

Приложение  
к распоряжению АО "Мосводоканал"  
от "12" <sup>03</sup> 2024 г.  
№ (01) 01.04-1226/24

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель генерального  
директора – главный инженер

  
М.И. Вдовин

"01" марта 2024 г.

**ТРЕБОВАНИЯ**  
**К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**  
**(КОНТРОЛЛЕРОВ И СЕНСОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ)**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**  
**АО "МОСВОДОКАНАЛ"**

Москва, 2024 год

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие требования.....	3
2. Обозначения и сокращения.....	5
3. Термины и определения.....	6
4. Нормативные ссылки.....	8
5. Базовые требования к среде разработки ПО.....	9
6. Режимы работы.....	15
7. Требования к документированию.....	20
8. Требования к реализации управления и контроля.....	25
9. Ответственность.....	82

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Требования к разработке программного обеспечения (контроллеров и сенсорных панелей управления) автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал" (далее по тексту – Требования) предназначены для реализации задач контроля и управления всеми технологическими процессами АО "Мосводоканал", определяют типичные способы решения автоматизации технологических задач, сформированы на основе практического опыта Общества.

1.2. Целью данного стандарта – технических требований является задание типовых норм разработки программного обеспечения ПЛК, управляющих технологическими процессами общества на наиболее часто используемых примерах и оборудовании. Задание на выполнение работ по автоматизации объектов АО "Мосводоканал" обязано ссылаться на данные требования, уточнять и дополнять их в части специфики каждого конкретного объекта. Данные Требования к разработке программного обеспечения содержат базовые алгоритмы и правила, которые определяют необходимый минимум автоматизации типовых технических средств Общества.

1.3. Программное обеспечение программируемого логического контроллера стандартизовано на основе языка программирования согласно ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Не допускается разработка программного обеспечения программируемого логического контроллера с использованием средств разработки, не соответствующих ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016, за исключением случаев, когда задача контроля и управления не может быть решена стандартным способом. Допускается использование универсальных средств разработки программного обеспечения (CoDeSys или его аналогов) либо принадлежащих конкретному разработчику средств программирования программируемого логического контроллера при условии их совместимости со стандартом ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 и данными Требованиями.

1.4. Не допускается использование технических средств, не поддерживающих стандартные средства разработки программного обеспечения за исключением случаев, когда задача контроля и управления не может быть решена стандартным способом либо технические средства не являются интегрированными в составе технологического оборудования с заранее готовым программным обеспечением производителя, выполненным в соответствии с техническими требованиями производителя технологического оборудования.

1.5. Программируемые логические контроллеры должны максимально соответствовать Требованиям к контроллерам автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал".

1.6. Программное обеспечение контроллеров, сенсорных панелей управления всегда должно быть передано Заказчику – АО "Мосводоканал" не позднее чем на этапе ввода объекта в эксплуатацию до проведения приемно-передаточных испытаний в соответствии с требованиями "Стандарта организации Информационная

безопасность автоматизированных систем управления технологических процессов". Программное обеспечение программируемого логического контроллера и сенсорной панели управления должно быть передано в формате исходного программного проекта для конкретной среды разработки полностью, без защищенных паролем секций, функций или блоков программ, со всеми используемыми библиотеками и модулями, включая предоставленные производителями оборудования. В обязательном порядке должны быть указаны версии среды разработки, библиотек, подключаемых модулей, любых использованных программных компонент. Программное обеспечение программируемого логического контроллера и сенсорной панели управления подлежит проверке и приёмке специалистами Заказчика в ходе приёмо-сдаточных испытаний, включая проверку и анализ исходного кода программ. Для разработок программного обеспечения производителей оборудования в составе комплектно поставляемых промышленных изделий допускается передача готового загружаемого кода – копии устанавливаемого фирменного программного обеспечения, однако всё разрабатываемое по заказу Общества программное обеспечение для всех производственных объектов подлежит передаче в вышеуказанном виде. В качестве проверки в ходе приемки проводится процедура установки/разворачивания среды разработки/проектирования, со всеми компонентами, библиотеками и модулями, после чего выполняется проверка того, что конкретный переданный исходный код/проект "собирается"/открывается/компилируется.

1.7. Внешний вид интерфейса, система классификации и кодирования информации по объектам Общества, требования к составу и содержанию документации определяются другими нормативными документами Общества, указанными на сайте АО "Мосводоканал" в разделе Техническим Специалистам – Технические требования либо предоставляются Исполнителю работ по запросу ответственными представителями Заказчика, а также в разделе Нормативные ссылки настоящих Требований.

1.8. Данные требования обязательны для исполнения работниками Общества, участвующими в подготовке заданий на разработку программного обеспечения, приемке выполненных работ, проектными организациями, выполняющими разработку проектной и рабочей документации и осуществляющими выбор технических решений автоматизации для Общества, а также работниками подрядных организаций, выполняющих работы по строительно-монтажным работам и пуско-наладочным работам автоматизированных систем управления технологическими процессами на объектах Общества".

1.9. Утвержденные Требования вводятся в действие распоряжением первого заместителя генерального директора – главного инженера или лица, исполняющего его обязанности по приказу. Требования являются приложением к распоряжению и подлежат хранению в соответствии со Сводной номенклатурой дел АО "Мосводоканал".

1.10. В действующие Требования могут вноситься изменения и дополнения путем издания распоряжения о внесении изменений и дополнений.

1.11. Требования, изменения и дополнения к ним доступны на портале локальной нормативной документации <http://bp.mvk.ru/>, на официальном сайте АО "Мосводоканал" в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (раздел "Техническим специалистам"- "Технические требования"- "Технические требования к АСУ ТП и связи:").

## 2. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В Требованиях применяются следующие обозначения и сокращения:

АО "Мосводоканал"/ Общество	–	Акционерное общество "Мосводоканал"/Общество;
АСДКУ	–	Автоматизированная система диспетчерского контроля и управления АО "Мосводоканал";
АРМ	–	автоматизированное рабочее место;
АСУ ТП	–	Автоматизированная система управления технологическими процессами;
АЦП	–	аналого-цифровой преобразователь;
БУ	–	блок управления;
ЗРА	–	запорно-регулирующая (трубопроводная) арматура;
ИО	–	информационное обеспечение;
КИПиА	–	контрольно-измерительные приборы и автоматика;
КТС	–	комплекс технических средств;
КНС	–	канализационная насосная станция;
РД	–	рабочая документация;
РПВ	–	резервуар питьевой воды;
НА	–	насосный агрегат;
НС	–	насосная станция;
ПЛК	–	программируемый логический контроллер;
ПО	–	программное обеспечение;
ППО	–	прикладное программное обеспечение;
ПЧ	–	преобразователь частоты;
ПДЗ	–	поворотный дисковый затвор;
СПУ/ОП	–	сенсорная панель управления/операторская панель;
СМР	–	строительно-монтажные работы;
СНС	–	служба насосных станции ПУ "Мосводопровод";
ТЗ	–	техническое задание;
ТО	–	техническое обслуживание;
ТУ	–	технические условия;
ТТ	–	технические требования;
ТП	–	технологический процесс;

ЦДУ	– Центральное диспетчерское управление;
УАСУТПиС	– Управление автоматизированных систем управления технологическими процессами и связи;
УПП	– устройство плавного пуска;
AI	– аналоговый вход (ПЛК);
AO	– аналоговый выход (ПЛК);
DI	– дискретный вход (ПЛК);
DO	– дискретный выход (ПЛК);
HMI	– человеко-машинный интерфейс;
SCADA	– Система диспетчерского контроля и управления (сокр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition).

### 3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В Требованиях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1. Автоматизация** – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоемкость выполняемых операций.

**3.2. Автоматизированная система управления технологическим процессом** – комплекс программных и программно-аппаратных средств, предназначенных для контроля за технологическим и (или) производственным оборудованием (исполнительными устройствами) и производимыми ими процессами, а также для управления таким оборудованием и процессами.

**3.3. Автоматизированная система диспетчерского контроля и управления АО "Мосводоканал"** – предназначена для управления водопроводной и канализационной сетью города Москвы из Центрального диспетчерского управления и включает в себя модули:

– АСДКУ водопровода - обеспечивает сбор, обработку, предоставление и хранение исторических данных технологических процессов подачи и распределения воды;

– АСДКУ канализации - обеспечивает сбор, обработку, предоставление и хранение исторических данных технологических процессов водоотведения.

**3.4. Авария** – разрушение или повреждение сооружений и/или оборудования, кабелей, технических устройств, трубопроводов, применяемых на производственном объекте, вызывающее пожар, неконтролируемые утечки или выброс опасных веществ.

Также "Авария" в случае АСУТП трактуется как состояние объекта/системы/механизма/устройства, при котором не возможна его нормальная эксплуатация.

3.5. **Заказчик** – АО "Мосводоканал", как сторона договора.

3.6. **Инцидент/Сбой** – отказ или незначительное повреждение оборудования, кабелей, технических устройств, трубопроводов, отклонение от установленных режимов, включая технологический и функциональный отказы.

3.7. **Исполнитель** – подрядная либо субподрядная организация, выполняющая работы на объекте строительства/реконструкции (по договору с АО "Мосводоканал" либо иному Заказчику, но с передачей объекта в эксплуатацию АО "Мосводоканал").

3.8. **Концевой выключатель** – правильное обозначение конечный выключатель либо путевой выключатель (в просторечии – "концевик") – механическое реле для цепей управления, приводимое в действие непосредственным механическим воздействием механизма или части машины.

Часто содержит две пары контактов, нормально разомкнутые и нормально замкнутые. Замкнутая пара позволяет контролировать состояние подключения концевого выключателя: если сигнал, переданный по этой паре, не возвращается, можно сделать вывод о повреждении кабеля к выключателю. Разомкнутая пара может использоваться для прохождения сигнала после срабатывания выключателя.

3.9. **Преобразователь частоты** – электротехническое оборудование для регулирования частоты переменного напряжения. Основная сфера применения – изменение частоты вращения и крутящего момента электрических двигателей асинхронного типа.

3.10. **Технологические нарушения** – нарушения в работе систем водоснабжения и канализации в зависимости от характера и тяжести последствий (воздействие на персонал, отклонение от параметров качества, экологическое воздействие, объем повреждения оборудования, другие факторы снижения надежности) и подразделяются на аварии и инциденты.

3.11. **Аналоговый вход (ПЛК)** – устройство, которое применяется применяется для приёма унифицированных сигналов от аналогового (как правило: 0-20 мА; 0-5 В; 4-20 мА) выхода приборов и датчиков.

3.12. **Аналоговый выход (ПЛК)** – устройство, которое применяется для управления оборудованием посредством передачи аналогового (как правило: 0-20 мА; 0-5 В; 4-20 мА) унифицированного сигнала на соответствующий приёмный вход исполнительного устройства (блока управления насосом и т.п.).

3.13. **Дискретный вход (ПЛК)** – устройство, которое применяется для приёма дискретных (логический 0/1) сигналов от средств контроля и управления (как правило: 0/24 В; 0/220 В).

3.14. **Дискретный вход (ПЛК)** – устройство, которое применяется для управления оборудованием посредством дискретных (логический 0/1) сигналов от ПЛК (как правило: 0/24 В; 0/220 В).

#### 4. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Требования разработаны с учетом положений следующих документов:

4.1. ГОСТ Р МЭК 61131-1-2016 Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация.

4.2. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования.

4.3. ГОСТ Р МЭК 61131-6-2015 Программируемые контроллеры. Часть 6. Безопасность функциональная.

4.4. ГОСТ Р МЭК 61131-7-2017 Контроллеры программируемые. Часть 7. Программирование нечеткого управления.

4.5. ГОСТ Р МЭК 61131-9-2017 Контроллеры программируемые. Часть 9. Одноточечный интерфейс цифровой связи для небольших датчиков и исполнительных устройств.

4.6. ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования.

4.7. ГОСТ Р МЭК 62061-2015 Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью.

4.8. ГОСТ Р 51841-2001 (МЭК 61131-2-92) Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний.

4.9. ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человекомашинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации.

4.10. ГОСТ ИЕС 60447-2015 Интерфейс "человек-машина". Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация. Принципы включения.

4.11. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

4.12. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.

4.13. ГОСТ 34.201-2020 Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.



4.14. ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

4.15. ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения электрических схем.

4.16. ГОСТ Р 59795-2021 Информационные технологии (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

4.17. ГОСТ 21.209-2014 Система проектной документации для строительства (СПДС). Централизованное управление энергоснабжением. Условные графические и буквенные обозначения вида и содержания информации.

4.18. Требования к контроллерам автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал", введенные в действие распоряжением от 06.02.2020 № (01)01.04-590/20.

4.19. Правила разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал", введенные в действия распоряжением от 17.01.2024 № (01)01.04-177/24.

4.20. Требования к оформлению технической документации автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал", введенные в действия распоряжением от 08.02.2021 № (01)01.04-516/21.

4.21. Стандарт организации Информационная безопасность автоматизированных систем управления технологических процессов, введенный в действие распоряжением от 17.06.2016 № (01)04-1606/16.

