

**ООО НПП «ЭСН»**

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

**(878.2023)**

Описание информационного обеспечения системы

878.2023-АСУ ТП.П5

Том 42

<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Бзмен инв. №</i>	<i>Инв № фубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

# Содержание

<b>1 Состав информационного обеспечения .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Организация информационного обеспечения.....</b>	<b>5</b>
2.1 Принципы организации информационного обеспечения АС .....	5
2.2 Обоснование выбора носителей данных и распределение информации по типам носителей.....	6
2.3 Методы и виды контроля в маршрутах обработки данных.....	7
2.4 Обеспечение информационной совместимости с другими системами .....	8
<b>3 Организация сбора и передачи информации.....</b>	<b>10</b>
3.1 Перечень источников и потребителей информации .....	10
3.2 Общие требования к организации сбора, передачи, контроля и корректировки информации.....	12
<b>4 Построение системы классификации и кодирования .....</b>	<b>14</b>
4.1 Перечень используемых категорий классификаторов.....	14
4.2 Методы кодирования объектов и составляющих классификаторов .....	15
<b>5 Организация внутримашинной информационной базы.....</b>	<b>17</b>
5.1 Принципы построения внутримашинной информационной базы, состав и объем .....	17
5.2 Структура внутримашинной информационной базы, взаимосвязи баз данных и функции АС, использующие каждую базу .....	18
<b>6 Организация внемашинной информационной базы.....</b>	<b>22</b>
<b>Перечень сокращений .....</b>	<b>24</b>
<b>Перечень терминов .....</b>	<b>25</b>

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Чураков		08.25	
Пров.	Агафонов		08.25	
Н. контр.	Корепанов		08.25	

878.2023-АСУ ТП.П5

Строительство водогрейной котельной 400 Гкал/час на территории Ивановской ТЭЦ-2.  
Описание информационного обеспечения системы

Стадия	Лист	Листов
Р	2	26

ООО НПП «ЭСН»

# 1 Состав информационного обеспечения

**АСУТП водогрейной котельной Ивановской ТЭЦ-2** обрабатывает значительный объем технологической информации, включающей оперативные и условно-постоянныe данные, необходимые для управления оборудованием котельной. В состав информационного обеспечения системы входят следующие основные элементы:

- Оперативная (динамическая) информация:** текущие показания контрольно-измерительных приборов и датчиков технологического оборудования, дискретные сигналы состояния оборудования, а также вычисляемые параметры. Эти данные отражают состояние процессов в реальном времени и используются для автоматического регулирования и сигнализации. Например, измеряются температуры и давления воды и газа, положения клапанов, состояния насосов, электрические параметры трансформаторов и т.п. – всего обрабатывается порядка 1300 технологических сигналов, из них около 250 – аналоговые измерения непрерывных параметров, около 800 – дискретные сигналы (состояния, срабатывания сигнализаций) и порядка 200 – цифровые данные, поступающие по интерфейсам от интеллектуальных устройств.
- Условно-постоянная информация:** данные, характеризующие настройки и паспортные характеристики оборудования, которые меняются относительно редко. К этой категории относятся заданные уставки регуляторов, технологические уставки защит и блокировок, параметры настройки контроллеров, калибровочные коэффициенты, а также справочные данные об оборудовании. Условно-постоянная информация хранится в базе данных системы (в памяти контроллеров и конфигурационных файлах сервера) и может корректироваться обслуживающим персоналом при наладке или обслуживании системы.
- Архивная информация:** накопленные системой данные о ходе технологического процесса за определенные периоды времени. Система ведет архивные базы данных для хранения трендов аналоговых параметров, журналов дискретных событий и сообщений сигнализации. Архивные данные используются для анализа работы оборудования, выявления отклонений и подготовки отчетности. Предусмотрено долговременное хранение ключевых параметров (не менее 3 лет) с возможностью резервного копирования архивов на внешние носители.
- Нормативно-справочная информация:** классификаторы и справочники, используемые в системе для идентификации и описания объектов и параметров. В частности, применяется унифицированная система кодирования оборудования и сигналов по европейскому стандарту **KKS**. Также используются нормативные документы (ГОСТ,

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						3

Правила техники безопасности, методики измерений), технологические регламенты и руководства, содержащие сведения, необходимые для функционирования АСУТП, хотя сами эти документы хранятся вне компьютеров системы.

Информация в системе представлена как в электронном (машинном) виде – базы данных и массивы в памяти вычислительных средств, так и в виде документов на бумажных и электронных носителях. Методы формирования, хранения и обновления информации определяются ее типом: оперативные данные генерируются датчиками и контроллерами непрерывно в процессе работы оборудования, условно-постоянные вводятся при конфигурации системы и могут обновляться инженером, архивные данные автоматически накапливаются средствами программного комплекса. Все элементы информационного обеспечения организованы таким образом, чтобы обеспечить актуальность, целостность и доступность данных для использования в задачах управления и контроля.

Инв № подп.	Подп. и дата	Инв № подп.	Взамен инв. №	Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

878.2023-АСУ ТП.П5

Лист

4

## 2 Организация информационного обеспечения

### 2.1 Принципы организации информационного обеспечения АС

Информационное обеспечение АСУТП/ВК организовано по принципу единого информационного пространства для всех подсистем котельной. Это означает, что данные от различных узлов и установок (газорегуляторные пункты, теплообменники, насосные, электротехническое оборудование и др.) объединены логически и кодируются по единым правилам, что исключает противоречивость и дублирование информации. Каждый параметр и объект имеет уникальный идентификатор (код KKS), обеспечивающий однозначную идентификацию в пределах системы.

