные по сигналам: общий объем сигналов, обрабатываемых АСУТП, составляет порядка **2009**, в том числе 986 дискретных входов, 475 дискретных выходов, 548 аналоговых измерения. Кроме того, 921 сигналов получают по цифровым каналам MODBUS RTU/TCP и МЭК-104, с подключением порядка 71 интеллектуальных устройств. Точные перечни входных/выходных сигналов по каждой подсистеме приведены в перечне сигналов. Данные объёмы определили состав модулей ввода-вывода ПЛК и требования к производительности сети и серверов.

Проектом предусматривается **интеграция АСУТП с существующей ИТ-инфраструктурой** предприятия. Через верхний уровень система обменивается данными с

Инв № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9					4

информационными системами Ивановской ТЭЦ-2 (например, с центральным диспетчерским пунктом) по протоколу **OPC**. Также обеспечена взаимодействие с системой автоматизации электрооборудования (АСУ ЭТО) и другими смежными системами предприятия через единый верхний уровень SCADA.

Инв № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9				Лист
									5

2 Структура комплекса технических средств

2.1 Обоснование выбора структуры комплекса технических средств

Структура комплекса технических средств (КТС) АСУТП/ВК выбрана в виде трёхуровневой распределенной системы управления. Нижний уровень состоит из датчиков, исполнительных механизмов и различных приборов для контроля параметров и управления техпроцессом. На среднем уровне используются несколько программируемых контроллеров (ПЛК), установленных в шкафах управления и отвечающих за локальное управление отдельными подсистемами. Верхний уровень включает серверы и автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов, выполняющие функции диспетчеризации, архивации данных и человеко-машинного интерфейса. Данная распределенная архитектура обеспечит высокую надежность и живучесть системы – каждый локальный контроллер автономно управляет своим участком технологического процесса, что предотвращает отказ всего КТС при выходе из строя одного узла. Кроме того, локальное управление на уровне ПЛК гарантирует быструю реакцию на изменения технологических параметров, тогда как верхний уровень централизует контроль и предоставляет персоналу целостную картину работы котельной. Обмен данными между уровнями реализован по промышленной сети Ethernet; сетевая инфраструктура спроектирована с использованием управляемых коммутаторов и резервированных каналов связи, что повышает отказоустойчивость за счет отсутствия единой точки отказа. Предусмотрено также межсетевое экранирование на границе сети АСУТП, обеспечивающее информационную безопасность при интеграции с внешними системами. Для обмена данными с внешними системами и верхним уровнем автоматизации применяются стандартизованные интерфейсы. В соответствии с техническим заданием, новая АСУТП интегрируется с существующей локальной вычислительной сетью Ивановской ТЭЦ-2 и передает данные в информационные системы предприятия по протоколу OPC. Кроме того, выбранные контроллеры и программное обеспечение поддерживают другие распространенные промышленные протоколы обмена данными – такие как Modbus, Profibus, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 – что обеспечивает совместимость КТС с техническими средствами других АС при необходимости прямой увязки с ними. Также в структуре КТС реализована синхронизация единого времени: все компоненты системы получают метки времени от службы единого времени (СЕВ) предприятия, что гарантирует сохранность хронологии событий в АСУТП и на верхнем уровне. При выборе

Име № подл.	Подп. и дата	Взамен име. №	Име № дубл.	Подп. и дата	878.2023-АСУ ТП.П9					Лист	
										6	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

аппаратно-программных средств для КТС особое внимание уделено соответствию требованиям импортозамещения и официальной технической политике Заказчика. Все применяемые оборудование и программное обеспечение являются отечественного производства (или производства стран ЕАЭС) и включены в утвержденные реестры российской промышленной продукции и радиоэлектронной продукции. В частности, в качестве базовой платформы АСУТП выбран программно-технический комплекс «КРУГ-2000», разработанный НПФ «КРУГ». Данный ПТК зарегистрирован в Едином реестре отечественного ПО Минцифры РФ (реестровая запись №19170 от 18.09.2023) и относится к категории российских программно-аппаратных комплексов для автоматизированных систем управления.

Таким образом, в проекте не используются технические средства с ограничением по применению – все ключевые компоненты имеют подтвержденный статус отечественных, сертифицированных средств, что избавляет от необходимости специальных согласований на их использование. Кроме того, поставка выбранных компонентов КТС заранее согласована с производителем. От НПФ «КРУГ» получено официальное письмо (№0386-4/25 от 23.05.2025 г.) с предварительной спецификацией, подтверждающее возможность поставки необходимого контроллерного оборудования и программного обеспечения для данной котельной. Указанное письмо прилагается к документации и служит подтверждением согласования поставки выбранных технических средств (в частности, программно-аппаратного комплекса на базе ПТК «КРУГ-2000» и соответствующих ПЛК).