*Примечание:* При пользовании Требованиями целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании Требованиями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## **5. БАЗОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ПО**

5.1. Среда разработки ПО, любые используемые вспомогательные средства разработки программного кода должны быть сертифицированы, поставляться "в коробке" или скачиваться бесплатно. Базовое, стандартное ПО операционная система компьютера не должна подвергаться замене/переустановке, чтобы удовлетворить какие-либо требования по инсталляции средств разработки ПО.

5.2. Среда разработки ПО обязана поддерживать разработку под управлением операционной системы Microsoft Windows 10 (Professional, Enterprise) (64-битной), желательно также операционных систем семейства Linux: Ubuntu; Astra Linux 2.12 Common Edition (русская или английская версия); Astra Linux 1.6 Special Edition.

5.3. Прикладное ПО должно разрабатываться таким образом, чтобы не требовалась замена/доработка базового ПО (операционной системы) контроллера. Проектирование ПО должно обеспечиваться таким, чтобы будущее изменение или обновление ПО операционной системы ПЛК не повлияло на успешное функционирование системы с конкретным прикладным ПО. Поставщик должен предлагать единую программную платформу, как для безопасных, так и небезопасных приложений. ПО не должно требовать изменения для возможности запуска в новых версиях ПО операционной системы АРМ разработчика.

5.4. Любая новая версия прикладного ПО системы должна быть совместима с файлами, созданными с использованием предыдущих версий прикладного ПО. При установке новой версии базового ПО, должна быть возможность создать резервную копию пользовательских данных, так как производитель может изменить данные в новом релизе.

В случае, если среда разработки не поддерживает резервирование пользовательских данных, задача миграции пользовательских данных в новую версию прикладного ПО без их потери (например, сохраненных часов наработки насосного агрегата, которые часто обнуляются при обновлении ППО) должна быть также решена разработчиком ППО в зависимости от возможностей используемого ПЛК.

5.5. ПО должны поддерживаться все языки стандарта МЭК 61131-3, а именно: Ladder (LD – язык релейно-контактных схем или релейных диаграмм); Structured Text (ST - структурированный текст); Function Block Diagram (FBD – язык диаграмм функциональных блоков); Sequential Function Chart (SFC - язык последовательных функциональных схем)/Grafset. Языки IL и ST являются текстовыми, соответственно нижнего и верхнего уровня. LD, FBD, SFC являются графическими языками. Instruction List (IL - список инструкций) может поддерживаться средой разработки, но исключается из языков разработки, используемых в АО "Мосводоканал" в соответствии с современной версией стандарта, так как он требует высокой компетенции от разработчика, большего времени на разработку, отладку и сопровождения кода.

5.6. Базовыми средствами среды разработки прикладного ПО должны поддерживаться функции автоматической диагностики работы со средствами контроля и поиска возникающих ошибок. Средой разработки ПО должна поддерживаться разработка и контроль конфигурации полевых шин с подключенными к ним средствами контроля и управления, а также подключенных устройств удаленного ввода/вывода к контроллеру. Средой разработки ПО должна поддерживаться разработка пользовательских функциональных блоков типа EFB (Elementary Function Blocks) и функциональных блоков данных DFB (Data Function Blocks) или их аналогов.

5.7. Средой разработки ПО должен поддерживаться редактор и библиотеки пользовательских данных и функциональных блоков. Библиотека диагностических блоков программной оболочки контроллера (DFB и EFB или их аналогов) должна

содержать готовые блоки для диагностики системы: сбой отдельного модуля/канала ввода/вывода; сбой модуля или шины связи, когда подключенное устройство отсутствует либо неисправно; готовые блоки диагностики приложения: контроль имеет ли событие (битовое состояние) правильное значение в определенное время; контроль изменения состояния бита в соответствии с указанными временными условиями; контроль состояния сочетания двух битов; а также возможность создания пользовательских диагностических функциональных блоков.

5.8. Среда разработки ПО должна поддерживать возможность свободной и полной, без ограничений функциональности, загрузки и выгрузки исполняемой программы и данных в любой момент времени работы ПЛК. Желательно иметь возможность производить выгрузку или изменение программы происходить без остановки выполнения программы контроллера (как в режиме RUN, так и STOP).

Должны быть реализованы средства проверки идентичности программного кода контроллера со стороны подключаемого АРМ разработчика без его загрузки и перезапуска контроллера (верификация установленной программы). То есть среда разработки должна иметь возможность при подключении к ПЛК сравнить на идентичность ранее сохраненный проект на компьютере разработчика с установленной в ПЛК версией кода с формированием соответствующих отчетов и указанием несовпадений в коде.

В АО "Мосводоканал" запрещается использование заранее "скомпилированного" исполняемого кода в ПЛК при наличии возможности использования в работе ПЛК загружаемого исходного кода.

5.9. Среда разработки ПО должна содержать достаточно развитые библиотеки стандартных блоков построения программ контроллера, в том числе: таймеры и счетчики; целочисленные операции; управление таблицами; функции сравнения; дата/тайм-менеджмент; логические операции; математические функции; статистические функции; работа со строковыми переменными; преобразование типов данных; ПИД-регулирование и другие, необходимые для разработки ПО управления технологическими процессами общества. В том числе:

Следующие функции ввода должны поставляться как стандартные пункты Среды разработки ПО контроллера:

- Извлечение квадратного корня, для измерения расхода;
- Линеаризация типа В, Е, N, J, K, L, R, S, T, и U – термопар;
- Линеаризация термометров (RTD);
- Цифровой вход импульсного усреднения;
- Импульсный вход для преобразования частоты.

Следующие вычислительные функции должны быть поставлены как стандартные конфигурируемые элементы или простые алгебраические инструкции Среды разработки ПО контроллера:

- Сложение/вычитание;
- Генератор пилообразной функции;
- Опережение – запаздывание;
- Интегратор/Аккумулятор;
- Время запаздывания;
- Выбор высокого/низкого;
- Умножение/Деление;
- Усреднения по времени;
- Переключение выбора сигнала %;
- Экспоненциальный многочлен;
- Логарифмы;
- Квадратный корень;
- Абсолютное значение;
- Задержка закрытия;
- Выбор min/max;
- Функция сглаживания;
- Генератор шума;
- Сглаживание сигнала/Низкочастотный фильтр;
- Задержка сигнализации;
- Непрерывные функции управления.

Следующие функции контроля должны представлять собой настраиваемые элементы ПО контроллера:

- Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (PID);
- Автоматическое управление с регулировкой смещения;
- Управление соотношением;
- Шаговый контроллер;
- Каскадное управление;
- Управление ручной коррекцией;
- PID -регулятор с прямой связью;
- PID-регулятор с предиктором Смита;

- PID-регулятор с логикой безопасности и контролем управления с обратной связью;
- PID-регулятор с адаптацией точка - ориентированных операционных параметров;
- Модель интеллектуального управления;
- Адаптивная настройка (опция);
- Многопараметрическое управление (опция).

Следующие дискретные функции управления должны поставляться как стандартные элементы настройки ПО контроллера:

- Логические функции - and, or, not, nand, nor, xor;
- Обнаружение изменения состояния;
- Установка/сброс триггеров;
- Таймеры и счетчики;
- Элементы сравнения - greater than, less than, equal to, not equal to;
- Мультиплексор (выбирает один из 16 сигналов);
- Положительные, отрицательные и двунаправленный краевой триггер.

Библиотека элементов среды разработки прикладного ПО должна быть в состоянии поддерживать технологические модули (контроллеры, позиционеры, счетчики и т.д.).

Прикладное ПО должно поддерживать вычисления в технических единицах с плавающей запятой или другими эквивалентными методами, которые не требуют масштабирования.

5.10. Должны быть реализованы средства отладки исполняемой программы, в том числе: автоматическая проверка синтаксиса кода (проверка текста программы на наличие ошибок), построчное выполнение программы (Step by step execution), множественные точки останова (Breakpoint), и точки контроля (Watchpoint). Желательно наличие списка (стека) вызова функций/блоков/секций программы. Должны быть реализованы тренды переменных и средства анимации – экраны оператора (Operator screens) и таблицы анимации (Animation tables) для отладки ПО, а также средства диагностики состояния контроллера.

5.11. В среде разработки ПО должны иметься средства импорта экспорта в формат XML/XVM или другой доступный для чтения и вывода на печать аналогичный формат.

5.12. Среда разработки ПО ПЛК должна быть сертифицирована для работы с конкретным типом наиболее распространенных и использующихся в Обществе контроллеров, например, с одним из ОВЕН: 160, 210, 200; Modicon: Premium,

Quantum, M340, M580, M22x/24x или Simatic: S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500. Конкретный выбор среды разработки прикладного ПО контроллера определяется проектом, выбранным комплектом контроллерного оборудования. Не допускается использование в проекте разнотипного контроллерного оборудования, требующего различных средств ПО для разработки, за исключением случаев, когда такое оборудование входит в комплект поставки стандартных готовых технологических установок.

5.13. Должна поддерживаться online отладка и изменение программы в контроллере, работающем непосредственно на пусковом объекте и имеющем возможность дистанционного подключения и отладки по Ethernet.

5.14. Должен поддерживаться динамический обмен данными со SCADA системами общества посредством экспортных файлов XML/XVM или других аналогичных форматов.

5.15. Должно поддерживаться автоматизированное документирование и представление разрабатываемой программы с выводом на печать, подготовкой таблиц переменных и других действий, необходимых для интеграции со смежным ПО и документирования самой программы.

5.16. ПО обязано поддерживать стандарт FDT/DTM (Field Device Tool / Device Type Manager) для интеграции оборудования различных производителей в управляющую программу контроллера.

5.17. В ПО должна быть реализована встроенная функция эмулятора ПЛК, которая позволяет в точности воспроизвести поведение программы управления контроллера на компьютере с целью организации процессов отладки работы программ контроллера вне управляемого объекта.

5.18. Должно существовать полное описание реализации языка программирования, учебная литература и курсы обучения языку программирования для специалистов подразделений автоматизации АО "Мосводоканал". Также должна быть обеспечена техническая поддержка и консультации специалистов на русском языке.

5.19. ПО должно обеспечивать: защиту паролем для дистанционных программных изменений; запрет неиспользуемых сервисов (FTP/TFTP, HTTP, DHCP и т.д.); расширенный контроль доступа к ПЛК с помощью списка доступа используемых IP-адресов и TCP-портов; автоматическую проверку целостности ПО; возможность блокировки команд удалённой записи; возможность блокировки команд удаленного чтения/изменения программы контроллера; проверка целостности исполняемых файлов программы управления; запись событий безопасности в базе данных (системное логирование).

## 6. РЕЖИМЫ РАБОТЫ

6.1. Прикладное ПО ПЛК в составе АСУ ТП АО "Мосводоканал" должно обеспечивать полностью автоматизированный контроль и управление технологическими процессами при котором операторы и диспетчеры отвечают лишь за выбор конкретных параметров и режимов технологических процессов, а непосредственное управление оборудованием осуществляется программой контроллера соответствующего участка производства в соответствии с заданными операторами режимом и параметрами работы. Подразумевается, что предусмотренных проектом и существующих на объекте автоматизации технических средств управления и контроля достаточно для реализации всех требуемых функций в режиме полностью автоматизированного управления, если в техническом задании прямо не указано обратное.

В случае недостаточного количества исполнительных механизмов и оборудования контроля ТП либо их неработоспособности на объекте автоматизации, исполнитель обязан поставить в известность ответственных представителей АО "Мосводоканал" и обеспечить наличие полного комплекта оборудования, необходимого для реализации указанных в задании на разработку ПО функций либо согласовать соответствующие изменения требований разработки.

В любом случае обязанность разработки и согласования с Заказчиком конкретных алгоритмов управления и контроля возлагается на Исполнителя работ по автоматизации. Заказчик отвечает лишь за постановку задачи, указание основных функций управления и контроля и режимов функционирования технологического процесса.

Для объектов, исключаяющих непосредственное управление (таких, например, как точки контроля давления, качества или расхода), реализовываются только функции контроля.

Варианты управления оборудованием, в случаях, когда шкаф контроля и управления АСУТП вышел из строя (обесточен, неисправен, нарушена связь и т.п.) данным документом не рассматриваются.

Система управления должна разрабатываться в соответствии с принципами максимальной автономии, изолированности отдельных систем друг от друга. Допускается обмен данными между контроллерами с использованием внутри системы сигналов от смежной либо вышестоящей в том числе SCADA системы (например, получение сигналов расхода воды в систему управления дозированием реагента или получение данных о давлении в диктующей точке в городе на насосной станции) но в этом случае разработка ПО должна предусматривать действия системы в случае исчезновения связи либо отсутствия соответствующих сигналов (в наших примерах, соответственно: дозирование по заданному заранее оператором расходу и переход на работу насосов по датчику давления на выходе НС при отсутствии сигнала в диктующей точке).

Во всех случаях, когда возможен прямой обмен данными между ПЛК, должен использоваться такой прямой обмен данными, а не передача данных посредством вышестоящей SCADA.