Внутри системы реализовано централизованное хранение и обработка данных: контроллеры сбора данных и серверы АСУТП взаимодействуют таким образом, что все актуальные технологические параметры доступны любому компоненту, которому они необходимы. Обмен данными между компонентами происходит в режиме реального времени, что позволяет приложениям (алгоритмам управления, модулям архивирования, средствам отображения) получать достоверную и своевременную информацию. Данные организованы по функциональному признаку – например, группируются по технологическим агрегатам или подсистемам – но при этом остаются доступными через единые интерфейсы запроса информации.

Принципы резервирования и надежности также заложены в организацию информационного обеспечения. Критически важные данные дублируются на нескольких уровнях (например, архивирование на отдельном сервере, сохранение важнейших настроек в энергонезависимой памяти контроллеров), что предотвращает потерю информации в случае отказов. Доступ к информации разграничен в соответствии с ролями пользователей: операторы имеют доступ к оперативным данным и сигнализации, инженеры – к конфигурационным и справочным сведениям, что обеспечивает как безопасность, так и целостность информационной базы.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## 2.2 Обоснование выбора носителей данных и распределение информации по типам носителей

В проекте выбраны носители данных и средства хранения, оптимальные по надежности, скорости доступа и объему для каждого вида информации. **Оперативные данные** хранятся и передаются в электронном виде в памяти программно-технического комплекса (ПТК): для этого используются встроенная память контроллеров (ОЗУ и энергонезависимая память) и базы данных на жестком диске сервера АСУТП. Электронные носители позволяют обеспечивать высокоскоростной доступ и обновление данных с периодом опроса до 20–100 мс, что необходимо для работы в реальном времени.

**Архивная информация** сохраняется на жестких дисках серверного оборудования с использованием встроенной в ПО «Круг-2000» СУБД. Выбор жесткого диска большого объема и возможностью организации RAID-массива обусловлен потребностью долговременного хранения больших объемов данных при сохранении быстрого доступа для анализа. Для защиты архивов предусмотрено регулярное резервное копирование на внешние носители (например, съемные диски или сетевое хранилище), которые выступают дополнительными носителями архивной информации на случай сбоев основного сервера.

**Условно-постоянные и справочные данные** (конфигурации, настройки) хранятся как в энергонезависимой памяти контроллеров, так и в виде файлов конфигурации и баз данных на диске рабочего компьютера инженера АСУТП. Часть таких данных также представлена на бумажных носителях (например, технологические графики, схемы, хранящиеся в виде утвержденных документов). Выбор бумажных носителей для нормативно-технической документации обусловлен требованиями законодательства и удобством использования вне ПК, тогда как для непосредственного функционирования системы эти сведения дублируются в электронном виде по мере необходимости.

Распределение информации по носителям произведено с учетом удобства ее обновления и чтения: то, что требует автоматизированной обработки, размещено в цифровой форме, а постоянные справочные материалы доступны в виде документов (с возможностью электронного просмотра при помощи АРМ инженера). Все электронные носители, примененные в системе, соответствуют требованиям промышленной надежности и помехоустойчивости. Таким образом, каждая категория информации хранится на том носителе, который гарантирует необходимую сохранность и доступность данных в течение всего жизненного цикла системы.

Инв № подп.	Подп. и дата
Инв № дубл.	Подп № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						6

## 2.3 Методы и виды контроля в маршрутах обработки данных

Для обеспечения достоверности и актуальности данных на всех этапах их прохождения – от источника до потребителя – в системе реализованы методы контроля качества информации.

**На уровне сбора данных** контроллеры выполняют регулярную проверку сигнальных трактов: контролируются допустимые диапазоны значений аналоговых сигналов, наличие обрывов или коротких замыканий в цепях датчиков (для 4–20 мА токовых входов предусмотрен контроль выхода за границы диапазона), отслеживается достоверность дискретных сигналов (например, взаимное исключение противоположных состояний). При программном опросе устройств по цифровым интерфейсам применяются встроенные механизмы контроля ошибок передачи и таймауты ожидания ответа. В случае обнаружения ошибки либо отсутствия связи система помечает соответствующие данные как недостоверные (устанавливается специальный признак качества данных) и выдает сообщение оператору.

**При обработке и хранении информации** реализованы меры по контролю целостности. В маршрутах передачи данных по локальной сети используется избыточность и контроль корректности пакетов (протоколы TCP/IP, контролируемые коммутаторы с диагностикой ошибок). Серверная часть ПТК проверяет соответствие получаемых данных заданным форматам и типам. Например, при записи данных в архивы выполняется проверка допустимости значений и хронологический контроль (используя единую систему времени, чтобы предотвратить задвоение или пропуск временных меток). Кроме того, предусмотрена *фильтрация шумовых колебаний* для входных аналоговых сигналов – например, усреднение или игнорирование выбросов путем сравнения нескольких последовательных значений – чтобы исключить ложные срабатывания сигнализации.

**Контроль на этапе функционирования информационной базы** включает регулярную проверку актуальности условно-постоянных данных. Ответственные специалисты АСУТП проводят плановые ревизии баз данных настроек и справочников, сверяя их с фактическими параметрами оборудования и нормативной документацией. При выявлении расхождений данные корректируются и фиксируются в журнале изменений. Также, для поддержания корректности, доступ к изменению критичных параметров (установок защит, границ сигнализации) защищен паролями и разграничением прав – это предотвращает внесение ошибочных изменений.

Система предусматривает самоконтроль технических средств: контролируется исправность модулей ввода-вывода, каналов связи, питания контроллеров. В случае неисправности канала сбора данных или отказа датчика соответствующий сигнал помечается аварийным, и информация об этом передается в систему сигнализации. Таким образом,

Инв № подл.	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
------	------	----------	-------	------	--------------------	------

многоуровневый контроль сопровождает информацию по всему маршруту – от момента сбора до хранения и использования – обеспечивая соответствие данных установленным требованиям точности и надежности.