2.2 Описание функционирования КТС

2.2.1 Функционирование КТС в штатном режиме

В штатном (нормальном) режиме работы все подсистемы и компоненты КТС функционируют в автоматическом режиме в пределах заданных технологических параметров. АСУТП обеспечивает поддержание стабильной работы котлов и вспомогательного оборудования: автоматические регуляторы удерживают температуру теплоносителя и давление в заданных пределах, корректируя подачу газа и работу насосов. **Подсистемы теплообменников и насосной станции** поддерживают баланс тепла между котлами, тепловым аккумулятором и тепловой сетью, сохраняя требуемый расход и температуру сетевой воды. **Подсистемы ГРП** непрерывно снабжают горелки котлов газом нужного давления, компенсируя колебания входного давления и расхода. **Подсистема ЭТО** обеспечивает бесперебойное электропитание системы.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взамен име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	«КРУГ-2000» и соответствующих ПЛК).						
					2.2 Описание функционирования КТС						
					2.2.1 Функционирование КТС в штатном режиме						
					<p>В штатном (нормальном) режиме работы все подсистемы и компоненты КТС функционируют в автоматическом режиме в пределах заданных технологических параметров. АСУТП обеспечивает поддержание стабильной работы котлов и вспомогательного оборудования: автоматические регуляторы удерживают температуру теплоносителя и давление в заданных пределах, корректируя подачу газа и работу насосов. Подсистемы теплообменников и насосной станции поддерживают баланс тепла между котлами, тепловым аккумулятором и тепловой сетью, сохраняя требуемый расход и температуру сетевой воды. Подсистемы ГРП непрерывно снабжают горелки котлов газом нужного давления, компенсируя колебания входного давления и расхода. Подсистема ЭТО обеспечивает бесперебойное электропитание системы.</p>						
										Лист	
										7	
					878.2023-АСУ ТП.П9						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Во всех подсистемах реализован **непрерывный мониторинг параметров**. Контроллеры КТС опрашивают датчики температуры, давления, уровня, положения арматуры и другие показатели в реальном времени. Собранные данные отображаются на экранах SCADA КРУГ-2000 для оперативного персонала. При выходе контролируемых параметров за предупредительные уставки срабатывает сигнализация, позволяя оператору принять меры или скорректировать режим до срабатывания защит. В нормальном режиме все отклонения компенсируются автоматикой без вмешательства человека – **практически весь объем управляющих функций во всем диапазоне нагрузок, при обычных пусках и остановах оборудования, а также при возникновении нештатных ситуаций, выполняется полностью автоматически**. Оператор в этих условиях выполняет функции наблюдения и оптимизации: контролирует ход процесса по мнемосхемам и трендам на АРМ, при необходимости изменяет уставки регуляторов (например, температуру воды или давление сети) для адаптации к графику теплопотребления.

Штатный режим предусматривает **минимизацию роли человека** в непосредственном управлении агрегатами. Система отображения и управления (SCADA) предоставляет оператору всю необходимую информацию о состоянии оборудования, и **видеомониторы программно-технического комплекса являются достаточным и единственным средством визуализации и управления технологическим процессом; традиционные ручные органы управления сохранены лишь в минимально необходимом объеме как резервные для аварийного останова оборудования**. Таким образом, при нормальной работе КТС оператор не вмешивается в работу автоматики напрямую, а сосредоточен на общем контроле режима и предотвращении возможных отклонений.

Для обеспечения надежности функционирования КТС в штатном режиме учтено резервирование критичных элементов. У каждого основного насоса имеется резервный агрегат, готовый к автоматическому вводу при отказе основного. В подсистемах ГРП дублируются линии редуцирования газа. Серверы верхнего уровня SCADA и контроллеры спроектированы с возможностью «горячего» резервирования компонентов системы управления. Благодаря этому КТС обладает повышенной отказоустойчивостью: например, сбой одного из серверов или сетевого узла не приводит к потере управления – резервный сервер или дубль контроллера берёт на себя функции вышедшего из строя оборудования без перерыва в управлении процессом. Также реализовано бесперебойное электропитание шкафов управления (установлены источники бесперебойного питания и резервные вводы электроснабжения), что позволяет сохранить работоспособность КТС при кратковременных нарушениях в сети питания.

Име № подл.	Подп. и дата
Взамен име. №	Име № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						8

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1. **Подготовка к пуску и проверка готовности оборудования.** Перед растопкой котлов контроллеры выполняют проверку исходного состояния: убеждаются в наличии электропитания, исходной позиции запорной арматуры и готовности систем обеспечения к работе. Оператор по запросу системы подтверждает выполнение необходимых предпусковых операций.
2. **Запуск циркуляционных и сетевых насосов, заполнение и прогрев контуров.** После разрешения на пуск подсистема насосной автоматически включает циркуляционные насосы котлового контура и сетевые насосы теплосети (при необходимости – по одному, с выдержкой времени между пусками, чтобы избежать гидроударов и бросков тока). Насосы начинают прокачивать теплоноситель по трубопроводам котлового и сетевого контуров. Осуществляется **заполнение трубопроводов и постепенный прогрев тепловой сети**: контроллеры задают минимальный начальный расход через теплообменники и котлы, чтобы медленно поднять температуру труб и оборудования. Этот этап важен для снятия термических напряжений – температура повышается ступенчато, а образующийся конденсат или остывшая вода из далеких участков сети отводится через дренажные устройства. Система контролирует скорость нагрева: датчики температуры на участках трубопроводов и теплообменников передают информацию на контроллеры, которые при необходимости приостанавливают рост температуры, либо увеличивают циркуляцию для равномерного прогрева. Только после того, как теплообменники и сеть достигли допустимой минимальной температуры, автоматика переходит к следующему этапу.
3. **Пуск газового хозяйства и подача топлива.** Подсистемы ГРП-1 и ГРП-2 приводятся в режим пуска: проверяется давление газа на входе ГРП. Затем по команде контроллера открываются магистральные запорные клапаны на линии газа к горелкам первого запускаемого котла. Регуляторы давления ГРП устанавливаются на минимально допустимый уровень, обеспечивая безопасную подачу газа для розжига. Система газового контроля убеждается в отсутствии утечек и нормальной вентиляции топок. Только после

					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

сигналы от ГРП о достижении рабочего давления газа. В свою очередь, АСУ теплообменников откроет подачу теплоносителя на сеть только после сигнала от котлов о наличии нагрева. Такой **координированный запуск оборудования** обеспечивает безопасность и исключает повреждения. Все этапы запуска подробно протоколируются в системе – временные метки операций и событий записываются в журнал SCADA. Если на каком-либо этапе пуска параметр выходит за установленные пределы (например, резкий рост давления или отсутствие пламени при розжиге), срабатывают блокировки, автоматический цикл пуска приостанавливается, оборудование переводится в безопасное состояние (например, выполняется повторная продувка топки) и выдается сигнал оператору о неисправности.