6.2. Прикладное ПО рекомендуется реализовывать по объектно-ориентированному принципу с использованием абстракций типов оборудования. При разработке на FBD для каждого исполнительного устройства, механизма или прибора создаётся типовой функциональный блок с обработкой в нем всех возможных режимов работы данного агрегата, механизма. Каждый типовой функциональный блок устройства должен работать со своим набором команд и сигналов управления, статуса, аварии. В этом случае, при необходимости замены в технологической линии одного исполнительного механизма или прибора на другой аналогичный, но имеющий собственную систему адресации сигналов и команд управления в прикладной программе достаточно заменить один функциональный блок на другой, соответствующий новому устройству, но имеющий тот-же самый набор сигналов и команд ввода/вывода, что позволяет сократить трудозатраты на разработку и модернизацию прикладного ПО. Особенно существенна выгода при использовании в проектах интеллектуальных устройств с развитыми системами сигналов и команд управления, которыми устройство обменивается с контроллером по цифровому интерфейсу.

Задача данных требований – описание единого подхода к разработке прикладного ПО для разных устройств контроля и управления технологическими процессами.

В общем случае для функционального блока устройства формируются следующие наборы сигналов и команд управления и контроля:

6.2.1. Статус агрегата/механизма (формируется внутри функционального блока). В статусе представлена общая информация об исполнительном механизме:

– "Агрегат отключен" (выведен в ремонт/ТО). Агрегат не используется в режимах управления, сигналы состояния и аварии агрегата не активны. Переключатель режима работы в положении 0;

– "Агрегат заблокирован". Агрегат не используется в режимах управления, сигналы состояния активны, аварии агрегата не активны. Включен признак блокировки включения/работы агрегата оператором от СПУ или АРМ. Переключатель режима работы в положении АУ;

– "Режим местный". Включение и выключение агрегата выполняется по месту с встроенного или внешнего пульта управления, сигналы состояния и аварии агрегата активны. Переключатель режима работы в положении МУ;

– "Режим автоматический". Включение и выключение, поддержание необходимых параметров работы агрегата определяется логикой алгоритма управления ПЛК в автоматическом режиме. Переключатель режима работы в положении АУ;



– "Режим дистанционный". Включение и выключение агрегата выполняется по команде оператора от АРМ оператора или от панели управления через ПЛК. Включен признак дистанционного режима управления оператором от СПУ или АРМ. Переключатель режима работы в положении АУ;

– "Готов к работе". Агрегат находится в выключенном состоянии и все условия к пуску/работе в автоматическом/дистанционном режиме выполнены;

– "Авария общая". Сигнал о наличии аварии от самого устройства или логической аварии, например, не выполнил команду за определенное время;

– "Включен". Агрегат в работе (для задвижек "Открыта");

– "Выключен". Агрегат выключен (для задвижек "Закрыта");

– "Включается". Агрегат включается (для задвижек "Открывается");

– "Выключается". Агрегат выключается (для задвижек "Закрывается");

– "Аварийный стоп". Устройство заблокировано кнопкой "Аварийный стоп".

6.2.2. Управление агрегатом/механизмом (управляющее воздействие из Прикладного ПО на Механизм/Агрегат):

– Команда "Режим автоматический". Перевести агрегат в автоматический режим;

– Команда "Режим дистанционный". Перевести агрегат в дистанционный режим (Телеуправление);

– Команда "Сброс". Сброс аварии агрегата в дистанционном режиме;

– Команда "Включить". Включить агрегат в дистанционном режиме (для задвижек "Открыть");

– Команда "Выключить". Выключить агрегат в дистанционном режиме (для задвижек "Закрыть");

– Команда "Стоп". Остановить задвижку в промежуточном состоянии;

– Команда "Отключить агрегат". Агрегат не используется в режимах управления, сигналы состояния и аварии агрегата не активны.

6.2.3. Аварии агрегата/механизма (формируется внутри функционального блока либо с использованием специфических типов аварий, получаемых от интеллектуальных устройств – например, электроприводов ЗРА или ПЧ):

– "Авария контроль фаз". Во время работы агрегата появился сигнал неисправность контроля фаз;

– "Авария термостата". Во время работы агрегата появился сигнал перегрев оборудования;

– "Авария аварийная кнопка". Во время работы агрегата нажата кнопка "Аварийный стоп";

- "Авария пуска". Агрегат не включился за отведенное время (для задвижки не открылась за отведенное время);
- "Авария остановки". Агрегат не выключился за отведенное время (для задвижки не закрылась за отведенное время);
- "Авария от агрегата". Например, ПЧ сигнализирует об аварии;
- "Авария автоматического выключателя". Автоматический выключатель отключился во время работы агрегата;
- "Авария". Во время работы агрегата выполнены иные условия аварии агрегата.

6.2.4. Входные сигналы агрегата/механизма (формируется из входных параметров, поступающих на функциональный блок).

6.2.5. Параметры работы агрегата/механизма (задержки срабатывания, счётчик наработки часов и т.п.).

Для каждого датчика должен быть создан блок обработки и масштабирования к физической величине измеряемого сигнала, а именно:

- аварийные и предупредительные пределы;
- предельные значения датчика;
- имитационное значение;
- сдвиг нулевого значения;
- коэффициент сглаживания (фильтр) сигнала.

В рамках прикладного ПО для ПЛК допускается создание единичного функционального блока для типовых средств измерения в проекте или исполнительных механизмов и использования экземпляров этих блоков для управления аналогичными устройствами со своим набором данных для каждого экземпляра.

Не допускается использование в прикладном ПО "закрытых", защищенных паролем функциональных блоков и частей кода программы, за исключением случаев использования лицензионных блоков, разработанных производителями устройств и предназначенных для интеграции в виде готовых технических решений. Во всех остальных случаях исходный код, разрабатываемый для АО "Мосводоканал" должен быть полностью доступен для доработки, проверки, использования в составе прикладного ПО.

6.3. ПО ПЛК должно предусматривать следующие режимы работы:

Для всех управляемых технологических процессов должно быть предусмотрено **Автоматизированное** управление от ПЛК с возможностью задания конкретных режимов и параметров работы оборудования оператором либо диспетчером в рамках утвержденных технологических регламентов работы оборудования. ПО ПЛК не

должно требовать от оператора каких-либо воздействий за исключением необходимых для изменения текущих режимов и параметров работы либо реакции на аварийные ситуации и сбои в работе АСУТП (самого ПЛК, средств контроля и управления) или управляемого оборудования. ПО ПЛК не должно допускать возможности для оператора выбора режимов и задания параметров за пределами регламентных установок технологического процесса. ПО ПЛК должно обеспечивать сохранение всех параметров оборудования, настроек и уставок регулирования технологического процесса, введенных ограничений в энергонезависимой памяти немедленно после их ввода оператором с целью обеспечения полного восстановления управления после сбоев и отключений. ПО ПЛК обязано обеспечивать предупредительную и аварийную сигнализацию при приближении параметров ТП к границам установленных режимов работы либо при наличии аварий и сбоев в работе. В случаях, описываемых заданием на разработку ПО либо технологическим регламентом ПО ПЛК обязано выполнять сценарии предотвращения последствий аварийных ситуаций и сбоев (например, автоматическое переключение на резервный насос в случае отказа одного из работающих и т.п.).

**Местное** (от встроенных органов управления оборудованием либо соответствующего кнопочного пульта управления) либо **Дистанционное** (с рабочего места оператора АСДКУ – SCADA) непосредственное управление оборудованием должны использоваться только в аварийных случаях при выборе соответствующего режима управления для предотвращения последствий аварий и сбоев в работе АСУТП, в тех случаях, когда автоматизированное реагирование на аварийную ситуацию не предусмотрено.

6.4. Во всех режимах работы ПО ПЛК обязано обеспечивать регистрацию и запись в соответствующие журналы:

– Действий оператора как по воздействиям в рамках предусмотренных режимов работы, так и в аварийных ситуациях;

– Основных характеристик технологических процессов (включений/отключений; открытия/закрытия; изменения режимов работы оборудования) параметров контроля (показаний приборов качества, расходов, давлений, уровня и т.п.), в рамках определяемых заданием на разработку ПО, но не менее чем в объеме достаточном для полного представления об истории технологического процесса, критических действий оператора и параметрах работы основного оборудования;

– Аварийных и предупредительных (технологических) сообщений с реакцией на них оператора "квитировании" (при наличии такой реакции);

ПО Сенсорных панелей управления (СПУ), реализующих управление ПЛК от шкафа либо местного пульта управления обязано поддерживать отображение соответствующих журналов аварийных и технологических сообщений, а также их квитирование по месту.

6.5. ПО контроллеров и СПУ должно поддерживать не менее трёх режимов разграничения доступа:

– **Режим просмотра**, в котором все получают полный доступ к просмотру мнемосхем, графиков, журналов и проч. Соответствующих систем управления и контроля, но не имеют никакого доступа к управляющим воздействиям. Режим применяется "по умолчанию" без ввода пароля.

– **Режим Операторского/Диспетчерского управления**, в котором вводящие пароль операторы получают доступ к функциям изменения режимов работы и задания технологических параметров (уставок), предусмотренных технологическим регламентом либо заданием на разработку ПО. Режим требует пароля и допускает автоматический ввод пароля для объектов, имеющих физическое ограничение доступа посторонних к органам управления (СПУ/АРМ) и не имеющих критического влияния на технологические процессы.

– **Режим настройки**, в котором инженерный персонал получает полный доступ к выбору и регулировке параметров оборудования, их изменению, заданию пределов регулирования и настройки, вводу паролей и т.п. функциям инженерного контроля.

– **Режим администрирования** не реализовывается в меню оператора, он может использовать защиту ПЛК паролем в случаях необходимости для обеспечения доступа разработчика и персонала служб автоматизации АО "Мосводоканал" к изменению программ управления в целом.

6.6. ПО контроллеров должно обеспечивать возможность установки необходимых характеристик контролируемого и управляемого оборудования в режиме настроек, включая изменение диапазонов, единиц измерения, временных и прочих характеристик оборудования в объёме, обеспечивающем замену экземпляров подключенного оборудования и приборов на аналогичное без разработки/внесения изменений в соответствующее ПО, за исключением существенного изменения типов подключаемого оборудования (интерфейсов, состава сигналов контроля и управления и т.п. не предусмотренных изменений).

## 7. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

7.1. Прикладное ПО как контроллеров, так и сенсорных панелей управления должно быть надлежащим образом документировано. Необходимы комментарии в коде исходного проекта, включая расшифровку функционального назначения всех сигналов ввода/вывода, внутренних переменных и функций, функциональных блоков, всех операций и действий программы. Объём комментирования обязан быть достаточным для полного понимания программы специалистом Заказчика.

7.2. Для всех интерфейсов АСУТП (СПУ) должно быть разработано руководство по использованию в соответствии с Требованиями к оформлению технической документации автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал". Общим требованием при

разработке руководства является ясное изложение, какие именно действия и при каких условиях производятся прикладной программой в режиме автоматизированной работы и в режиме дистанционного управления. Оператор должен полностью понимать алгоритм работы ПО и результат его воздействий, влияющий на управление технологическим процессом.

В документации АСУТП должно быть сформулировано общее функциональное назначение системы, а также перечислены все основные функции контроля и управления. Краткое описание системы должно содержать конкретную информацию о реализации функциональных требований. Руководство должно содержать информацию об архитектуре системы; принципах функционирования системы; режимах работы системы; компонентном составе системы; технических характеристиках системы; связанных системах, с которыми осуществляется интеграция/обмен данными; совместимости с операционными системами, аппаратными средствами и смежными системами.

Должно быть также разработано руководство по управлению и администрированию для инженеров, использующих функции настройки параметров оборудования, доступные в программе (допускается включать отдельным разделом в Руководство пользователя).

Должно быть сформулированы требования исполнителя по порядку эксплуатации АСУТП и их составляющих. Должны быть указаны требования к заказчику либо эксплуатирующей организации в части компетенции персонала: подготовки и обучения, достаточного для самостоятельного восстановления работоспособности АСУТП после аварии, отказа оборудования, замены вышедших из строя контроллеров и модулей ввода/вывода, подключения новых исполнительных и контрольных устройств. Для комплексных систем автоматизации требования формируются по каждой категории/типу оборудования и компонентов ПО. Требования в части специализированного ПО АСУТП указываются отдельно.

Требования к обслуживанию и обновлению для стандартного системного ПО и типового оборудования заказчика, по согласованию с заказчиком могут не указываться.

Как правило, требования по периодическому ТО оборудования, составляются на основании документации разработчиков ПО и руководств по эксплуатации производителей оборудования. В документации на ПО АСУТП они приводятся в упрощенной, сводной табличной форме. Также должны быть перечислены особые требования (в том числе производителей оборудования) к составу и организации ТО, указаны специфическое оборудование и ПО, требующееся для проведения ТО и восстановления АСУТП.