## 2.4 Обеспечение информационной совместимости с другими системами

При разработке информационного обеспечения учтена необходимость взаимодействия АСУТП/ВК с внешними автоматизированными системами предприятия и отраслевыми информационными ресурсами. Для обеспечения информационной совместимости приняты следующие решения:

- Единая система классификации и кодирования:** как отмечалось, система использует стандарт **KKS** для кодирования оборудования и сигналов. Это обеспечивает понимание идентификаторов параметров и агрегатов на уровне всего предприятия – другие системы (например, верхнего уровня диспетчерские или аналитические) оперируют теми же кодами. Совместное использование классификатора KKS упрощает сопряжение с внешними базами данных и документами, устранив необходимость в перекодировке при обмене данными.
- Стандартные протоколы обмена:** АСУТП реализует открытые протоколы передачи данных, широко применяемые в энергетике. Для связи с системами релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗА) и электрооборудованием поддерживается протокол **МЭК 60870-5-104** (IEC-104) по Ethernet, а также **Modbus TCP/RTU** – это позволяет напрямую обмениваться сигналами и командами между контроллером котельной и микропроцессорными устройствами РЗА. Кроме того, предусмотрен интерфейс **OPC UA** на уровне SCADA-сервера для интеграции с верхнеуровневыми информационными системами (например, АСДУ филиала или системой мониторинга ПАО "Т Плюс"). Использование OPC UA обеспечивает стандартизованный доступ внешних потребителей к данным АСУТП.
- Унифицированные форматы документов и отчетности:** Система генерирует оперативные сводки, отчеты о работе оборудования, журналы сигнализации в форматах, совместимых с корпоративными стандартами (например, CSV, PDF). Это позволяет передавать отчеты и технологические журналы во внешние системы управления документацией без дополнительной обработки.

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- Совместимость по времени и событиям:** В системе внедрена единая служба времени – сервер точного времени, синхронизированный по GPS/ГЛОНАСС, распределяет метки времени на контроллеры и серверы системы. За счет этого обеспечивается единое время для всех сообщений и архивных записей.

Таким образом, информационное обеспечение АСУТП/ВК спроектировано с учетом требований совместимости и открытости: оно **интегрировано** в общую систему управления предприятием по источникам и потребителям информации, по применяемым классификаторам и форматам данных. При необходимости возможно дальнейшее расширение интерфейсов и подключение новых внешних систем без переработки основ структуры информационной базы, благодаря соблюдению перечисленных принципов.

Инв № подп.	Подп. и дата	Инв № фубл.	Взамен инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# 3 Организация сбора и передачи информации

## 3.1 Перечень источников и потребителей информации

**Источники информации** в системе – это прежде всего технологическое оборудование и датчики котельной, а также смежные устройства автоматизации. К основным категориям источников относятся:

- *Контрольно-измерительные приборы (датчики) технологических параметров:* термометры сопротивления (Pt100/500) и термопары, установленные на трубопроводах и оборудовании котлов, датчики давления газа и воды (выходной сигнал 4–20 мА), уровнемеры на баках аккумулирующей емкости, расходомеры газа и воды и т.д. Эти аналоговые датчики подключены к входным модулям контроллеров напрямую посредством кабельных линий. Интенсивность поступления данных от аналоговых датчиков определяется периодом опроса не более 100 мс. Объем потока от всех аналоговых датчиков оценивается в несколько сотен значений в секунду (суммарно порядка 200–300 параметров, по 4 байта на значение), что эквивалентно незначительной нагрузке (<12 КБ/с) на внутреннюю сеть системы.
- *Дискретные датчики и сигнальные устройства:* концевые выключатели положений задвижек и клапанов, сигнализаторы предельных уровней, реле давления, датчики пламени горелок, газоанализаторы утечки газа, а также контакты сигнализации аварий и блокировок. Эти источники выдают дискретные сигналы, поступающие на входы ПЛК. Общее число дискретных входных сигналов – порядка 800. Опрос дискретных входов выполняется с периодом не более 20 мс, однако объем информации определяется главным образом частотой изменения состояний. В нормальных условиях многие дискретные сигналы статичны (положение оборудования изменяется относительно редко, аварии редки), поэтому средняя информационная нагрузка от дискретных каналов невелика (<1 КБ/с). При возникновении же нештатных ситуаций (например, срабатывание множественной аварийной сигнализации) мгновенный поток сообщений может увеличиваться, но система способна обработать одновременное поступление десятков сигналов благодаря высокой скорости опроса.
- *Интеллектуальные электронные устройства (ИЕУ) и вспомогательные контроллеры:* система получает информацию от внешних микропроцессорных устройств по цифровым коммуникационным линиям. Например, **шкафы РЗА** (релейная защита и автоматика) в электрохозяйстве котельной передают сигналы о состоянии выключателей, токи,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						10

напряжения, уставки срабатывания защит через протокол IEC-104 по Ethernet; газовый счетчик может передавать показания по Modbus RTU (RS-485). Интенсивность обмена с ИЕУ обычно ниже, чем с полевыми датчиками: опрос по протоколам Modbus/TCP осуществляется с периодом 1–5 с (в зависимости от требуемой свежести данных), протокол IEC-104 работает в основном в режимах передачи по событию (то есть отправляет данные при их изменении). Оценочный объем информационного потока от всех внешних устройств – порядка нескольких десятков сообщений в минуту, что не превышает 0,1 КБ/с в среднем, однако такие данные могут приходить пачками при аварийных событиях (например, релейная защита может выдать сразу несколько десятков сигналов о состоянии). Каналы связи имеют существенный запас пропускной способности (например, RS-485 – до 115200 бит/с, Ethernet – 100 Мбит/с), поэтому даже пиковые нагрузки занимают небольшой процент от доступной полосы.