Следует отметить, что **остановка котельной установки** осуществляется аналогично в автоматическом режиме, но в обратной последовательности: сначала плавно снижается нагрузка котла, отключаются горелки, котел переводится на минимальный режим и тушатся, после чего останавливается подача газа, продолжается кратковременная прокачка воды через котлы для отвода остаточного тепла, и только затем выключаются насосы и закрываются необходимые клапаны. Остановка, как и пуск, выполняется автоматически контроллерами с соблюдением всех технологических пауз и охлаждений, оператор лишь инициирует команду «останов» и контролирует процесс.

2.2.3 Функционирование КТС в аварийных ситуациях

Аварийный режим работы КТС возникает при выходе технологических параметров за аварийные пределы или при срабатывании защит, указывающих на опасную ситуацию. В таких случаях система **немедленно переводит оборудование в безопасное состояние**. Алгоритмы противоаварийной защиты реализованы на уровне контроллеров (ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита) и охватывают все подсистемы:

- При аварии на котле (например, погасание пламени в топке, недопустимое превышение давления или температуры) срабатывает защита котла: **подача газа мгновенно прекращается** – запорные клапаны на горелках закрываются. Дутьевые вентиляторы при этом, как правило, продолжают кратковременную работу для вентиляции топки (продувки). Насосы котлового контура могут оставаться включенными некоторое время для отведения остаточного тепла и предотвращения перегрева воды в аппарате. Затем котел отключается полностью и блокируется от повторного пуска до выяснения и устранения причин аварии.

Име № подл.	Подп. и дата		Име № дубл.		Взамен име. №		878.2023-АСУ ТП.П9					Лист 11	
Изм.		Лист	№ докум.		Подп.	Дата							

- При отказе насоса или пропадании протока теплоносителя срабатывают соответствующие защиты насосной станции: аварийный останов насосного агрегата и **автоматический запуск резервного насоса**. Одновременно могут открываться перепускные клапаны или байпасы для поддержания циркуляции в контуре. Система теплообменников при останове циркуляции может закрыть регулирующие клапаны, чтобы предотвратить перегрев сети.
- При **аварийных ситуациях на тепловой сети** (например, гидроудар, разрыв магистрали, резкое падение давления в обратном трубопроводе) – подсистема теплообменников и АкН получают сигнал на разгрузку: котлы переводятся на минимальный огонь или отключаются, сетевые насосы останавливаются (или снижают производительность), изолируя поврежденный участок. Если в сети произошло значительное падение давления, возможно задействование аккумулятора тепла для подпитки контура.
- При **срабатывании электрических защит** (например, короткое замыкание, пропадание питания) подсистема ЭТО мгновенно отключает соответствующие выключатели. Если обесточивается часть оборудования, КТС задействует резервные вводы электропитания через АВР: питание шкафов управления и критичных механизмов переводится на резервную линию. При полном обесточении котельной срабатывает аварийное останавливание всех процессов (останавливаются котлы, закрывается газ) – это наиболее тяжелый сценарий, и после него запуск возможен только после восстановления питания и проверки состояния оборудования.

Общим принципом при любой аварии является **максимально быстрое прекращение опасного процесса и переход в безопасное положение**. Так, при возникновении **чрезвычайной ситуации установка немедленно переводится в безопасное положение, а питание исполнительных механизмов отключается** (например, электропитание электромагнитов клапанов снимается, клапаны занимают аварийно-замкнутое или разомкнутое положение по конструкции – обычно прекращая подачу среды). Все отключения осуществляются с учетом технологии: при останове котлов сохраняется минимальная циркуляция для охлаждения.

Сигнализация и оповещение оператора. Одновременно с действием защит каждый аварийный инцидент фиксируется системой сигнализации: соответствующее сообщение с меткой времени появляется на экране SCADA, сопровождаемое звуковым и световым сигналом. В журнал событий автоматически записываются все сработавшие датчики и команды отключения. Оператор АСУТП сразу получает информацию о характере аварии (например, «Авария котла №3: погасание пламени», либо «Авария насоса ППН2: перегрузка двигателя») и о выполненных автоматикой действиях (какие клапаны закрыты, какой агрегат отключен).

Име № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Име № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9					Лист
										12

Действия персонала. После аварийного срабатывания автоматики оператор должен подтвердить прием сигналов тревоги (квитирование сигнализации) и приступить к устранению причины. КТС, как правило, блокирует возможность автоматического повторного пуска оборудования до ручного вмешательства – это предотвращает повторные аварии. Оператор производит необходимые переключения: например, может вручную перевести часть системы на резервные линии, отключить поврежденное оборудование от схемы, задействовать резервные схемы теплоснабжения. В ситуациях, требующих немедленного вмешательства, у оперативного персонала имеются **резервные органы управления** – кнопки аварийного останова котлов, ручные дублеры на шкафах, которые могут использоваться, если автоматическое устройство по каким-то причинам не сработало. Однако в штатной ситуации необходимости в этом не возникает, так как автоматика уже оперативно остановила процесс.

После локализации и устранения причин аварии (например, восстановление давления, ремонт оборудования, переключение линий) **восстановление работы** КТС производится под контролем оператора. Он, руководствуясь инструкцией, снимает блокировки (вводит систему из аварийного режима), переводит подсистемы в режим готовности и инициирует повторный **пусковой алгоритм** для возвращения котельной к нормальной работе. Все это выполняется пошагово через интерфейс SCADA: система позволяет оператору поэтапно запускать оборудование, аналогично обычному пуску, но уже с учетом того, что часть объектов может быть в прогретом состоянии или на резервных схемах.

Важно, что **координация действий подсистем в аварийной ситуации** осуществляется автоматически. Таким образом, даже в аварийном режиме разрозненные подсистемы действуют согласованно для минимизации последствий аварии. За счет этого достигается требуемый уровень безопасности и живучести системы, предусмотренный нормативными документами по АСУТП.