7.3. В документации на прикладное ПО должно быть приведен состав использованных для разработки программных средств, включая все дополнительные библиотеки, функциональные блоки или иные использованные в разработке объекты. Должны быть указаны версии ПО, если версий нет – хеш-коды, даты

создания/разработки, которые однозначно идентифицируют использованный программный компонент. Все использованные библиотеки, функциональные блоки и прочие компоненты ПО, использованные авторами в разработке ПО, а также права на их использования (если они существуют) также должны передаваться Заказчику.

Приводится схема с указанием всех как аппаратных, так и программных компонентов системы и протоколов их взаимодействия. Схема выполняется совмещенная для программных и аппаратных средств либо, для сложных многокомпонентных систем, отдельная – для программной и аппаратной части. Для систем, размещаемых на действующей аппаратной платформе заказчика допускается только схема размещения и взаимодействия программных компонентов системы с указанием используемых ресурсов аппаратных платформ Заказчика. Для типовых АРМ пользователей допускается указание одного АРМ для каждого функционального рабочего места пользователя системы.

Схема аппаратных средств должна показывать состав комплекса технических средств и каналов связи между отдельными техническими средствами или группами технических средств, объединенными по каким-либо логическим признакам (например, совместному выполнению отдельных или нескольких функций, одинаковому назначению и т. д.). На схеме необходимо указывать марки и основные характеристики технических средств. На схеме отражаются все информационные связи между элементами. В поясняющих надписях должны быть указаны типы линий связи между объектами схемы (кабельных трасс или беспроводных линий), марки устройств связи, кабелей, протоколы обмена данными, адреса в сети IP и т.п. Для объемных, многокомпонентных АСУТП допускается составление схемы, с указанием деления разрабатываемой системы в соответствии со структурой системы. Такая схема разрабатывается на отдельных листах для каждой функциональной подсистемы и представляет собой более детальную схему отдельных объектов/подсистем АСУТП с указанием ПО, оборудования, средств связи и т.п.

Схема программных средств должна отображать полный состав всех компонентов комплекса АСУТП, а также смежных информационных систем, с которыми осуществляется взаимодействие. На схеме в обязательном порядке указываются протоколы и каналы обмена данными, даются ссылки на состав данных и требования к интерфейсам взаимодействия компонентов комплекса и смежных систем. Отдельным документом выполняется справка о назначении и взаимодействии компонентов программного комплекса АСУТП, где приводится детальная и полная информация, не нашедшая отражения на схеме программных средств.

Компонентный состав системы указывается в табличном виде. Для простых АСУТП, состав указывается в общей таблице, например:

1. № пункта;
2. Категория/тип компонента системы;
3. Наименование компонента;

4. Краткие характеристики (разработчик, версия, и т.п.);
5. Назначение компонента;
6. Местоположение компонента (физическое размещение);
7. Адресная информация (ip);
8. Год выпуска/ввода в эксплуатацию;
9. Перечень приложений, документов для каждого компонента системы:
  - лицензии и сертификаты (ПО сторонних разработчиков, входящее в состав АСУТП должно поставляться с соответствующими лицензиями);
  - дистрибутивы на мобильных носителях;
  - техническая документация, описания, руководства и инструкции пользователя и др.

В таблице указываются все компоненты, входящие в состав АСУТП, как программные, так и аппаратные (если они входят в состав проекта, также с указанием артикулов, заказных номеров, версий прошивок); также могут указываться существующие и смежные системы заказчика (с пометкой "действующая"), если производилась их доработка/модернизация или интеграция с данной системой.

В документации на ПО АСУТП следует указать сроки гарантии в целом и ее отдельных составных частей, если эти сроки не совпадают со сроками гарантии АСУТП. Уточнить объём, порядок и режим выполнения гарантийных обязательств исполнителем, а также способы решения спорных вопросов. Приложить реестр лицензий приобретаемых программных продуктов с указанием сроков действия лицензий, номеров и типов лицензионных ключей, опций и лицензионных ограничений.

Необходимо указать паспортный, планируемый срок службы, наличие и обязательств разработчиков АСУТП и её компонентов по сопровождению систем, стоимость сопровождения систем на момент ввода в эксплуатацию.

7.4. Не допускается использование средств разработки прикладного ПО, в том случае, если они не являются свободно распространяемыми или не имеются уже у Заказчика. Единственным исключением является передача лицензированной копии полного комплекта ПО средств разработки совместно с разработанным прикладным ПО.

Средства разработки ПО должны согласовываться АО "Мосводоканал" на этапе проектирования и в случае их замены на аналоги, требуется письменное согласование Заказчика.

В документации указывается полный состав дистрибутива ПО на физическом носителе с приложением соответствующих инструкций по установке, настройке и восстановлению системы из резервных копий.

7.5. В документации АСУТП должна содержаться полная информация о разработчике. В случае выполнения работ субподрядными организациями, указываются реквизиты обеих организаций (генподрядчик и субподрядчики по разработке и внедрению ПО и его компонентов). Указываются:

- Проектировщик (полное название, контактная информация);
- Название, год и номер договора ПИР;
- Шифр и полное название проекта;
- Дата проекта (дата завершения договора ПИР);
- Генподрядчик (полное название, контактная информация);
- Название, год и номер договора;
- Подрядчики по АСУТП (полное название, контактная информация);
- Дата внедрения (дата подписания акта о вводе АСУТП в промышленную эксплуатацию);
- Срок эксплуатации (полный проектный срок эксплуатации АСУТП);
- Дата завершения гарантии (указать гарантийный срок по договору);
- Год последней модернизации (заполняется для паспортов модернизируемых систем после проведения модернизации, обновления паспорта).

Также указываются другие сведения, необходимые для организации взаимодействия в ходе внедрения и эксплуатации АСУТП с разработчиками и подрядными организациями.

Указывается полный перечень эксплуатационной документации, входящей в состав АСУТП: руководств по программированию и настройке систем, инструкций по администрированию, руководств пользователя и ролевых инструкций и т.п.

Для сложных многокомпонентных систем автоматизации данные сводятся в несколько таблиц, разделенных по объектам и по типам систем. Отдельно указываются (даже если они не входят в состав проекта, дается перечисление систем и их краткие характеристики):

- источники сигналов, аппаратные средства контроля и управления, являющиеся источниками сигналов для АСУТП;
- аппаратное обеспечение: контроллеры, модули удаленного ввода/вывода;
- СПУ и АРМ персонала;
- оборудование связи и передачи данных в составе АСУТП;
- смежные системы автоматизации, с которыми проводится интеграция.

Для всех видов оборудования, где это может быть критичным для функционирования АСУТП, указываются технические характеристики и требования



к ним со стороны внедряемой АСУТП (например, требования к каналам связи и протоколам обмена данными).

7.6. В руководстве приводятся официальные, утвержденные заказчиком сведения об уровне доступа к информации АСУТП (с учётом ограничений доступа к персональной или технической информации), соответствующие действующему законодательству РФ. Приводится в табличном виде полная ролевая модель с указанием всех типовых ролей и ограничений для каждой роли (например: Общий, Оператор, Инженер). Указываются сведения о паролях/логинах пользователей и администраторов системы, средствах управления ими, интеграции доступа с общими или специальными сетевыми средствами управления доступом заказчика.

В случае использования интегрированных внешних средств управления доступом указываются информация об интерфейсах и протоколах взаимодействия систем в объёме достаточном для разработки/интеграции этих средств.

## **8. ТРЕБОВАНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ**

Данный раздел описывает стандартные требования АО "Мосводоканал" к составу сигналов контроля и управления, алгоритмам и требованиям к их реализации для наиболее часто встречающихся объектов управления и контроля. Требования описывают минимально необходимые объёмы автоматизации объектов и могут быть дополнены и расширены при реализации конкретных проектов в соответствующих технических заданиях или заданиях на разработку ПО.

### **8.1. Терминология, режимы управления**

На большинстве объектов АО "Мосводоканал" технологическое оборудование, подключаемое к системам автоматизированного управления, предусматривает режим так называемого "**Местного**" управления (управление по месту установки оборудования с отключением внешних цепей управления, идущих от вышестоящих шкафов, систем автоматизированного управления). Данный режим позволяет персоналу обеспечивать работоспособность оборудования при частичном или полном отказе ПЛК шкафов управления, иногда даже при частичном отказе систем электроснабжения (например, при дозировании из резервуара через управляемую задвижку). В отдельных случаях этот режим работы называют также "**Ручным**" управлением. Здесь мы будем использовать термин "**Местное**" управление для всех режимов работы электрифицированного оборудования, реализованных без участия ПЛК АСУТП, а термин "**Ручное**" управление для обозначения не электрифицированного управления, например, изменения положения ЗРА при помощи маховика ручного управления.

"**Местный**" режим работы рассматривается далее в настоящем документе для обеспечения продолжения действия АСУТП с учётом перевода части оборудования в режим такого управления. На ряде объектов допускается не полная автоматизация технических средств, например, ЗРА не задействованных в схеме

автоматизированного управления, состояние которых тем не менее должно учитываться в работе алгоритма управления.

Также иногда используется термины "Ремонт" или "Отключено" для обозначения состояния выводимого из эксплуатации оборудования для проведения профилактического, технического обслуживания, замены или планового ремонта. С точки зрения АСУТП между этими случаями практически нет разницы за исключением того, что оборудование в местном режиме управления может быть передавать соответствующие сигналы о своём состоянии в АСУТП, а состояние "Ремонт" или "Отключено" этого, как правило, не предусматривает. Для простой дискретной задвижки и другого аналогичного оборудования не рекомендуется использовать перевод в состояние "Ремонт". Этот сигнал рекомендуется использоваться только для оборудования, снабженного цифровыми интерфейсами управления и контроля либо в случае отсутствия штатного механизма отключения оборудования с дискретным управлением от цепей управления. При этом рекомендуется сохранять отображение состояния оборудования посредством ПЛК для сигналов контроля.

Во всех инструкциях персонала должно быть оговорено, что категорически не рекомендуется включать, например, насосное оборудование или открывать/закрывать ЗРА, выведенные в режим местного управления при действующем режиме Автоматизированного управления без ясного понимания происходящих процессов, чтобы избежать конфликтов в работе ПО ПЛК. Следует предусматривать отключение Автоматизированного режима работы при недоступности для управления в автоматизированном режиме основного оборудования ТП. При построении алгоритмов автоматизированного управления, состояние переведенного в местный режим работы или отключенного оборудования игнорируется, если не оговорено обратное.

В ряде проектов кнопки управления оборудованием располагаются непосредственно на шкафах управления. Также ключи переключения режимов могут располагаться на шкафах управления и быть общими для группы однотипных устройств либо переводить весь управляемый технологический процесс со всем его оборудованием в режим "Местного" управления.

**ВНИМАНИЕ!** В целях обеспечения безопасной работы персонала, если это возможно (для дискретных сигналов управления), ключ переключения режимов должен обеспечивать физическое прерывание соответствующих цепей управления, сохраняя информационные сигналы, поступающие от объекта управления.

**ВНИМАНИЕ!** Во всех случаях проектирования необходимо обеспечить в системы управления поступление сигнала о переводе экземпляра оборудования в такой режим, то есть ключ выбора режима на местном пульте управления или кнопка переключения на интеллектуальном блоке управления оборудованием должны передавать сигнал о режиме работы оборудования в АСУТП, на соответствующий контроллер. Также должна быть обеспечена максимальная

информация о работе оборудования в этом случае (например, состояние и режим работы ЗРА, состояние насосного оборудования), чтобы обеспечить АСУТП достаточной информацией для продолжения управления технологическим процессом в целом, а оператора необходимыми сведениями о работе оборудования.

Основным для большинства технологических процессов АО "Мосводоканал" является режим "**Автоматизированного**" управления. В этом режиме обеспечивается возможно точное соблюдение технологических режимов, регламентов работы оборудования и функционирования технологического процесса в целом. Все режимы работы, диапазоны регулирования, начальные уставки ТП должны подбираться на стадии пуско-наладочных работ и фиксироваться соответствующими инструкциями и регламентами. Операторы посредством сенсорных панелей управления (устанавливаемых, как правило, на шкафах управления и контроля), а также диспетчеры посредством АРМ АСДКУ могут отслеживать работу оборудования, реагировать на аварийные и предупредительные сообщения, менять в предусмотренных диапазонах уставки, дозы, режимы в соответствии с поступающей информацией и указаниями технологических служб. Режим автоматизированного управления и его человеко-машинный интерфейс управления должны быть реализованы так, чтобы минимизировать действия оператора.

С целью обеспечения операторов объективной информацией АСУТП обязана использовать и предоставлять оператору не только информацию непосредственно по управляемому оборудованию, но также и о состоянии критичных систем, обеспечивающих работу оборудования и самой АСУТП. В первую очередь о системах электроснабжения и связи с объектами и оборудованием, а также о собственном функционировании (ПЛК, модулей ввода/вывода, модулей и активного оборудования связи и т.п.). В частности, для объектов, имеющих резервированные каналы связи обязательно указание что объект перешел и работает на резервном канале связи с формированием соответствующих сигналов состояния и предупредительных сообщений оператору. Для источников бесперебойного питания рекомендуется использовать как минимум сигналы контроля состояния, перехода в режим работы от батарей, регистрацию аварий (разряда батарей, перегрузки, контроля фаз и т.п.) либо более полный набор сигналов, снимаемый посредством цифрового интерфейса. Рекомендуется использовать промышленные варианты соответствующего оборудования, имеющие необходимые выводы или интерфейсы сигнализации и контроля.