- *Ручной ввод и внешние системы:* оператор персонально может являться источником информации, вводя определенные данные через АРМ (например, подтверждение сигналов тревоги, задания уставок, ввод корректировок режима). Объем такой информации невелик и нерегулярен. Кроме того, вышестоящая система диспетчеризации может направлять в АСУТП команды или установки (например, ограничение нагрузки, температурный график) – такие случаи обмена редки и происходят через стандартные интерфейсы (OPC, телемеханика). Интенсивность обмена с диспетчерскими уровнями, если он предусмотрен, обычно измеряется единицами команд в час и не создает существенной нагрузки.

**Носителями информации** на этапе сбора и передачи служат различные физические среды и каналы:

- Для аналоговых и дискретных сигналов – медные кабели, подключающие датчики/исполнительные механизмы к модулям ввода-вывода контроллеров.
- Для цифровых устройств – последовательная шина RS-485 (двухпроводная линия с протоколом Modbus RTU) и локальная вычислительная сеть Ethernet (витая пара/оптика, по которой работают протоколы Modbus TCP, IEC-104, OPC UA).
- Для связи между контроллерами и серверами – внутренняя промышленная сеть Ethernet (с применением протокола связи OPC UA).
- В качестве носителей информации между человеком и системой выступают экраны операторских станций (для визуального отображения данных) и журналы/отчеты (для фиксирования информации на бумаге или в электронных документах).

Инв № подп.	Подп. и дата	
	Инв № подп.	Взамен инв. №
Инв № подп.	Подп. и дата	
	Изм.	Лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Общий объем информационных потоков в системе распределяется неравномерно во времени: в штатном режиме преобладает поток периодического опроса (сотни параметров в секунду, общий трафик по сети контроллер–сервер порядка нескольких килобайт/с), при аварийных ситуациях кратковременно возрастает поток сигнализации (десятки сообщений в секунду). Проектная пропускная способность каналов связи многократно превышает максимальные объемы данных, что обеспечивает отсутствие задержек и потерь. Интенсивность обмена настроена таким образом, чтобы наиболее важные параметры обновлялись чаще всего (например, давление газа, температура воды – десятки раз в секунду), тогда как менее критичные – реже (секундные или минутные интервалы для медленно меняющихся величин либо данных от внешних систем). Такой подход гарантирует актуальность ключевой информации при оптимальной нагрузке на коммуникационные линии и вычислительные узлы.

### **3.2 Общие требования к организации сбора, передачи, контроля и корректировки информации**

Организация процессов сбора и передачи информации в АСУТП/ВК направлена на обеспечение своевременного, надежного и помехоустойчивого поступления данных от источников к местам их использования. **Сбор информации** осуществляется контроллерами по циклической программе опроса с высоким приоритетом реального времени. Все каналы ввода-вывода опрашиваются с заданной периодичностью. При конфигурировании опроса учитывается категория сигнала – более быстрый цикл установлен для аварийно важных датчиков (например, сигнал пламени или давления газа), чтобы минимизировать время реакции системы, в то время как для медленно изменяющихся параметров (уровень в баке-аккумуляторе) период опроса может быть больше. Общие требования включают и синхронность сбора данных: все контроллеры синхронизированы по времени (через сервер времени), поэтому данные, поступающие параллельно с разных узлов, имеют согласованные метки времени.

**Передача информации** от контроллеров на уровня отображения и хранения должна обеспечивать минимальные задержки и сохранение целостности данных. Для этого в системе используются индустриальные протоколы с подтверждением доставки. Важной частью требований является резервирование каналов связи: в архитектуре заложено дублирования сети и автоматическое переключение на запасной канал при сбое основного. Кроме того, все передаваемые сообщения содержат контрольные суммы. Скорость передачи настроена так, чтобы не создавать бутылочных горлышек: даже при пиковой генерации данных (аварии)

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						12

коммуникационная подсистема способна передать информацию быстрее, чем она производится, обеспечивая актуализацию операторских экранов в режиме реального времени.

Важный аспект – **контроль и фильтрация информации** по мере ее поступления.

Система автоматически контролирует допустимость получаемых данных (как описано в разделе 2.3) и в случае выявления ошибок задействует механизмы корректировки. Под *корректировкой информации* подразумевается несколько видов действий:

- Коррекция **входных сигналов**: например, отсеивание явно неверных измерений (скачкообразных выбросов) путем алгоритмов сглаживания; приведение значений к инженерным единицам и масштабирование согласно калибровочным коэффициентам.
- Коррекция **архивных данных**: если в процессе эксплуатации обнаруживаются аномалии в записях архива (например, сбойные значения), ответственный инженер может внести пометку в журнале или откорректировать архив (с сохранением исходных данных в резервной копии). Как правило, автоматическая правка архивов не выполняется, вместо этого некорректные данные помечаются, а корректные значения могут быть восстановлены из резервных источников или расчетов.
- Корректировка **параметров настройки**: при изменении состава оборудования или режимов работы допускается изменение условно-постоянных данных (установок, настроек ПИД-регуляторов и др.). Такие корректировки выполняются через специальный режим инженера с документированием изменений. Новые значения проверяются на соответствие допустимым диапазонам и требованиям техники безопасности прежде, чем вступить в силу.

Общие требования предусматривают также постоянный **контроль актуальности информации** на операторских интерфейсах. Все отображаемые параметры имеют признак "давности" обновления; если данные от какого-то датчика не обновляются дольше допустимого интервала, на экране отображается сигнал о неверной информации или последний достоверный статус. Оператор, обнаружив несоответствие (например, очевидное расхождение показания с реальным процессом), может задействовать процедуры вывода датчика из работы и перейти на резервный способ контроля параметра, уведомив обслуживающий персонал.