2.3 Описание размещения КТС на объектах и на производственных площадях

Размещение оборудования: Шкафы контроллеров средней уровня устанавливаются непосредственно в соответствующих производственных помещениях:

- Шкаф АСУ ТП ВК и АСУ ЭТО – в помещении РУ здания котельной.
- Серверные шкафы – в помещении операторской здания котельной.
- Шкаф АСУ ГРП-1 – в помещении КИП здания ГРП-1.

Име № подл.	Подп. и дата
Взамен име. №	Име № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						13

- Шкаф АСУ ГРП-2 – в помещении КИП здания ГРП-2.
- Шкаф АСУ Зд теплообменников – в помещении КИП здания теплообменников.
- Шкаф АСУ ТП НАБ – в помещении КИП здания аккумулирующей насосной.

2.4 Обоснование применения оборудования и технические требования к нему

Требования к ПЛК

1. Контроллеры должны быть микропроцессорными, с поддержкой удалённых модулей ввода-вывода и открытых промышленных протоколов (Ethernet, Modbus, Profibus и др.).
2. Для каждой САУ предусматривается пара контроллеров, объединённая схемой активного резервирования. Поддержка различных вариантов резервирования, включая 100% «горячее» резервирование.
3. Возможность резервирования процессорных модулей, модулей ввода/вывода, каналов Ethernet и RS-485, а также блоков питания.
4. Контроллеры должны обеспечивать:
 - помехоустойчивость по ГОСТ Р 51841 (МЭК 61131-2), ГОСТ CISPR 24-2013, ГОСТ 30804.3.2-2013, ГОСТ 30804.3.3-2013;
 - гальваническую развязку всех типов каналов (аналоговых, дискретных, температурных);
 - возможность горячей замены модулей всех типов.
5. Диапазон рабочих температур: от +5 до +60 °С.
6. Основная приведённая погрешность преобразования аналоговых каналов не более $\pm 0,2 \%$.
7. Поддержка ввода естественных сигналов температуры без промежуточных преобразователей.
8. Внешние подключения через клеммные соединители, рассчитанные на подключение двух проводников сечением до 1,5 мм².
9. Электропитание контроллеров – от двух независимых вводов.
10. Контроллеры должны быть серийно выпускаемыми, проектно-компонруемыми изделиями, иметь сертификаты соответствия и разрешение Ростехнадзора для оборудования, связанного с безопасностью.

Требования к АРМ

1. Операторские АРМы:

Инв № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата	<p>гальваническую развязку всех типов каналов (аналоговых, дискретных, температурных);</p> <p>возможность горячей замены модулей всех типов.</p>
					5. Диапазон рабочих температур: от +5 до +60 °С.
					6. Основная приведённая погрешность преобразования аналоговых каналов не более ±0,2 %.
					7. Поддержка ввода естественных сигналов температуры без промежуточных преобразователей.
					8. Внешние подключения через клеммные соединители, рассчитанные на подключение двух проводников сечением до 1,5 мм².
Инв № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата	9. Электропитание контроллеров – от двух независимых вводов.
					10. Контроллеры должны быть серийно выпускаемыми, проектно-компонруемыми изделиями, иметь сертификаты соответствия и разрешение Ростехнадзора для оборудования, связанного с безопасностью.
					Требования к АРМ
					1. Операторские АРМы:
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

878.2023-АСУ ТП.П9

Лист

14

- АРМ-1, АРМ-2, АРМ-3, АРМ-4 (двухмониторные) — машинистов котельной;
- АРМ-ЭТО (двухмониторный) — для машинистов по электротехническому оборудованию;
- инженерная станция АСУ ТП (одномониторная);
- стационарный АРМ инженера РЗА (одномониторный).

2. Каждый АРМ должен быть оснащён:

- мониторами 27”, разрешение не менее Full HD 1920×1080;
- стандартной клавиатурой и манипулятором «мышь» (не ниже 1200 dpi);
- процессором не хуже Intel Core-i5;
- ОЗУ не менее 8 ГБ;
- жёстким диском 1 ТБ;
- видеокартой с поддержкой разрешения не ниже 1920×1080;
- двумя сетевыми картами 10/100 Мбит/с;
- предустановленной отечественной ОС;
- звуковой картой и DVD-ROM.

3. Все АРМы полнофункциональны и взаимозаменяемы. С любого АРМ обеспечивается доступ ко всей информации и управление всеми подсистемами (ГРП-1, ГРП-2, Здание теплообменников, Аккумулирующая насосная).

4. Режим работы — постоянное полное резервирование выполняемых функций управления между компьютерами.

5. Реализуемые функции ПО АРМ:

- визуализация технологического процесса на мнемосхемах;
- световая и звуковая сигнализация;
- архивирование данных;
- отображение журналов событий и трендов;
- просмотр истории тревожных сообщений;
- контроль доступа, аутентификация и разграничение прав пользователей.

6. АРМы комплектуются мебелью, тип и габариты которой согласовываются с Заказчиком

Требования к SCADA

1. В составе АСУТП/БК должна применяться SCADA-система российского производства, включённая в Реестр отечественного ПО.
2. Лицензия SCADA должна обеспечивать обработку не менее 1024 физических сигналов и соответствующего количества логических тегов.
3. Функции SCADA:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	4. Режим работы — постоянное полное резервирование выполняемых функций управления между компьютерами.	
					5. Реализуемые функции ПО АРМ: <ul style="list-style-type: none">○ визуализация технологического процесса на мнемосхемах;○ световая и звуковая сигнализация;○ архивирование данных;○ отображение журналов событий и трендов;○ просмотр истории тревожных сообщений;○ контроль доступа, аутентификация и разграничение прав пользователей.	
					6. АРМы комплектуются мебелью, тип и габариты которой согласовываются с Заказчиком	
					Требования к SCADA	
					1. В составе АСУТП/БК должна применяться SCADA-система российского производства, включённая в Реестр отечественного ПО.	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	2. Лицензия SCADA должна обеспечивать обработку не менее 1024 физических сигналов и соответствующего количества логических тегов.	
					3. Функции SCADA:	
					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- визуализация технологических процессов на мнемосхемах;
- световая и звуковая сигнализация событий;
- протоколирование, архивирование, формирование отчётных документов;
- поддержка трендов аналоговых сигналов с возможностью фильтрации и просмотра истории;
- журналирование действий операторов и событий системы;
- формирование и вывод протоколов технологических защит и блокировок;
- предоставление функций удалённого доступа для инженерных задач в пределах защищённой ЛВС.