Одним из вариантов управления в режиме Автоматизированного управления является режим "**Дистанционного**" управления оборудованием. Данный режим используется в случаях аварий, отказов части оборудования или каналов связи с ним, предназначен прежде всего для управления объектами на которых нет постоянного дежурного персонала. До прибытия аварийной бригады на такой объект, диспетчер может, например, проигнорировать отсутствие части показаний от запорной арматуры (препятствующих включению в работу НА в автоматизированном режиме) и включить насос в работу дистанционно. Следует отличать режим дистанционного управления от

предусмотренных алгоритмом работы ПЛК действий оператора по смене режима управления, например, когда при отсутствии сигнала от контрольной точки давления в городе, перекачивающая насосная станция автоматически переводится ПЛК в режим работы от давления на коллекторе, но оператор может вмешаться и перевести насосы в режим работы с заданной частотой.

Режим дистанционного управления включается с СПУ шкафа управления на объекте или с мнемосхемы АСДКУ на АРМ диспетчера в зависимости от места расположения ответственного персонала. АСУТП должна предусматривать механизм блокирования работы от АРМ АСДКУ в случае, если на местной панели сенсорного управления выбран дистанционный режим управления. В один момент времени должно быть обеспечено управление только с одного органа управления либо с СПК либо с АРМ. Местный персонал имеет приоритет в управлении объектом, если прямо не определено обратное заданием на разработку. В случаях реализации на объектах интерфейса АСДКУ SCADA, приоритет также отдаётся местному АРМ управления, о чём соответствующий сигнал должен поступать в вышестоящую АСДКУ SCADA. При включении Дистанционного управления на СПК или местном АРМ в вышестоящую АСДКУ подаётся сигнал, блокирующие перевод управления в Дистанционный режим для вышестоящего АРМ.

Режим дистанционного управления может предусматривать включение для конкретного экземпляра оборудования либо перевод всего объекта/процесса в целом под прямое управление персоналом. В первом случае АСУТП продолжает работу, как если бы управляемое оборудование было переведено в режим местного управления (учитывая его состояние, при наличии сигналов контроля). Во втором случае исполнение программы ПЛК полностью приостанавливается, никакие команды и действия контроллер предпринимать не будет, он должен обеспечивать исключительно выполнение команд оператора по прямому управлению оборудованием. В данном случае уместно употреблять термин "**Частичного**" или "**Полного**" Дистанционного управления технологическим процессом.

## **8.2. Сенсорные панели управления. Общие требования**

Для управления технологическими процессами в АО "Мосводоканал" применяются сенсорные панели управления, чаще всего размерами от 7" до 15" (в зависимости от сложности объекта и количества отображаемых на СПУ сигналов и единиц оборудования: 7" – один насос, 10"/12" – КНС или ПНС, до 15" – крупная насосная или очистные сооружения). Небольшой размер и разрешение в сравнении с экранами HMI SCADA накладывает ряд требований и ограничений к отображаемым на СПУ мнемосхемам контроля и управления.

Общий фон экранных форм отображать серым цветом, цветовую гамму, а также внешний вид типовых элементов привести в соответствие с "Правилами разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал".

Количество мнемосхем свести к минимуму, исходя из размера панелей отображения и удобства контроля оператором. При необходимости отображения нескольких мнемосхем, реализовать последовательную циклическую прокрутку их на одном экране стрелками по сторонам от центра или правом верхнем углу формы. Допускается не отображать либо отображать минимально на мнемосхеме элементы и устройства схемы комплекса технических средств не задействованные в системе управления и контроля и не обязательные для понимания функционирования процесса оператором (например, дублирующие ЗРА с ручным управлением или части трубопроводной схемы, используемой для обслуживания/промывки в ручном/местном режиме управления).

Также в правом углу формы предусмотреть кнопку "**Пароль**" для ввода пароля, определяющего ограничения, права действия персонала. Всего должно быть реализованы три уровня доступа: **Общий, Оператор и Инженер**. В общем доступе для всех пользователей без ввода пароля должны быть доступны все формы/мнемосхемы состояния технологических процессов, а также форма просмотра аварийных и технологических сообщений, графиков-трендов параметров ТП. Диалоги управления и возможность изменения уставок ТП в предусмотренных регламентами и инструкциями рамках должны быть доступны только оператору. Функции изменения режимов работы, характеристик оборудования, диапазонов, типов приборов и т.п. должны быть доступны только инженеру. Ввод пароля должен осуществляться в соответствующем диалоге. Факт и время ввода пароля должны фиксироваться системой. В диалоге ввода пароля также должна быть предусмотрена кнопка быстрого (без подтверждения) сброса режимов оператора и инженера с переходом системы в Общий режим. Может использоваться также сброс режимов оператора и инженера по заданному времени (как правило 10..30 минут).

Допускается иерархическое отображение объектов для объёмных мнемосхем, не уместяющихся на сенсорной панели управления. В этом случае должна быть сделана одна общая мнемосхема с указанием наиболее критичных параметров работы отдельных экземпляров оборудования либо целых технологических процессов и ряд второстепенных, детализирующих работу отдельных технологических процессов либо комплектов оборудования. На общей мнемосхеме должна быть выведена аварийная сигнализация. Допускается вывод нескольких сообщений сигнализации с переходом в отдельное меню аварийных и технологических сообщений. Допускается не более трёх уровней вложенности мнемосхем, детализирующих работу ТП (без учёта раскрывающихся диалогов управления и контроля).

Рекомендуется с общей мнемосхемы, раскрывающей основные характеристики ТП и состояние оборудования, использовать вызов второстепенных мнемосхем отдельных технологических процессов либо экземпляров оборудования/промышленных установок, для которых, в свою очередь доступны диалоги настроек и управления.

В меню работы с авариями должны быть предусмотрена фильтрация сообщений (аварийные и/или технологические), квитирование (подтверждение

оператором) аварийных сообщений, просмотр истории сообщений за период, определяемый заданием на разработку, но не менее трёх суток. По согласованию с ответственными представителями АО "Мосводоканал" может предусматриваться кнопка общего квитирования – единовременного подтверждения просмотра всех аварий оператором.

В верхнем левом углу экрана предусмотреть кнопки прямого перехода к выбранной схеме (гидравлическая, электрическая, текущие аварии, настройки и т.п.). В случае большого количества мнемосхем использовать раскрывающееся меню для выбора нужной схемы.

В центре верхней панели формы отобразить название экранной формы.

Все интерактивные кнопки управления, активируемые нажатием пальца по экрану, выполнять квадратными либо прямоугольными не менее 1x1 см (1 см<sup>2</sup>) площадью, для удобства оператора. Кнопки выделять рамкой, легко различаемой оператором. Допускается совмещать кнопку вызова меню управления/информирования по объекту с отображением объекта на мнемосхеме, но в этом случае должно быть реализовано видимое различие между отображением объектов доступных для управления и прочих аналогичных. Не допускается слишком плотное расположение кнопок, чтобы исключить случайное нажатие соседней кнопки оператором.

Диалоги ввода и настройки параметров управления выводить отдельным окном, в отдельном диалоге, чтобы исключить случайное изменение параметров оператором. Вызов управляющего диалога осуществлять с основной формы кнопкой с поясняющей надписью, расположенной на кнопке, либо рядом с ней. С целью исключения не корректного ввода параметров, предусмотреть в диалогах интерактивные кнопки изменения значений параметров. Шаг изменения параметров, а также допустимые пределы изменения уставок (в свою очередь, отображаемые и изменяемые на отдельном экране) согласовать с ответственными представителями АО "Мосводоканал". Доступ к изменению технологических параметров управления защитить паролем, без ввода пароля не разрешать изменение параметров. В нижней части диалогов использовать кнопки "Отменить" и "Сохранить" для подтверждения сделанных изменений параметров при выходе из диалога управления. В случаях изменения критичных параметров технологического процесса допускается применение двойного подтверждения действий оператора ("Вы действительно хотите изменить параметр ###?").

При наличии достаточного места на мнемосхемах может отображаться "легенда" – обозначений использованных элементов мнемосхемы с расшифровкой их функционального назначения и состояния. При недостатке места, пояснения выполняются на отдельном экране/диалоге, вызываемом по кнопке помощи.

Подробное описание всех мнемосхем, а также расшифровка всех возможных действий оператора и инженера должны быть детально описаны в руководстве пользователя. Общие требования к составу и содержанию руководства изложены

в "Требованиях к руководству пользователя АСУ ТП" и "Требованиях к оформлению технической документации автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал".

Поскольку большинство используемых СПУ в отличие от ПЛК не допускают загрузки в СПУ исходного кода проекта, а требуют загрузки скомпилированного исполняемого кода программы, исходный проект в формате среды разработки должен быть полностью передан АО "Мосводоканал" на этапе подготовки приемо-сдаточных испытаний, а также по их завершению, если в программы были внесены изменения по выявленным в ходе испытаний недоработкам. Необходимо передавать исходные коды/проекты оформленные должным образом вне зависимости от возможностей СПУ, а если панель имеет возможность хранения файлов исходного проекта, то необходимо устанавливать опцию чтобы при заливке ППО, проект копировался в память СПУ.

### 8.3. Управление Задвижкой (вентиль, клапан, поворотный-дисковый затвор)

Задвижка – устройство, предназначенное для открытия, закрытия или регулирования потока при наступлении определённых условий. Обозначения в чертежах, схемах и на мнемосхеме отражают назначение (действие), способ работы устройств и наружные соединения. Обозначения не показывают фактическую конструкцию устройства. Размеры условных обозначений стандарт не устанавливает. Размеры в чертежах, схемах, SCADA – приложениях принимать без соблюдения масштаба.

Рассмотрим сначала простейшую программу управления запорной арматурой (задвижкой, поворотным-дисковым затвором и т.п.) с электроприводом и дискретными физическими сигналами контроля и управления либо цифровым интерфейсом управления. Здесь и далее мы подразумеваем под управлением задвижкой воздействие на электропривод ЗРА посредством встроенных (в случае интеллектуального электропривода) либо внешних устройств контроля и управления (концевиков, пускателей и др.).

#### 8.3.1. Сигналы контроля и управления

Состояние такой задвижки описывается следующим комплектом сигналов и команд управления:

Таблица 1

Физический интерфейс дискретной задвижки	
Входы задвижки – команды управления	Примечания
Открыть*	Управляющие входы настраиваем на режим работы в соответствии с сигналами управления (в различных случаях это могут быть, например, сигналы: 0/24В DC, 0/220В AC или цифровые команды управления по интерфейсу связи с интеллектуальным устройством)
Закрыть*	

<b>Физический интерфейс дискретной задвижки</b>	
<b>Входы задвижки – команды управления</b>	<b>Примечания</b>
Стоп	Останавливает электропривод задвижки, если входы Открыть и Закрыть настроены на импульсный режим работы от однократной команды управления ("схема с подхватом сигнала"). Используется, как правило, для ЗРА с регулированием положения
Задание положения	Применяется для ЗРА с цифровым/интеллектуальным блоком управления для задания процента открытия либо угла поворота, на который должна быть открыта ЗРА. Для простых ЗРА с дискретным управлением положением ЗРА при наличии соответствующих датчиков положения либо результата открытия может управлять непосредственно ПЛК при помощи стандартных вышеперечисленных команд управления
<b>Выходы задвижки – индикаторы состояния</b>	<b>Примечания</b>
Открыто*	Нормально-открытые контакты концевых выключателей положения ЗРА
Закрыто*	
Авария*	Сигнал неисправности задвижки, сводный сигнал аварии (может формироваться на основе нескольких сигналов при наличии более одного сигнала об аварии). Например: Авария. Момент открытия; Авария. Момент закрытия; Авария. Тепловая защита; Авария. Потеря фазы; Авария. Внутренняя ошибка БУ, и так далее. Допустимо также использовать один общий сигнал аварии ЗРА и код конкретной аварии (см. ниже M2), который требует расшифровки в таблице сигналов АСДКУ (SCADA) с целью формирования более информативных сообщений об аварии устройству оператору/диспетчеру
Режим*	Режим "Местный". Управление задвижкой по месту с встроенного или внешнего пульта. Сигнал о переводе (электропривода) задвижки в режим "Местного" управления при котором внешнее управление (автоматическое, дистанционное) невозможно
<b>Дополнительные (возможные) выходы и входы</b>	<b>Примечания</b>
M1, Положение	Многофункциональные выходы, например, при наличии механизма контроля положения, указание положения (процента открытия или угла поворота) задвижки (аналоговый 4-20 мА, 0..100%). Также может быть добавлен сигнал кода аварии или другие сведения о состоянии ЗРА, предусмотренные для блоков управления интеллектуальных электроприводов
M2, Код аварии, ...	
Контроль аварии (Trip)	Команда, которая переводит задвижку в безопасное состояние, которое выбирается с помощью настроек. ЗРА таким образом может быть установлена в открытое либо закрытое состояние в случае аварии: 0 - при поступлении сигнала FALSE на этот вход задвижка переходит в безопасное состояние
Безопасное состояние (Safety)	Команда выбора безопасного состояния задвижки: 1 - безопасное состояние задвижки = Открыто 0 - безопасное состояние задвижки = Закрыто

\*Сигналы со звездочкой обязательно войдут в интерфейс ПЛК.