Таким образом, сбор и передача информации в системе организованы с учетом гарантий доставки и качества: данные проходят многоступенчатую проверку, своевременно транспортируются по надежным каналам и при необходимости корректируются, что обеспечивает устойчивое функционирование АСУТП даже в условиях помех или частичных отказов.

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						13

## 4 Построение системы классификации и кодирования

### 4.1 Перечень используемых категорий классификаторов

Для идентификации технологических объектов, параметров и документов в АСУТП/ВК применена система классификации, основанная на действующих стандартах отрасли. Ключевым классификатором является **система кодирования KKS (Kraftwerk-Kennzeichen-System)** – единая система обозначения устройств электростанций и тепловых энергоустановок. В рамках проекта "Водогрейная котельная Ивановской ТЭЦ-2" каждому элементу оборудования, каждому измеряемому параметру и сигналу присвоен уникальный код по KKS, отражающий принадлежность к технологическому узлу, функция и тип измерения. Например, код вида *F0GAA01CP002* может обозначать датчик давления исходной воды: где буквенно-цифровые блоки указывают на: систему (F0 – условно "водогрейная котельная"), группу оборудования (GAA –, например, насосная группа или трубопровод), порядковый номер объекта (01), тип параметра *CP* (давление) с порядковым номером измерения *002*. Такая классификация позволяет сразу определить по коду, о каком объекте или сигнале идет речь, не прибегая к описательному названию.

Помимо KKS, используются следующие классификационные группировки информации:

- **Классификация сигналов по типу и назначению.** В документации и базе данных системы все сигналы разделены на группы: аналоговые измерения (AI), дискретные входы (DI), дискретные выходы (DO), аналоговые выходы (AO), а также сигналы-интерфейсы (цифровые коммуникационные данные). Каждая такая категория имеет префикс или отметку в обозначении тегов и определенное цветовое/графическое отображение на экране оператора. Хотя эта классификация носит внутренний характер, она унифицирована: например, во всех подсистемах аналогичные типы сигналов обозначены сходно (цветом тренда, иконкой датчика и т.п.).
- **Классификация оборудования по технологическим группам.** В системе введены условные группы объектов: ГРП-1, ГРП-2 (газорегуляторные пункты), Теплообменники (котлы и теплообменное оборудование теплопункта), НАБ (насосно-аккумулирующая батарея, система аккумулирующей емкости), ЭТО (электротехническое оборудование – трансформаторы, распределительные устройства) и др. Эти группы соответствуют структурным разделам проекта и используются при отображении информации (например, экранные формы по каждой подсистеме) и ведении базы данных (в настройках прав доступа, адресации сигналов по контроллерам). Данная классификация не заменяет KKS,

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

а служит для удобства человека – в рамках единого KKS-кода можно определить принадлежность к группе, но для быстрого фильтра операторы могут использовать человекочитаемые названия групп.

- **Классификаторы документов и сообщений.** В системе используются унифицированные обозначения для типовых документов и для видов сообщений сигнализации (Авария, Предупреждение, Оповещение). Эти классификаторы соответствуют корпоративным стандартам ГОСТ по документированию, что обеспечивает единообразие при интеграции с документационными системами и при обучении персонала.

Следует отметить, что новых классификаторов, выходящих за рамки общепринятых, в системе не разработано – вместо этого максимально используются действующие системы кодирования. Такой подход минимизирует риск разнотечений и облегчает сопряжение с внешними информационными массивами.

## 4.2 Методы кодирования объектов и составляющих классификаторов

**Методика кодирования по системе KKS** реализована в строгом соответствии с стандартом **СО 34.35.127-96** (Системы и обозначения энергетического оборудования). При присвоении кодов оборудованию и сигналам использовалась трехуровневая структура кодового обозначения:

- *Функциональный код оборудования* – первые символы, идентифицирующие систему, подсистему и группу оборудования внутри котельной.
- *Класс признака* – следующий блок символов, указывающий назначение элемента (например, измерительный пункт, исполнительный механизм, пункт сигнализации).
- *Порядковый номер* – заключительная часть кода, однозначно отличающая конкретный элемент внутри своей группы.

Например, для обозначения измерительных сигналов принята буква **C** в коде, за которой следует буква, характеризующая физическую величину: **T** – температура, **P** – давление, **F** – расход (flow) и т.п. Аналогично, для исполнительных устройств используются коды с буквой **Y** (например, клапан **YV** – valve), для сигнализаторов – **Z** (например, **ZS** – сигнализатор состояния). Цифровая часть кода (обычно три цифры) предоставляет возможность нумерации большого количества однотипных устройств или точек измерения. Все эти подходы взяты из методик кодирования KKS и адаптированы к конкретной структуре Ивановской ТЭЦ-2.

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						15

**Методы кодирования классификаторов документов и сообщений** основываются на принятой аббревиатуре и нумерации. Документы проекта имеют кодировку согласно ЕСКД (например, комплект документации АСУТП обозначается шифром проекта с указанием раздела ИО – информационное обеспечение). Сообщения сигнализации кодируются автоматически системой с указанием типа (аварийное, предупреждающее) и уникальным идентификатором события в журнале. Кроме того, отображаемые на экране тексты сообщений унифицированы и содержат код причины или оборудования в соответствии с классификатором причин отказов, принятом на станции (при наличии такового).

При разработке новых классификаторов в рамках системы, таких как списки пользовательских идентификаторов (например, имен пользователей, ролей доступа), применяются простые последовательные методы кодирования (порядковые номера или осмысленные сокращения) с документированием в эксплуатационной документации. В целом же, основная массивная информация кодируется по стандартным схемам, прежде всего KKS, что обеспечивает ее уникальность и совместимость, как отмечалось выше. Применение KKS значительно облегчает поддержку системы: любой специалист, знакомый с данным стандартом, может по коду понять, о каком узле или сигнале идет речь, а методы кодирования, заложенные в классификатор, обеспечивают достаточную емкость кодов для всех элементов котельной.