4. Архивирование данных в базе данных технологического сервера:

- глубина архивации не менее 3 лет;
- хранение архивных данных на резервированном сервере;
- возможность выгрузки архивов на внешний носитель (DVD, USB).

5. SCADA должна поддерживать обмен данными с контроллерами и устройствами нижнего уровня по протоколам OPC, Modbus, Profibus, IEC-104, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103.

6. Интерфейс SCADA должен быть русифицирован и соответствовать требованиям эргономики (ГОСТ 24.104-2023, ГОСТ 22269-76).

7. SCADA должна обеспечивать работу в режиме реального времени с гарантированной синхронизацией по системе единого времени (погрешность не более $\pm 0,5$ с).

8. ПО SCADA не должно иметь функций, требующих выхода в Интернет (лицензирование, активация и пр.).

9. Все SCADA-средства должны соответствовать требованиям по информационной безопасности для КИИ 3 категории (ФЗ-187, Приказ ФСТЭК №31 от 14.03.2014).

В соответствии с предъявленными в техническом задании требованиями к программно-техническому комплексу АСУ ТП, а также с учётом положений нормативно-технической документации и корпоративной технической политики, для реализации проектных решений приняты следующие технические средства:

- **контроллерные сборки производства ТРЭИ** – для организации среднего уровня системы управления, обеспечивающего сбор, обработку и выдачу управляющих воздействий с поддержкой функций резервирования и промышленного исполнения;
- **SCADA-система «КРУГ-2000» производства НПФ «КРУГ»** – для реализации верхнего уровня АСУ ТП, включающего визуализацию, архивирование, протоколирование и обработку технологической информации в реальном масштабе времени;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата	синхронизацией по системе единого времени (погрешность не более ±0,5 с).
									8. ПО SCADA не должно иметь функций, требующих выхода в Интернет (лицензирование, активация и пр.).
									9. Все SCADA-средства должны соответствовать требованиям по информационной безопасности для КИИ 3 категории (ФЗ-187, Приказ ФСТЭК №31 от 14.03.2014).
									В соответствии с предъявленными в техническом задании требованиями к программно-техническому комплексу АСУ ТП, а также с учётом положений нормативно-технической документации и корпоративной технической политики, для реализации проектных решений приняты следующие технические средства:
									<ul style="list-style-type: none">• контроллерные сборки производства ТРЭИ – для организации среднего уровня системы управления, обеспечивающего сбор, обработку и выдачу управляющих воздействий с поддержкой функций резервирования и промышленного исполнения;• SCADA-система «КРУГ-2000» производства НПФ «КРУГ» – для реализации верхнего уровня АСУ ТП, включающего визуализацию, архивирование, протоколирование и обработку технологической информации в реальном масштабе времени;
					878.2023-АСУ ТП.П9				Лист
									16

- **автоматизированные рабочие места (АРМ) производства Advantix** – для обеспечения операторского и инженерного интерфейса, выполнения функций контроля и управления технологическим процессом, администрирования и обслуживания системы.

Применение указанных решений обеспечивает полное соответствие программно-технического комплекса АСУ ТП требованиям надежности, живучести и информационной безопасности, установленным нормативными документами и ТЗ.

2.5 Обоснование методов защиты технических средств и данных

Комплекс АСУТП спроектирован с учетом принципов кибербезопасности и защиты от несанкционированного доступа. Внутренняя сеть АСУТП изолирована от внешних сетей предприятия посредством межсетевого экрана (брандмауэра) UserGate на границе, настроенного по принципу “deny all” за исключением разрешенных сервисов (OPC-данные, время NTP и др.). Все серверы и рабочие станции работают под отечественной ОС Astra Linux Special Edition, сертифицированной для использования в критических информационных системах, что обеспечивает встроенные механизмы разграничения доступа. Реализована многоуровневая система аутентификации пользователей: вход в SCADA и на АРМ возможен только под учетными записями с персональными паролями, права доступа распределены по ролям (оператор, инженер, администратор и т.д.). На всех узлах установлен антивирус «Kaspersky Industrial Security» с регулярным обновлением сигнатур (в автономном режиме или через локальный сервер обновлений). Критические изменения конфигурации (например, загрузка программ ПЛК, изменение настроек) требуют авторизации инженерного персонала. Для защиты данных реализовано резервное копирование: настроено регулярное сохранение архивных баз данных и конфигураций на внешний носитель или резервный сервер с помощью ПО КиберБэкап (российское решение для бэкапа). Физическая защита шкафов обеспечена запирающими устройствами; датчики вскрытия дверей подключены к системе и при несанкционированном открытии формируют сигнал тревоги. Также шкафы оснащены контролем питания: при пропадании сетевого напряжения автоматика переходит на ИБП, и диспетчер получает сигнал о срабатывании ИБП, что позволяет вовремя принять меры. Все силовые и сигнальные кабели заземлены, чувствительные аналоговые входы защищены ограничителями перенапряжений (стабилитроны на токовых входах) для предотвращения вывода из строя модулей при грозовых и коммутационных помехах. В рамках политики безопасности АСУТП не имеет прямого доступа

в Интернет; удаленный доступ для техподдержки возможен только через выделенный VPN-шлюз с многофакторной аутентификацией и с согласия службы безопасности предприятия. Таким образом, выполняется требование обеспечения защиты от ошибочных действий персонала и внешних атак, при сохранении возможностей интеграции.