**ВНИМАНИЕ!** В АО "Мосводоканал" требуется предусматривать конструктивно на шкафах управления физическое размыкание цепи управления, не позволяющее передавать какие-либо сигналы на подключенное оборудование. Этот механизм реализуется как правило штатным поворотным переключателем режима управления в состояние "0" либо нажимным переключателем типа "Грибок" в состояние "0" ("Отключено"). После чего по правилам безопасности требуется разместить на переключателе транспарант "Не включать! Работают люди." До завершения ремонтных работ с оборудованием. То есть, используется трёхпозиционный переключатель режима ("0" <math>\diamond</math> "МУ" <math>\diamond</math> "АУ") либо двухпозиционный переключатель ("МУ" <math>\diamond</math> "АУ") с отдельной кнопкой отключения ("0").

**ВНИМАНИЕ!** В АО "Мосводоканал" требуется предусматривать фиксированное состояние выходов ПЛК: "нормально открытые" или "нормально закрытые" для дискретных сигналов, заданные "по умолчанию" для аналоговых сигналов с целью предотвращения произвольного срабатывания/включения/выключения оборудования при использовании прямого управления на случай аварийного отключения оборудования. Для сложных технологических объектов/систем, имеющих несколько состояний должна быть предусмотрена либо процедура начальной инициализации, переводящая объект в безопасное состояние при старте ПЛК из неизвестного состояния либо запоминание в стабильной памяти контроллера последнего заданного состояния (например, заданной дозы реагента) с восстановлением параметров при старте контроллера из остановленного состояния.

Для простой запорной арматуры с дискретными сигналами контроля и управления входы ПЛК физически связаны с выходами (концевиками, сигналом аварии) задвижки для получения информации о состоянии задвижки), а выходы ПЛК физически связаны с входами задвижки (пускателями) для управления состоянием задвижки.

В контроллере наличествуют в обязательном порядке следующие сигналы контроля и управления для всех типов ЗРА: Дискретные входы – состояния: Открыто, Закрыто, Авария, Режим и Дискретные выходы – команды управления: Открыть, Закрыть, Стоп.

Для обеспечения работы сенсорной панели управления и контроля во всех режимах управления (автоматический, дистанционный) в ПЛК/СПУ формируются следующие сигналы:

Таблица 2

Переменные ПЛК и Графический интерфейс СПУ/НМД задвижки	
Входы/выходы	Описание
<b>Программные кнопки</b>	
Автоматический режим	Задвижка управляется автоматически программой ПЛК – переводит задвижку из дистанционного в автоматический режим работы. <b>Примечание:</b> Подразумевается использование одного сигнала: 1 - Автоматический режим 0 - Дистанционный режим

<b>Переменные ПЛК и Графический интерфейс СПУ/НМИ задвижки</b>	
<b>Входы/выходы</b>	<b>Описание</b>
Дистанционный режим	Задвижкой управляет оператор через НМИ либо АРМ SCADA – переводит задвижку из автоматического в дистанционный режим работы <b>Примечание:</b> см. выше
Открыть	Задвижка открывается при нажатии на кнопку
Закрыть	Задвижка закрывается при нажатии на кнопку
Стоп	Движение задвижки прекращается (применяется в случае необходимости для регулируемых задвижек)
Сброс аварии	Сброс ошибки "Превышено время хода", а также прочих аварий <b>Примечание:</b> сброс "Аварии концевых выключателей" не возможен без физического устранения проблемы, а в случае её устранения авария должна быть сброшена автоматически. <b>Примечание:</b> при переводе задвижки, находящейся в состоянии аварии в режим "Местного" управления, после возвращения её в режим "Автоматического" управления рекомендуется выполнить автоматический сброс всех аварий (предполагается, что произведены диагностика и ремонт)
Закрыть диалог управления	Закрывает диалог дистанционного управления задвижкой
<b>Уставки</b>	
Время полного хода задвижки	Время ожидания сигнала от концевика ("открыто" или "закрыто"), при подаче команды "Открыть" или "Закрыть". Рекомендуется проверять паспортное значение в ходе пуско-наладки как на открытие, так и на закрытие, устанавливая полученное время с требуемой точностью. Значение также должно быть доступно для изменения через меню управления ЗРА
Время схода с концевика задвижки	Время схода с концевика ("закрыто" или "открыто"), при подаче команды "Открыть" или "Закрыть". Значение также должно быть доступно для изменения через меню управления ЗРА
<b>Индикаторы состояния</b>	
"Местный" режим управления	Выбирается с помощью переключателя режимов на самой задвижке либо пульте, либо шкафу управления ЗРА. В "Местном" режиме задвижкой управляет оператор с помощью кнопок Открыть-Закрыть на самой задвижке, автоматическое и дистанционное управление от ПЛК и СПУ/НМИ недоступно
Среднее положение задвижки	Не сработал ни один конечный выключатель задвижки
Положение задвижки %	Положение задвижки в %
Задвижка открывается	Подана команда на открытие, концевой выключатель открыто разомкнут, не превышено время хода задвижки
Задвижка закрывается	Подана команда на закрытие, концевой выключатель закрыто разомкнут, не превышено время хода задвижки
Задвижка открыта	Концевой выключатель открыто замкнут
Задвижка закрыта	Концевой выключатель закрыто замкнут
Авария Превышено время хода задвижки	Время открытия или закрытия задвижки превысило уставку времени хода
Авария Задвижка не сошла с концевика	Время схода с концевого выключателя превысило уставку времени схода с концевика
Авария концевых выключателей	Одновременно сработали оба концевых выключателя

<b>Переменные ПЛК и Графический интерфейс СПУ/НМІ задвижки</b>	
<b>Входы/выходы</b>	<b>Описание</b>
Авария Нет связи с задвижкой	Неопределенное состояние, какие-либо сигналы от ЗРА не поступают либо связь с блоком управления интеллектуальной задвижкой нарушена, нет отклика
Аварии 1..#	Используется сводный сигнал аварии без расшифровки либо добавляется при наличии соответствующих сигналов от блока управления (БУ) ЗРА, например: Авария Момент открытия; Авария Момент закрытия; Авария Тепловая защита; Авария Потеря фазы; Авария Внутренняя ошибка БУ. Дополнительные аварии могут передаваться отдельным кодом или "словом" аварии, формируемым из нескольких аварий и расшифровываемым из битовой маски слова аварии АСДКУ (SCADA) для формирования детальных сообщений об аварии оператору/диспетчеру и регистрации истории аварийных сообщений

Входы графического интерфейса СПУ/НМІ получают информацию о состоянии с выходов программного блока управления задвижкой через ПЛК, а выходы НМІ управляют задвижкой через входы программного блока ПЛК.

Для отображения задвижки на СПУ/НМІ должны применяться стандартные цветовые и графические решения, более подробно описанные в разделе 5 "Построение человеко-машинного интерфейса" "Правил разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал". Цветовая кодировка основных состояний ЗРА на мнемосхеме графического интерфейса СПУ/НМІ для действующей АСДКУ АО "Мосводоканал" приведена в таблице:

Таблица 3

<b>Состояние задвижки</b>	<b>Образцы цветового отображения</b>
Закрыта	
В промежуточном положении	 или 
Открыта	 или 
Закрывается. Мелькает зеленый или черный треугольник, направленный вниз с частотой 0,5-1 Гц	 или 
Открывается. Мелькает зеленый или черный треугольник, направленный вверх с частотой 0,5-1 Гц	 или 
Авария на закрытие	
Авария на открытие	
Общая авария (любая) или неготовность к работе. Отсутствие связи по интерфейсу.	

### 8.3.2. Буквенно-цифровые обозначения

Для обозначения задвижки на СПУ/НМИ должны применяться стандартные обозначения, определенные в соответствии с Требованиями к оформлению технической документации автоматизированной системы управления технологическими процессами АО "Мосводоканал".

При изображении оборудования на схеме буквенно-цифровые или цифровые обозначения указывают одним из следующих способов:

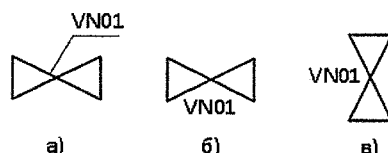


Рисунок 1. Обозначения ЗРА на мнемосхемах управления

- на полках линий выносок при большой плотности рисунка (а);
- снизу или сверху изображения (б);
- слева или справа от изображения (в).

Обозначения режимов работы указывают следующим способом:

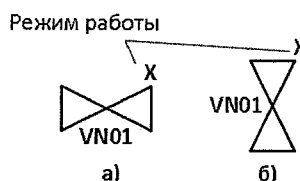


Рисунок 2. Обозначения режимов работы ЗРА на мнемосхемах управления

Буквы, обозначающие режим, определяются в соответствии с требованиями "Правил разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал".

Буква "А" или "Д" (Автоматическое/Дистанционное) рядом с изображением задвижки означает что ключ управления на задвижке повернут в положение удаленного внешнего управления (Remote). В этом режиме доступно управление с ПЛК, а при выборе оператором Дистанционного режима на СПУ или АРМ, кнопками с сенсорной панели управления или мнемосхемы компьютера.

Буква "М" рядом с изображением задвижки означает что ключ управления на пульте или самой задвижке повернут в положение Местного управления (Local). Управление от ПЛК СПУ или от АРМ недоступно.

Для задвижек, имеющих индикатор положения рядом с изображением задвижки отображается индикатор её положения. Цифра указывает степень открытия задвижки в процентах: "0%" - полностью закрыта, "100 %" - полностью открыта.

В руководстве оператора должна быть приведена расшифровка всех обозначений на СПУ/НМИ.

#### 8.3.4. Управление задвижкой

Задвижка управляется с местного пульта ("Местный" режим) или от ПЛК ("Автоматический" режим). Если оператор переводит переключатель режима работы на местном шкафу/пульте управления в положение "Автоматический режим", то диспетчер АРМ может выбрать с помощью СПУ/НМІ один из двух режимов управления задвижкой: дистанционный или автоматический.

"Местный" режим выбирается непосредственно на пульте управления задвижкой по месту её установки либо соответствующим переключателем на контроллерном шкафу управления. В зависимости от реализации ключ может переводить в режим ручного управления отдельный экземпляр оборудования (например, насос) либо весь комплект оборудования, подключаемый к данному шкафу управления.

В дистанционном режиме задвижка управляется оператором с помощью программных кнопок на мнемосхеме СПУ/НМІ, в автоматическом режиме задвижка управляется программой ПЛК и управление со стороны СПУ/НМІ невозможно.

Если в автоматическом режиме задвижка открывается или закрывается дольше времени, заданного уставкой "Время полного хода задвижки", то выдаётся предупредительное сообщение "Превышено время хода задвижки".

Если одновременно сработали оба концевых выключателя, то выдаётся аварийное сообщение "Авария концевых выключателей".

Прочие особенности управления Задвижкой определяются проектом или заданием на разработку ПО.