Инв № подп.	Подп. и дата	Инв № подп.	Взамен инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# 5 Организация внутримашинной информационной базы

## 5.1 Принципы построения внутримашинной информационной базы, состав и объем

Внутримашинная информационная база (ВМИБ) АСУТП/ВК представляет собой совокупность данных, хранящихся в памяти компьютеров и контроллеров системы, организованных в виде баз данных, таблиц и файлов, обслуживаемых программным обеспечением ПТК. Принципы ее построения диктуются необходимостью эффективного доступа, структурированности и надежности хранения данных:

- Логическая централизация, физическое распределение.** Несмотря на то, что ВМИБ физически размещена на нескольких узлах (контроллерах, сервере, операторских станциях), она организована как единое логическое хранилище. Это означает, что приложения верхнего уровня обращаются к данным через единый интерфейс (SCADA-сервер), не заботясь о том, на каком конкретно устройстве находятся те или иные данные. Синхронизация между узлами обеспечивает согласованность: контроллеры передают актуальные данные серверу, который обновляет соответствующие записи баз данных, а в случае изменения настроек на сервере – они выгружаются в контроллеры. Таким образом, для пользователя информационная база выглядит цельной и непротиворечивой.
- Разделение данных по функциям и их взаимосвязь.** Внутренняя информационная база разделена на несколько основных частей (подробно рассматриваются в п.5.2): база текущих параметров (оперативная БД реального времени), база архивных данных, база сообщений и событий, базы нормативно-справочной информации и настроек. Каждая из них оптимизирована под свои задачи – например, оперативная БД находится в ОЗУ для быстрого доступа, а архивы на диске для больших объемов – но при этом базы связаны между собой. Связи носят характер обмена и ссылок: события сигнализации ссылаются на текущие значения параметров, архивные тренды привязаны к идентификаторам датчиков из базы параметров, а справочные данные (например, описания датчиков, инженерные единицы) используются при формировании отчетов из архива. Это взаимопроникновение баз требует строгого поддержания целостности: изменение структуры одной подсистемы (например, добавление нового сигнала) автоматически

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

отражается во всех базах – запись появляется в оперативной БД, место для нее резервируется в архиве, и она учитывается в таблицах конфигурации.

- **Масштабируемость и резервирование.** При разработке структуры ВМИБ учтено возможное расширение системы – увеличение числа сигналов, подключение новых подсистем. Базы данных построены с запасом по размерности. Кроме того, предусмотрены механизмы резервирования самих данных: регулярное сохранение копий баз (конфигурационной и архивной) на внешние носители, возможность восстановления. Объем ВМИБ характеризуется следующими величинами: **оперативная БД** охватывает ~10000 сигналов, общий объем памяти под текущие значения – порядка нескольких сотен килобайт; **архивная БД** рассчитана на хранение не менее 3 лет данных по ~200 ключевым параметрам с интервалом записи 1–10 с (требуемый объем порядка десятков ГБ); **база событий** способна хранить до 100 тысяч записей сообщений сигнализации (несколько мегабайт текста). Конфигурационные и справочные таблицы относительно малы (сотни записей, мегабайты). Эти оценки показывают, что даже при увеличении числа сигналов на 20–30% информационная база не исчерпает ресурсы хранения и справится с возросшим объемом.

Принципы построения ВМИБ направлены на обеспечение *достоверности и доступности* данных: все данные структурированы, имеют четкий формат и резервируются; нет данных, доступ к которым был бы возможен только на одном узле без дублирования; система управления базами данных (СУБД), входящая в состав программного комплекса, обеспечивает транзакционную целостность при операциях записи/чтения. Благодаря этому внутренняя информационная база устойчива к ошибкам и удобно обслуживается – например, обновление ПО не приводит к потере данных.

## 5.2 Структура внутримашинной информационной базы, взаимосвязи баз данных и функции АС, использующие каждую базу

Структура ВМИБ может быть представлена на уровне баз данных и информационных массивов следующим образом:

- **Оперативная база данных параметров (ОБД).** Это основной массив данных реального времени, который хранит актуальные значения всех входных и выходных сигналов системы. ОБД размещена в SCADA сервере АСУТП. Структурно она представляет собой набор записей (тегов) с полями: значение, качество (валидность), метка времени последнего обновления, единицы измерения, границы тревог и др. Каждой записи

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					18

соответствует физический сигнал или расчетный параметр. **Функции АСУТП, использующие ОБД:** подсистема отображения (АСУ ТП АРМ оператора) регулярно запрашивает данные ОБД для обновления экранов; система сигнализации мониторит изменение значений в ОБД, чтобы выявлять выход за пределы и формировать сообщения тревоги; механизм передачи данных наружу (OPC-сервер) читает информацию именно из этой базы. Связь ОБД с другими базами: при наступлении события фиксируется соответствующее значение из ОБД в журнале; архиватор периодически берет значения из ОБД для записи в историческую базу.