2.6 Результаты проектной оценки надежности КТС

Предприняты комплексные меры для достижения высокой надежности и безотказности КТС. Ключевые элементы имеют горячее резервирование: это касается контроллеров котельной (двойное CPU), а также сервера верхнего уровня (основной + резервный). ПЛК построены на базе высоконадежных модулей, рассчитанных на круглосуточную работу с ресурсом не менее 15 лет. Возможна горячая замена модулей ввода-вывода и даже CPU без остановки работы – новый модуль автоматически распознается контроллером. Это значительно сокращает время ремонта при отказе оборудования.

Надежность сети передачи данных обеспечена резервированием линий (кольцевая топология с временем самовосстановления < 300 мс при разрыве), а также использованием проверенного промышленного оборудования ДКС (среднее время наработки на отказ коммутаторов – не менее 200000 часов). Все узлы системы питаются от источников бесперебойного питания: установлены ИБП «Штиль» онлайн-типа для серверов и всех шкафов ПТК, а также резервные блоки питания в шкафах ПТК (две параллельные 24В линии с диодной развязкой). В случае пропадания внешнего электропитания контроллеры и серверы сохраняют работоспособность в течение не менее 30 минут, что достаточно для безопасной остановки процессов. В программном обеспечении реализованы механизмы самодиагностики: контроллеры постоянно мониторят свое состояние и состояние модулей (при неисправности модуль автоматически отключается и выдается сигнал тревоги). SCADA-система контролирует связь с каждым контроллером и между серверами; при обрыве связи операторам выдаются предупреждения. Система спроектирована так, чтобы отказы отдельных элементов не приводили к потере управления: отказы датчиков или модулей обрабатываются алгоритмами диагностик и предусмотрены резервные каналы измерения важных параметров (дублирование датчиков температуры, давления и т.п. на разных модулях). Средства противоаварийной автоматизации (блокировки, защиты котлов и горелок) реализованы на уровне ПЛК и срабатывают автономно даже при сбое связи с верхним уровнем, что повышает живучесть системы. В целом заложенные технические решения обеспечивают высокую готовность АСУТП: расчетное время безотказной работы превышает 10 лет (при круглосуточной эксплуатации 24/7/365), а режим технического

Име № подл.	Подп. и дата	Взамен име. №	Име № дубл.	Подп. и дата	878.2023-АСУ ТП.П9					Лист 18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

обслуживания – планово-профилактический, без перерывов в управлении (за счет резервирования).

Име № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Име № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						19

3 Средства вычислительной техники

3.1 Обоснование и описание основных решений по выбору средств вычислительной техники;

В качестве средств вычислительной техники для построения программно-технического комплекса АСУ ТП ВК Ивановской ТЭЦ-2 приняты:

- контроллерные сборки производства **ТРЭИ** – для реализации среднего уровня управления, обеспечивающего функции сбора, первичной обработки информации, автоматического регулирования, технологических защит и блокировок;
- SCADA-система **«КРУГ-2000»** НПФ **«КРУГ»** – для реализации функций верхнего уровня: визуализация, архивирование, протоколирование, расчетно-диагностические задачи;
- автоматизированные рабочие места (**АРМ Advantix**) – для обеспечения интерфейса «оператор – система», выполнения функций контроля, управления и администрирования;
- серверное оборудование **Advantix** – для хранения архивных данных, функционирования SCADA и организации резервирования;
- сетевое и коммуникационное оборудование промышленного исполнения (ДКС, ТРЭИ) – для построения технологической ЛВС.

Выбор данных средств вычислительной техники обусловлен:

- соответствием требованиям ТЗ и нормативных документов (СТО 70238424.27.100.010-2011, СО 34.35.127-2002, ГОСТ 24.104-2023 и др.);
- наличием в Реестре отечественной радиоэлектронной продукции и ПО;
- поддержкой резервирования и горячей замены компонентов;
- обеспечением промышленного исполнения и климатической устойчивости;
- гарантированным сроком службы (не менее 10 лет) и сервисной поддержкой производителя.

3.2 Описание структурной схемы размещения средств вычислительной техники

Структурная схема размещения средств вычислительной техники включает три уровня:

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	<ul style="list-style-type: none">• сетевое и коммуникационное оборудование промышленного исполнения (ДКС, ТРЭИ) – для построения технологической ЛВС.
					Выбор данных средств вычислительной техники обусловлен:
					<ul style="list-style-type: none">• соответствием требованиям ТЗ и нормативных документов (СТО 70238424.27.100.010-2011, СО 34.35.127-2002, ГОСТ 24.104-2023 и др.);
					<ul style="list-style-type: none">• наличием в Реестре отечественной радиоэлектронной продукции и ПО;• поддержкой резервирования и горячей замены компонентов;• обеспечением промышленного исполнения и климатической устойчивости;• гарантированным сроком службы (не менее 10 лет) и сервисной поддержкой производителя.
<h3>3.2 Описание структурной схемы размещения средств вычислительной техники</h3>					
<p>Структурная схема размещения средств вычислительной техники включает три уровня:</p>					
					Лист
878.2023-АСУ ТП.П9					20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

- **Нижний уровень** – датчики технологических параметров, исполнительные механизмы, шкафы ШУЗ, ШКА, ШУК.
- **Средний уровень** – шкафы контроллерного оборудования ТРЭИ с резервированными процессорными модулями и модулями УСО, установленные в технологических помещениях (ЩУ котельной, помещения РУСН, насосных).
- **Верхний уровень** –
 - операторные АРМы (Advantix) машинистов котельной (АРМ-1...4), машинистов ЭТО (АРМ-ЭТО);
 - инженерные АРМы (АРМ инженера АСУТП, АРМ инженера РЗА);
 - серверное оборудование (два резервированных сервера с RAID-массивом);
 - сетевое оборудование (резервированные коммутаторы, межсетевой экран).