В общем виде алгоритмы управления ЗРА определяются блок-схемой:

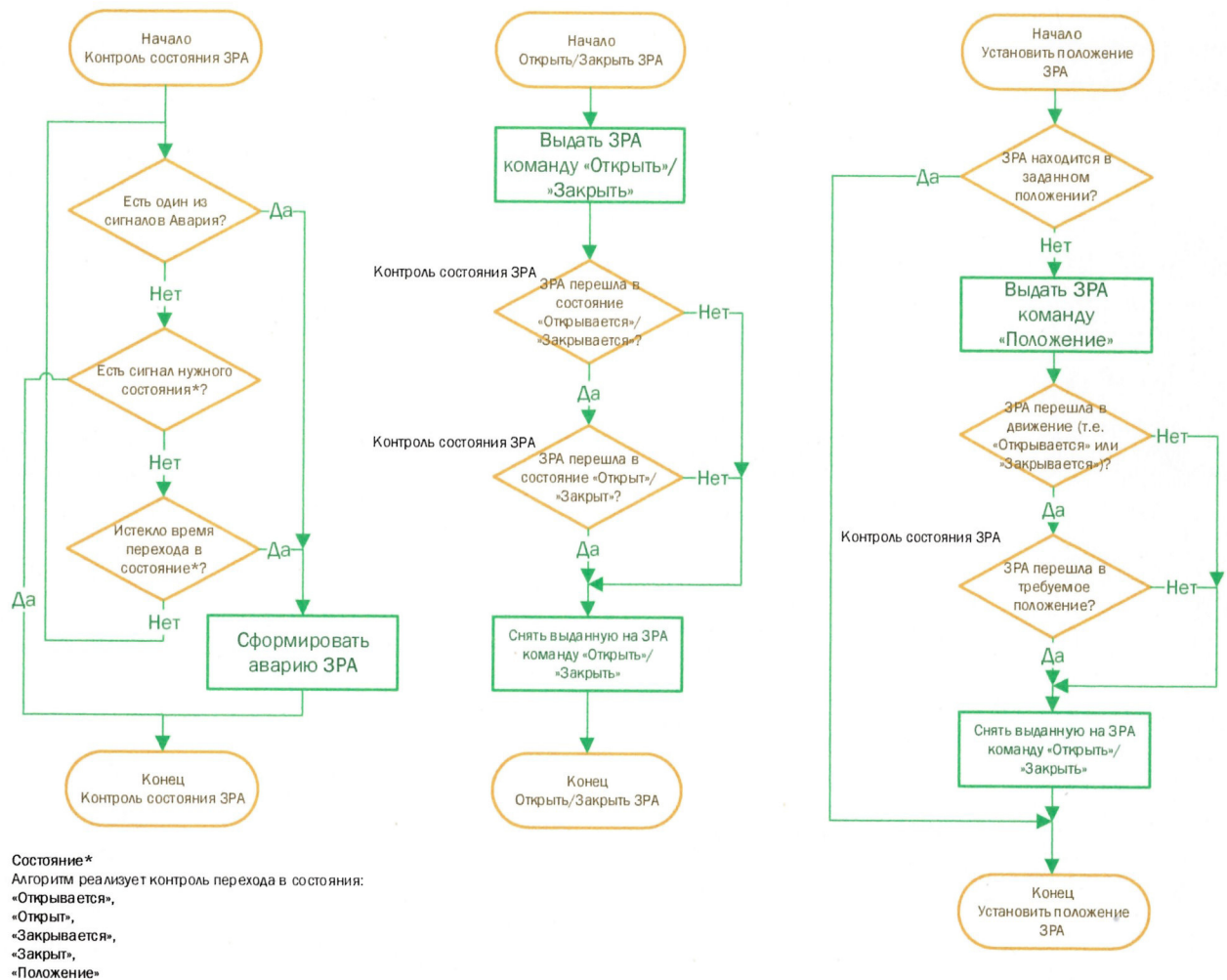


Рисунок 3. Типовая блок-схема управления ЗРА

Здесь подразумевается, что сигнал Режима при положении в Местном управлении рассматривается как один из сигналов аварии при анализе контроля состояния ЗРА, препятствующей управлению ЗРА от контроллера либо оператором.

**ВНИМАНИЕ!** Ключ режима в зависимости от конструкции электропривода ЗРА может быть реализован различными способами, здесь рассматривается общий случай. Сам сигнал Местного режима управления ЗРА может в АСУТП восприниматься либо как информационный предупредительный сигнал для отображения на мнемосхеме в случае, если данная ЗРА не участвует в алгоритме управления либо не препятствует его нормальной работе (например, открыта в Местном режиме ЗРА на выходе насоса после обратного клапана – работа насоса возможна) либо как аварийный сигнал (например, если через данную ЗРА осуществляется управление дозированием или подачей воды на фильтр – работа АСУТП не возможна при Местном режиме ЗРА).

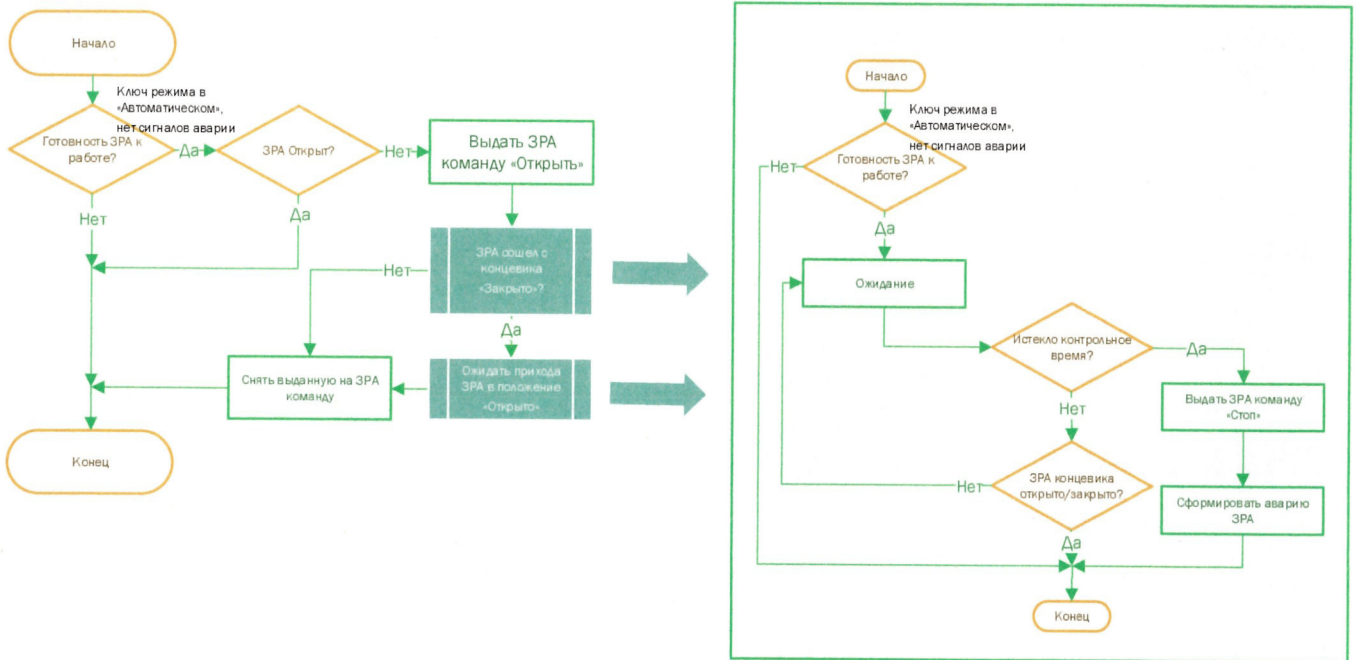


Рисунок 4. Вариант блок-схемы управления ЗРА

### 8.3.5. Диалоги управления ЗРА

В общем случае диалог – мнемосхема дистанционного управления задвижкой на СПУ/НМИ будет иметь следующий вид (эскизный чертеж):

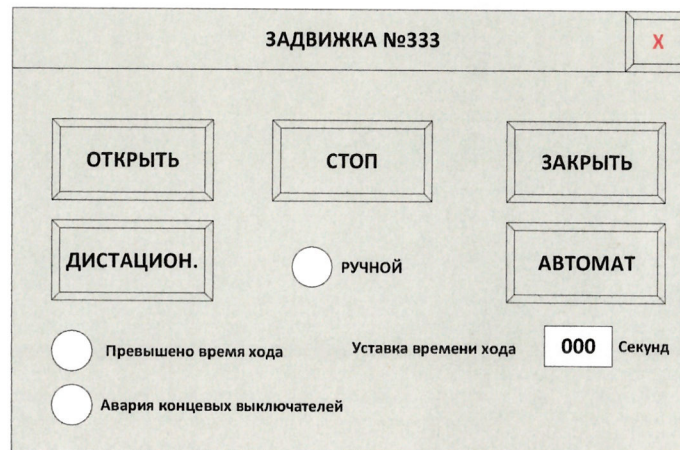


Рисунок 5. Эскиз типового диалога управления ЗРА

Примеры, варианты диалогов управления ЗРА приведены на рисунках:

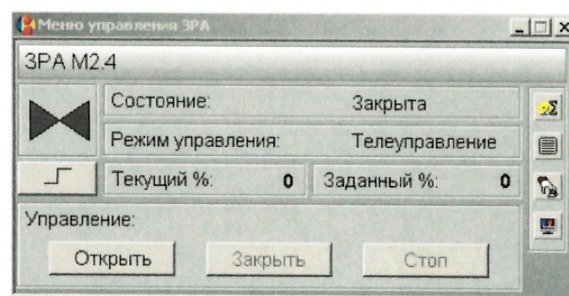


Рисунок 6. Пример диалога управления ЗРА

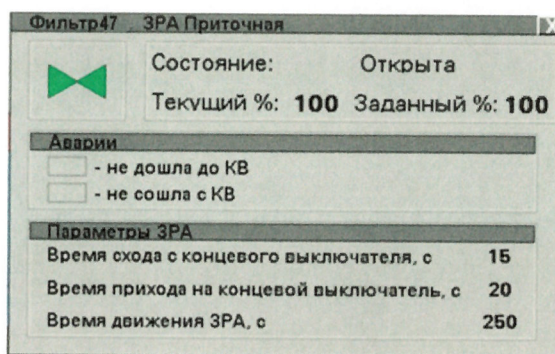


Рисунок 7. Пример диалога управления ЗРА

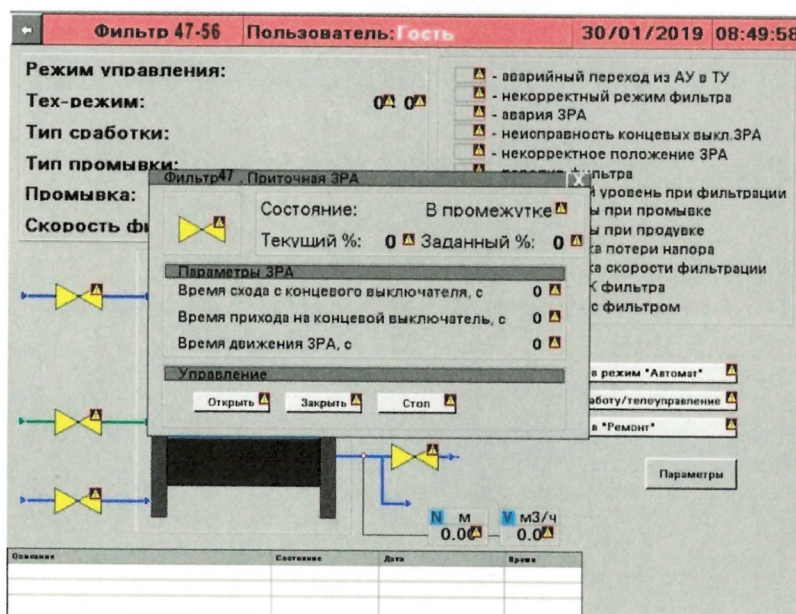


Рисунок 8. Пример диалога управления ЗРА

Для избегания случайного загромождения интерфейса оператора, диалог управления ЗРА может быть настроен на появление, например, только при положении переключателя режима в состоянии "Автоматический" и выборе режима управления "Дистанционный", в противном случае диалог не должен открываться для оператора с формированием соответствующего разового краткосрочного (до 3х секунд) цветового (подсветкой кнопки переключения необходимого режима) и/или звукового сигнала.

**ВНИМАНИЕ!** Для более сложного оборудования допускается открытие диалога управления в том случае, если диалог несёт дополнительную информацию, не отображаемую на основной мнемосхеме контроля СПУ/НМІ, либо если кнопка переключения в дистанционный режим управления содержится только в самом диалоге. В этом случае диалог отображается с частично заблокированными кнопками управления до момента перевода в режим дистанционного управления.

Данный диалог должен разрабатываться как универсальный и применяться для управления всех ЗРА посредством вызова с соответствующим набором параметров для каждого конкретного случая. Номер и наименование ЗРА в соответствии



с системой классификации и кодирования оборудования АО "Мосводоканал" должен отображаться в заголовке диалога.

Подсветка соответствующих режимов/состояний задвижки должна отображаться в соответствии с вышеприведенной цветовой кодировкой на индикаторах либо кнопках управления в диалоге.

Установка времени хода задвижки не относится к параметрам оператора и должна отображаться только для инженера при вводе соответствующего пароля. Допускается задание параметров оборудования либо в аналогичном диалоге управления, либо в сводной таблице параметров. Для корректного изменения инженерных величин, уставок должны применяться ограничения =- минимально и максимально возможная величина, а также кнопки увеличения/уменьшения или ползунковые индикаторы задания текущей величины либо корректные шаблоны форматирования непосредственно в поле ввода, исключая ошибку оператора (типа пропущенной запятой либо лишней нажатой цифры).

## **8.4. Приборы контроля**

### **8.4.1. Аналоговые приборы и датчики**

Аналоговый измерительный датчик или прибор применяется в системах непрерывного измерения и регулирования. Принцип действия таких датчиков и приборов состоит в том, что при изменении параметра происходит соответствующее изменение его выходного сигнала. Как правило, в зависимости от первичного параметра (расхода, уровня, давления, температуры, концентрации определенного вещества и тому подобного) прибор формирует выходное значение в диапазоне 4..20 мА (0..20 мА; 0..5 В; 0..10 В), принимаемое аналого-цифровым преобразователем модуля ввода аналоговых сигналов ПЛК.

Отображение показаний приборов и датчиков на мнемосхемах выполнять в соответствии с Правилами разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал".