- **База данных сообщений и событий (журналы сигнализации).** Эта база хранит записи о дискретных событиях: срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации, изменения состояний оборудования (включение/отключение агрегатов), действия оператора (команды, квитирование) и системные сообщения. Каждая запись включает время, идентификатор сигнала, текстовое описание события, атрибуты (аварийное/предупредительное, квитировано или нет, источник – автоматическое или ручное). **Функции, использующие базу событий:** модуль отображения журналов на АРМ оператора (листинг событий), алгоритмы протоколирования для отчётности (например, суточный отчет по авариям извлекает данные из этой базы). Кроме того, подсистема информационной безопасности может контролировать некоторые события (например, вход в систему, изменение уставок) через этот же механизм журнала. Взаимосвязи: база событий получает данные из ОБД, а также передает данные во внешние системы при необходимости.
- **Архивная база данных (историческая).** В ней хранятся временные ряды значений выбранных параметров за длительный период. Организована как набор таблиц с колонками "метка времени – значение – качество" для каждого архивируемого тега, либо как централизованная таблица всех измерений (в зависимости от реализации ПО). **Функции, использующие архивную БД:** подсистема построения графиков трендов (оператор может запросить график за период, система выберет данные из архива), аналитические модули (расчет потребления топлива, выработка тепла – интегрируют архивные данные), формирование отчетов (например, часовые/суточные средние и максимальные значения). Архивная база получает данные из ОБД. Также возможна выгрузка архивов наружу – для центральной базы данных предприятия – через OPC исторический или другими средствами.
- **База нормативно-справочных данных и конфигурации.** Содержит описательную информацию: список всех тегов (с привязкой к контроллеру, плате ввода-вывода,

<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Инв № подп.</i>	<i>Взамен инв. №</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Подп. и дата</i>
--------------------	---------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------------------

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лист</i>
					19

каналам), таблицы настроек контроллеров (например, параметры ПИД-регуляторов), справочники допустимых диапазонов, текстовые расшифровки кодов (например, кодов неисправностей оборудования), а также данные для человека-машинного интерфейса (тексты сообщений сигнализации, настройки экранов). Эта база реализуется в виде набора файлов конфигурации или таблиц СУБД на инженерном рабочем месте. **Функции, использующие эту базу:** при запуске системы контроллеры и сервер загружают из нее конфигурацию (какие сигналы считывать, с каких модулей, какие алгоритмы активировать с какими коэффициентами и пр.); интерфейс оператора использует ее для отображения понятных имен величин, единиц измерения, установленных пределов. Связи: без этих данных не может корректно работать ни ОБД (некоторые константы и калибровки хранятся тут и загружаются в контроллер), ни система сигнализации (которая использует тексты сообщений из справочников). Обновление конфигурационной базы происходит при модернизации системы или корректировке настроек инженером, при этом новые данные поступают в контроллеры и другие модули, после чего начинают использоваться в ОБД и других частях.

Взаимосвязи между перечисленными базами обеспечиваются как программно, так и концептуально – через общие идентификаторы (например, ключом связи между базой параметров, архивом и журналом событий служит уникальный идентификатор сигнала, а связь между базой параметров и конфигурацией – имя тега). Это делает возможным целостный обмен: например, при добавлении нового сигнала инженер заносит его описание в конфигурационную базу, после чего автоматически появляется новая запись в ОБД, и при возникновении события по этому сигналу записи в журнале и архиве корректно указывают его имя и описание.

**Характеристики данных в каждой базе** отличаются в зависимости от назначения:

- В оперативной базе – данные высокодинамичные, хранятся только текущие значения (обновляются, перезаписывая предыдущее). Объем мал, требования к скорости доступа максимальные.
- В базе событий – данные дискретные, каждое сообщение относительно короткое (текст до 80 символов). Объем суммарно умеренный, но каждое событие не изменяется после записи (только добавляются новые). Важна неизменяемость записей и надежность хранения.
- В архивной базе – данных значительно больше по объему, они числовые, для них важна компрессия и возможность быстрого поиска по времени. Записи также неизменяемы (только добавление).

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- В конфигурационной базе – преобладает текстовая и числовая справочная информация, объем небольшой. Требуется удобство редактирования (инженер может менять настройки), поэтому нередко используют формат, совместимый с человеческим чтением (XML, CSV или SQL-таблицы с понятными полями).

**Корректировка баз данных и массивов информации** осуществляется в системе по определенным регламентам. Оперативная и архивная базы обновляются автоматически программными модулями, без вмешательства человека, поэтому их корректировка сводится к техническому обслуживанию. База событий циклически очищается от самых старых записей (например, старше определенного срока) либо архивируется во внешние файлы для истории. Конфигурационная база корректируется человеком – такие изменения проходят стадию проверки и утверждения ответственным за АСУТП, после чего вносятся через соответствующие инструменты (конфигуратор контроллера, редактор базы данных). Для безопасности, каждое изменение конфигурационной информации фиксируется (сохранением предыдущей версии и записью кто/когда изменил), что позволяет откатить при необходимости. Таким образом, организационные решения по ведению ВМИБ предусматривают поддержание актуальности данных при гарантированной сохраняемости и возможности восстановления.

<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Инв № подп.</i>	<i>Взамен инв. №</i>	<i>Инв № документа</i>	<i>Подп. и дата</i>

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

## 6 Организация внемашинной информационной базы

**Внемашинная информационная база (ВнЕМИБ)** охватывает информационные ресурсы, которые не хранятся в оперативной памяти и постоянных электронных базах системы, но являются необходимыми для функционирования и сопровождения АСУТП. Принципы ее построения основаны на систематизации и доступности необходимых документов и сведений в *традиционной (не электронной) форме* с возможностью их своевременного обновления. ВнЕМИБ организована следующим образом:

- Состав внешней информационной базы.** В нее входят нормативно-техническая и эксплуатационная документация по системе и оборудованию: техническое задание на АСУТП, проектная документация (схемы электрические, принципиальные технологические схемы, кабельные журналы, спецификации оборудования и т.д.), руководства по эксплуатации на контроллеры, SCADA и прочее программное обеспечение, инструкции по ведению технологического процесса на котельной, перечни сигналов (сводный список входов/выходов), перечни настройках (установок) и т.п. Также частью ВнЕМИБ являются государственные и отраслевые стандарты, на которые опирается система. Кроме того, к внешней базе можно отнести журналы оперативного персонала (сменные журналы, куда вручную вписываются показания или замечания), распечатанные архивные отчеты, если они сохраняются в бумажном виде, акты проверок, калибровочные листы КИПиА, которые хранятся в бумажных архивах.
- Принципы хранения и актуализации.** Вся документация ВнЕМИБ хранится в структурированном виде, обычно в *техническом архиве* цеха или на сервере электронного архива предприятия. Бумажные экземпляры ключевых документов (технологические инструкции, схемы) находятся на рабочем месте оперативного персонала для быстрого доступа. Каждому документу присвоен идентификатор (номер документа) согласно системе документации предприятия, что соответствует классификаторам, упомянутым в разделе 4.1. Для обеспечения актуальности назначены ответственные лица, которые отслеживают изменения: при модификации системы вносятся изменения в проектную документацию (оформляются в установленном порядке как изменения к чертежам, текстам) и новые редакции рассылаются всем пользователям документации. ВнЕМИБ имеет *версионность* – старые версии документов хранятся отдельно с пометкой о недействительности, а в текущем использовании только актуальные версии.
- Объем и характеристика.** Объем внемашинной базы исчисляется десятками документов и файлов. Например, проектная документация на АСУТП может содержать ~50 листов

Инв № подп.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист
						22

схем и ~100 страниц текстовых описаний, инструкции и руководства – еще несколько сотен страниц, отчеты и журналы – постоянный поток документов небольшой длины. Этот объем информации не предназначен для оперативного машинного поиска, однако структурирован по каталогам и описям. Для удобства часть внеМИБ дублируется в электронном виде: например, все схемы и тексты доступны в PDF на инженерном АРМ, снабжены средствами навигации (гиперссылками). Тем не менее основным носителем внеМИБ остается бумага (для утвержденных копий) и статичные файлы.

Организация внеМИБ направлена на то, чтобы любой пользователь системы (оператор, инженер, наладчик) имел возможность быстро найти необходимые сведения "вне компьютера". Например, при отказе какого-либо канала оператор может обратиться к *перечню сигналов* (печатному или электронному) и выяснить, какой датчик задействован, его диапазон, где установлен – эта информация содержится во внеМИБ и поддерживается в актуальном состоянии. Принцип единства с внутримашинной базой заключается в том, что данные внеМИБ не противоречат тому, что заложено в электронных базах: для этого при любом изменении конфигурации АСУТП обновляются как программные настройки, так и сопутствующая документация.

Важной частью внешней базы являются документы, требуемые по нормативу: паспорта на оборудование, сертификаты средств измерений, заключения по метрологической аттестации системы, документы по информационной безопасности (модели угроз, планы защиты) – они хранятся и ведутся вне системы, но обеспечивают ее регламентированное использование.

Таким образом, внемашинная информационная база системы – это *организованное хранилище документации и сведений* на традиционных носителях, дополняющее электронные данные АСУТП. Ее ведение гарантирует, что все участники процесса имеют под рукой необходимую информацию для эксплуатации, поддержания и развития системы, а сама система соответствует проектной и нормативной документации на протяжении всего срока службы.

Инв № подп.	Подп. и дата	Инв № подп.	Подп. и дата	Инв № подп.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# Перечень сокращений

Сокращение	Расшифровка
АСУТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
ВМИБ	Внутримашинная информационная база
ВнеМИБ	Внемашинная информационная база
ПТК	Программно-технический комплекс
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (система диспетчерского управления и сбора данных)
KKS	Kraftwerk-Kennzeichen-System (система кодирования оборудования электростанций)
РЗА	Релейная защита и автоматика
HMI	Human-Machine Interface (человеко-машинный интерфейс)
СУБД	Система управления базами данных
CSV	Comma-Separated Values (текстовый формат хранения таблиц)
PDF	Portable Document Format
GPS/ГЛОНАСС	Глобальные навигационные спутниковые системы

<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	
	<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>
<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Подп. и дата</i>
	<i>Инв № подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	878.2023-АСУ ТП.П5	<i>Лист</i>

# Перечень терминов

Термин	Расшифровка
Оперативная информация	Текущие показания приборов и датчиков, дискретные сигналы состояния и вычисляемые параметры, используемые для автоматического регулирования и сигнализации.
Условно-постоянная информация	Данные, характеризующие настройки и паспортные характеристики оборудования, изменяющиеся относительно редко (уставки, параметры контроллеров, коэффициенты).
Архивная информация	Накопленные системой данные о ходе технологического процесса, включая тренды параметров, журналы событий и сообщений.
Нормативно-справочная информация	Справочники, классификаторы, документы, используемые для идентификации объектов и параметров, включая систему кодирования ККС.
Единое информационное пространство	Организация данных в АСУТП, при которой все подсистемы объединены логически и кодируются по единым правилам.
Внутримашинная информационная база (ВМИБ)	Совокупность данных, хранящихся в памяти вычислительных средств (базы текущих параметров, архивы, журналы событий, конфигурации).
Внемашинная информационная база (ВнеМИБ)	Документация и сведения вне компьютеров системы (проектные материалы, нормативные документы, эксплуатационные инструкции, журналы).
Оперативная база данных (ОБД)	Массив данных реального времени, содержащий значения входных и выходных сигналов системы.
Архивная база данных	Историческое хранилище временных рядов параметров для анализа и отчетности.
База сообщений и событий	Журнал дискретных событий, сигнализаций и действий оператора.
Конфигурационная база	База данных, содержащая настройки системы, справочники и описательные сведения для корректной работы АСУТП.
Классификатор ККС	Система кодирования оборудования и сигналов электростанций, обеспечивающая уникальную идентификацию.
Сигналы AI/DI/AO/DO	Классификация сигналов: аналоговые входы (AI), дискретные входы (DI), аналоговые выходы (AO), дискретные выходы (DO).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	878.2023-АСУ ТП.П5	Лист

## **Лист регистрации изменений**

878.2023-АСУ ТП.П5

Лист

26