Средства верхнего уровня размещаются в помещении **Операторской** котельной, оснащённого кондиционированием, системой гарантированного питания и средствами пожарной безопасности.

3.3 Обоснование численности персонала, обеспечивающего функционирование средств вычислительной техники в различных режимах

Для обеспечения функционирования средств вычислительной техники предусматривается следующий состав персонала:

- **оперативный персонал** – машинисты котельной (4 рабочих места), машинист ЭТО (1 рабочее место);
- **инженерный персонал** – инженер АСУТП (1 рабочее место), инженер РЗА (1 рабочее место);
- **обслуживающий персонал** – группа по обслуживанию ПТК АСУТП численностью не менее 2 инженеров.

Численность персонала определена исходя из:

- необходимости круглосуточного дежурства операторов;
- требований ТЗ по наличию отдельной группы обслуживания ПТК;
- обеспечения возможности выполнения технического обслуживания и ремонта без остановки основного оборудования.

Инв. № подл.	Подп. и дата					Лист
	Подп. и дата					
	Взамен инв. №					
	Инв. № дубл.					
режимах						
Для обеспечения функционирования средств вычислительной техники предусматривается следующий состав персонала:						
<ul style="list-style-type: none">• оперативный персонал – машинисты котельной (4 рабочих места), машинист ЭТО (1 рабочее место);• инженерный персонал – инженер АСУТП (1 рабочее место), инженер РЗА (1 рабочее место);• обслуживающий персонал – группа по обслуживанию ПТК АСУТП численностью не менее 2 инженеров.						
Численность персонала определена исходя из:						
<ul style="list-style-type: none">• необходимости круглосуточного дежурства операторов;• требований ТЗ по наличию отдельной группы обслуживания ПТК;• обеспечения возможности выполнения технического обслуживания и ремонта без остановки основного оборудования.						
					878.2023-АСУ ТП.П9	
					21	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.4 Технические решения по оснащению рабочих мест персонала

Рабочие места операторов и инженеров оснащаются:

- системными блоками **Advantix** (процессор Intel Core-i5 и выше, ОЗУ не менее 8 ГБ, HDD 1 ТБ, предустановленная отечественная ОС);
- мониторами диагональю 27" с разрешением не ниже Full HD;
- стандартной клавиатурой и светодиодным манипулятором типа «мышь»;
- эргономичными креслами;
- промышленными пультами управления с кабельными каналами (для операторов ЩУ).

Помещение ЩУ обеспечивает необходимую площадь для размещения АРМов (не менее 6 рабочих мест), серверной стойки и сетевого оборудования. Общая расчетная площадь для организации рабочих мест – **не менее 40 м²**.

3.5 Описание особенностей функционирования средств вычислительной техники в различных режимах

- **Нормальный режим эксплуатации** – круглосуточное функционирование SCADA, контроллеров и АРМов, архивирование данных, визуализация технологического процесса, дистанционное управление оборудованием.
- **Переходные режимы (пуск/останов котлов, переключения в энергосистемах)** – работа контроллеров в автоматическом и логическом режимах, поддержка алгоритмов технологических защит и блокировок, повышенные требования к быстродействию.
- **Аварийный режим** – функционирование АПУ (аварийного пульта управления), активация защит, вывод информации на АРМы, включение систем оповещения и регистрации.
- **Послеаварийный режим** – протоколирование и архивирование событий, формирование отчетов для анализа, возможность дистанционного останова оборудования.

Средства вычислительной техники функционируют в режиме 24/7/365 с обеспечением полного резервирования и возможностью восстановления после отказа не более чем за 30 минут.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взамен име. №	Име. № дубл.	Подп. и дата	<div><div><div>• Нормальный режим эксплуатации – круглосуточное функционирование SCADA, контроллеров и АРМов, архивирование данных, визуализация технологического процесса, дистанционное управление оборудованием.</div><div>• Переходные режимы (пуск/останов котлов, переключения в энергосистемах) – работа контроллеров в автоматическом и логическом режимах, поддержка алгоритмов технологических защит и блокировок, повышенные требования к быстродействию.</div><div>• Аварийный режим – функционирование АПУ (аварийного пульта управления), активация защит, вывод информации на АРМы, включение систем оповещения и регистрации.</div><div>• Послеаварийный режим – протоколирование и архивирование событий, формирование отчетов для анализа, возможность дистанционного останова оборудования.</div></div><div>Средства вычислительной техники функционируют в режиме 24/7/365 с обеспечением полного резервирования и возможностью восстановления после отказа не более чем за 30 минут.</div></div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</				
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--

4 Аппаратура передачи данных

4.1 Обоснование и описание решений по выбору средств передачи данных

Для обеспечения функционирования АСУ ТП/ВК Ивановской ТЭЦ-2 средства передачи данных выбраны исходя из требований надежности, промышленного исполнения и информационной безопасности.

В качестве основы для организации технологической локальной вычислительной сети (ТЛВС) приняты:

- управляемые промышленные коммутаторы **ДКС** в шкафах ПТК ВК, Здания теплообменников, ЭТО и Серверном для подключения большого количества интеллектуальных устройств по протоколу MODBUS TCP и МЭК 60870-5-104. Также в шкафах ПТК Здания теплообменников, НАБ, ГРП-1, ГРП-2 и ЭТО коммутаторы **ТРЭИ** для организации связи между различными шкафами ПТК;
- межсетевой экран **UserGate** для защиты периметра сети и организации защищённого взаимодействия с внешними системами;
- оптоволоконные линии связи с применением SFP-модулей (Русмодуль);
- кабельные системы на базе витой пары категории не ниже 5е (экранированной) для организации соединений в пределах помещений;
- кабельные системы на базе оптоволокна для организации соединений между шкафами ПТК в различных зданиях.

Схема ТЛВС выполнена по дублированной топологии «звезда» с независимыми основным и резервным контурами обмена, что обеспечивает бесперебойную работу при отказе отдельных узлов. Выбор средств передачи данных обусловлен требованиями СТО 70238424.27.100.010-2011 и ГОСТ 53246-2008.

4.2 Решения по выбору ТС, обеспечивающих сопряжения с каналами связи

Для сопряжения с каналами связи используются:

- промышленные управляемые коммутаторы с поддержкой резервирования (ДКС, ТРЭИ);

Подп. и дата	
Инв № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв № подл.	

					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

- конвертеры интерфейсов Ethernet–RS485 и Ethernet–RS232 для подключения контроллеров и интеллектуальных устройств (ТРЭИ);
- межсетевые экраны промышленного исполнения (UserGate);
- сервер точного времени (ООО «Р-Тех») для синхронизации элементов ПТК с использованием ГЛОНАСС.

Расчёт количества технических средств сопряжения определён числом контроллерных шкафов, серверных стоек и рабочих мест:

- коммутаторы ДКС – не менее 6 шт.;
- коммутаторы ТРЭИ – не менее 10 шт.;
- межсетевые экраны – 2 шт.;
- серверы точного времени – 2 шт..

4.3 Требования к арендуемым каналам связи

Для связи с внешними информационными системами (АСУ ТП Ивановской ТЭЦ-2, корпоративные системы ПАО «Т Плюс») предусматриваются арендуемые каналы связи с провайдерами, отвечающие следующим требованиям:

- пропускная способность не менее **10 Мбит/с**;
- задержка передачи пакета – не более **50 мс**;
- наличие дублированного маршрута;
- поддержка VPN-туннелей с криптографической защитой;
- соответствие требованиям информационной безопасности для объектов КИИ 3 категории (ФЗ-187, приказ ФСТЭК №31).

4.4 Основные показатели надежности, достоверности и других технических характеристик средств передачи данных

Средства передачи данных должны обеспечивать:

- коэффициент готовности не ниже **0,999**;
- среднюю наработку на отказ не менее **100 000 ч**;
- восстановление работоспособности после отказа – не более **30 мин**;
- достоверность передачи данных – не ниже **99,98 %**;
- синхронизацию времени с точностью не хуже **±0,5 с**;
- защиту от электромагнитных помех по ГОСТ Р 51841 (МЭК 61131-2);

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						24

- промышленное исполнение оборудования (степень защиты не ниже IP54 для оборудования вне операторных помещений);
- соответствие требованиям ГОСТ Р 56205-14 IEC/TS 62443-1-1:2009 в части кибербезопасности.

Инв № подл.	Подп. и дата				Взамен инв. №	Инв № дубл.	Подп. и дата						
								878.2023-АСУ ТП.П9					Лист
													25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									

Перечень сокращений

Сокращение	Расшифровка
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
КТС	Комплекс технических средств
ГРП	Газорегуляторный пункт
ЭТО	Электротехническое оборудование
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
ПЛК	Программируемый логический контроллер
СРВК	Система разработки и верификации контроллеров
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (система диспетчерского управления и сбора данных)
АРМ	Автоматизированное рабочее место
БД	База данных
СУБД	Система управления базами данных
ИБП	Источник бесперебойного питания
GPS	Global Positioning System
ГЛОНАСС	Глобальная навигационная спутниковая система
СЕВ	Система единого времени
ТЭС	Теплоэлектростанция
ПТК	Программно-технический комплекс
ТЛВС	Технологическая локальная вычислительная сеть
SFP	Small Form-factor Pluggable (оптический модуль)
VPN	Virtual Private Network (виртуальная частная сеть)
АВР	Автоматический ввод резерва
РЗА	Релейная защита и автоматика
ОЗУ	Оперативное запоминающее устройство
HDD	Hard drive disk (Жёсткий диск)
ОС	Операционная система
NTP	Network Time Protocol (сетевой протокол синхронизации времени)
ПО	Программное обеспечение

Подп. и дата	Инв № дубл.	Взамен инв. №	Подп. и дата	Инв № подл.

					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Перечень терминов

Термин	Расшифровка
Водогрейная котельная	Котельная установка, предназначенная для выработки тепловой энергии в форме горячей воды для целей теплоснабжения
Здание теплообменников	Здание, в котором размещены теплообменные аппараты для передачи тепла от котлов к тепловой сети
Аккумулирующая насосная	Здание с насосным оборудованием для работы с тепловым аккумулятором и поддержания циркуляции теплоносителя
Газорегуляторный пункт (ГРП)	Узел, предназначенный для снижения и поддержания давления газа, подаваемого к котлам
Электротехническое оборудование (ЭТО)	Совокупность электротехнических устройств и систем станции, обеспечивающих электроснабжение оборудования
Контроллер	Микропроцессорное устройство для управления технологическим оборудованием и сбора сигналов
SCADA-система	Программный комплекс для диспетчерского управления, визуализации, архивации и протоколирования данных
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	Рабочая станция оператора или инженера, обеспечивающая интерфейс «человек–машина»
Сервер	Вычислительная машина, обеспечивающая хранение и обработку данных, работу SCADA и баз данных
Программно-технический комплекс (ПТК)	Комплекс технических и программных средств для автоматизированного управления технологическим процессом
Локальная вычислительная сеть (ЛВС)	Сеть передачи данных между устройствами АСУТП в пределах станции
Система единого времени (СЕВ)	Система синхронизации времени всех компонентов АСУТП для обеспечения хронологии событий
Противоаварийная защита (ПАЗ)	Автоматизированная система защит, переводящая оборудование в безопасное состояние при аварии
Аварийный пульт управления (АПУ)	Специальное рабочее место или панель для управления оборудованием в аварийных ситуациях
Автоматический ввод резерва (АВР)	Система автоматического переключения на резервный источник питания при отказе основного

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					878.2023-АСУ ТП.П9	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28