Обозначения и сокращения, названия, инженерные единицы также должны быть выбраны в соответствии с соответствующими правилами, приведенными в Правилах разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал" (либо согласованы ответственным представителем Заказчика, для отображения показаний физических величин, отсутствующих в утвержденных правилах). Для построения графического интерфейса (СПУ/НМІ) управления аналоговым датчиком/прибором требуются нижеследующие переменные:

Таблица 4

Входы	Цвет, анимация	Описание
<b>Измерения</b>		
Инженерное значение показаний датчика/прибора		CV – инженерное значение – показания датчика в инженерных единицах контроллера (то есть в диапазоне от -32768 до 32767 для 16 бит АЦП модуля ввода/вывода ПЛК)
<b>Программные кнопки</b>		
НН	Зелёный фон, если уставка активирована	Активировать уставку НН (верхнее аварийное значение) Здесь и далее в таблице отсутствие активации означает, что соответствующее аварийное сообщение не будет показываться на экране НМІ оператору, но не означает, что оно не будет учитываться прикладной программой управления ТП контроллера
Н		Активировать уставку Н (верхнее предупредительное значение)
L		Активировать уставку L (нижнее предупредительное значение)
LL		Активировать уставку LL (нижнее аварийное значение)
Ремонт	Зелёный фон, если режим активен	В режиме "Ремонт" подавляются все аварийные и предупредительные сообщения от датчика/прибора и запрещается использование его показаний для управления в программе контроллера
Заккрыть		Кнопка для закрытия диалога управления датчиком/прибором
<b>Уставки (рекомендуется отображать на НМІ в выбранных физических единицах для удобства оператора)</b>		
НН	Белый фон, если уставка активирована. Серый фон - если не активирована	Заданное верхнее аварийное значение
Н		Заданное верхнее предупредительное значение
L		Заданное нижнее предупредительное значение
LL		Заданное нижнее аварийное значение
ЕНІ (Max)	Белый фон	Верхняя граница шкалы измерений датчика/прибора
ЕЛО (Min)		Нижняя граница шкалы измерений датчика/прибора
Превышение		Граница Overshoot Min – выхода показаний за верхнюю границу диапазона измерений
Занижение		Граница Undershoot Max– выхода показаний за нижнюю границу диапазона измерений
<b>Выходы</b>	<b>Цвет, анимация</b>	<b>Описание</b>
<b>Текстовые поля</b>		
Имя датчика		Например, <b>T01</b> или <b>F01</b> в соответствии с требованиями "Правил разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал"
Физические единицы		Например, <b>°С</b> или <b>м<sup>3</sup>/час</b>

Выходы	Цвет, анимация	Описание
<b>Текстовые поля</b>		
<b>Поля вывода</b>		
Показания датчика/прибора		FCV – показания датчика, приведенные в выбранных физических единицах, рассчитываемые из инженерного значения, принятого АЦП контроллера
Ток датчика/прибора		Рассчитанное значение тока (мА) датчика/прибора. Для приборов с цифровым выходом, может не использоваться. Используется для удобства наладки и диагностики оборудования
<b>Предупредительные сообщения</b>		
Превышение (Зашкал)	Красный	Overflow (max CV = 32767)* сообщение о равенстве показаний верхней границе диапазона измерений ПЛК
Занижение (Обрыв)		Underflow (min CV = -32768)* сообщение о равенстве показаний нижней границе диапазона измерений ПЛК
Выход за верхний порог Н	Жёлтый	CV ≥ Н предупреждение о приближении к установленной верхней границе измерений
Выход за нижний порог L		CV ≤ L предупреждение о приближении к установленной нижней границе измерений
Выход за верхнюю границу диапазона достоверных измерений		Overshoot range (27649 ≤ CV ≤ 32511)* "Перелёт" сообщение о превышении показаний за верхний предел диапазона измерений (показания более 20 мА), авария датчика, показания не достоверны
Выход за нижнюю границу диапазона достоверных измерений		Undershoot range (-4864 ≤ CV ≤ -1)* "Недолёт" сообщение о занижении показаний за нижний предел диапазона измерений (показания менее 4 мА), авария датчика, показания не достоверны
<b>Аварийные сообщения</b>		
Выход за верхний порог НН	Красный	CV ≥ НН авария – выход за установленную верхнюю границу измерений
Выход за нижний порог LL		CV ≤ LL авария – выход за установленную нижнюю границу измерений
Столбиковая диаграмма (Bar) **	Fill – серый, фон - белый	Используется для наглядности отображения показаний прибора/датчика в физических единицах, может также содержать установленные аварийные и предупредительные уставки LL, L, Н, НН

\*Цифры в зависимости от диапазона сигнала датчика/прибора и от программной реализации ПЛК могут меняться (для 16 битного АЦП модуля ввода/вывода ПЛК это диапазон от -32768 до 32767, а для 12 битного АЦП соответственно: -2048..2047). Например, для контроллеров Сименс открываем руководство и находим, как аналоговый входной сигнал 4-20мА численно представляется в контроллере:

Таблица 5

Values		Current measuring range		
dec	hex	0 mA to 20 mA	4 mA to 20 mA	
32767	7FFF	>23.52 mA	>22.81 mA	Overflow
32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overshoot range
27649	6C01			
27648	6C00	20 mA	20 mA	Rated range
20736	5100	15 mA	16 mA	
1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	
0	0	0 mA	4 mA	
-1	FFFF			Undershoot range
-4864	ED00	-3.52 mA	1.185 mA	
-32768	8000	<- 3.52 mA	< 1.185 mA	Underflow

Видим, что при изменении тока от 4 до 20 мА, численное представление аналогового сигнала изменяется от 0 до 27648, а при изменении тока от 1,185 мА до 22,81 мА, численное представление аналогового сигнала изменяется от -4864 до 32511.

Из-за возможных ошибок округления при переводе в физические единицы программа ПЛК использует инженерные значения CV, получаемые от модуля АЦП непосредственно. Физическое значение FCV в установленных единицах измерения используется только для представления цифры оператору и записи истории технологического процесса.

\*\*Диаграмма не обязательный элемент отображения, тип и размеры диаграммы могут выбираться исходя из прикладных задач конкретного объекта, в целом она служит лишь для более удобного чем простая цифра восприятия показаний оператором ЧМИ.

#### 8.4.2. Типовой диалог управления прибором

С указанной схемой диалог управления датчиком/прибором может выглядеть следующим образом:

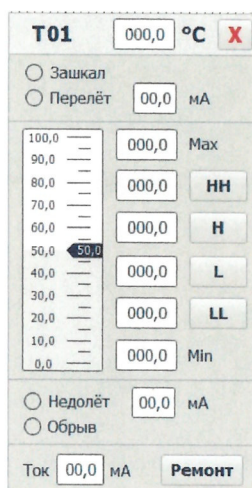


Рисунок 9. Типовой диалог управления датчиком/прибором

Вышеприведенный набор параметров и диалог управления являются базовыми, принятыми для разработки соответствующих прикладных программ в АО "Мосводоканал" для большинства приборов и датчиков с аналоговым выходом, определяющих параметры технологических процессов. Допускается расширение указанных требований в зависимости от задач управления и применяемого оборудования.

**ВНИМАНИЕ!** Для приборов и датчиков с цифровым выходом следует учитывать, что значительную часть обработки берёт на себя вторичный прибор – встроенный блок обработки сигналов от датчиков. Цифровой прибор уже выполняет необходимую фильтрацию и сглаживание показаний, может хранить накопленные величины, отвечает за формирование аварийной сигнализации, а также требует задания множества различных уставок, диапазонов, единиц измерения и так далее. Работа с такими приборами определяется соответствующими руководствами производителей и требует локальной пуско-наладки прибора перед подключением его цифрового интерфейса к АСУТП.

#### 8.4.3. Типовой алгоритм обработки сигналов

В общем виде алгоритм обработки сигнала прибора может выглядеть следующим образом на блок-схеме:

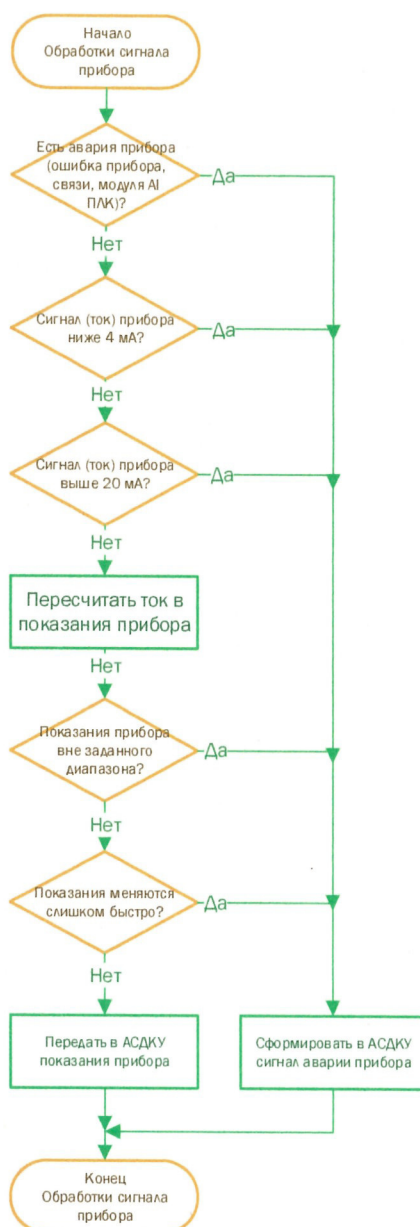


Рисунок 10. Типовая блок-схема обработки аналоговых сигналов

В случае необходимости в конце алгоритма добавляется ещё проверка на необходимость применения сглаживающего фильтра показаний прибора (или указание типа фильтра) и блок обработки – сглаживания показаний в соответствии с выбранным типом фильтрации перед выдачей сигнала в АСДКУ.

#### 8.4.4. Обработка дискретных сигналов

Не только аналоговые сигналы приборов и датчиков требуют предварительной обработки. Дискретные сигналы контрольных устройств также подвержены влиянию электрических помех, дребезга, поэтому они могут и должны предварительно обрабатываться. Например, по такой блок-схеме:

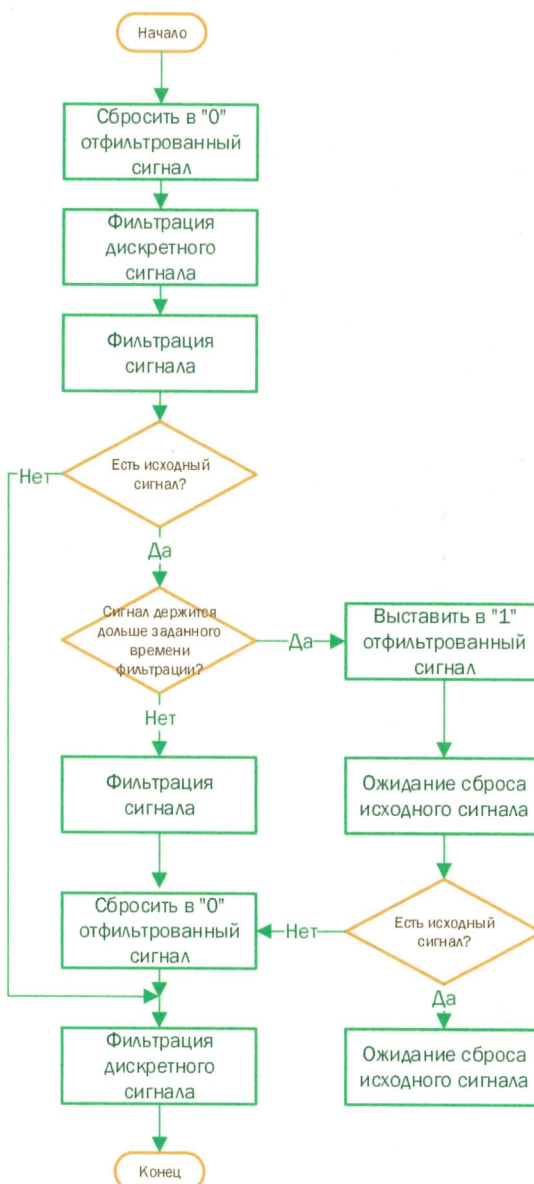


Рисунок 11. Типовая блок-схема обработки дискретных сигналов

Обработку – фильтрацию дискретного сигнала следует применять для относительно простых устройств (концевиков, реле и т.п.) в условиях сильных электрических наводок (например, в помещениях с размещением высоковольтной

аппаратуры или вблизи мощных насосных агрегатов), а также при передаче дискретных сигналов на значительные расстояния.

**ВНИМАНИЕ!** Даже для дискретного сигнала 220В не говоря уже о 24В при передаче его на расстояние порядка 100 метров недостаточно экранированным кабелем в одном кабельном лотке с силовыми кабелями возможны значительные наводки, вплоть до самопроизвольного срабатывания. В любом случае такие проблемы лучше решать на этапе проектирования или грамотным выполнением строительно-монтажных работ, но случается, что обработка сигналов АСУТП вынуждена компенсировать соответствующие проектные или строительные ошибки.

Аналогично работе с цифровыми приборами следует учитывать, что ряд датчиков или интеллектуальных блоков управления уже имеют средства встроенной обработки сигналов и не требуют дополнительной обработки и фильтрации дискретного сигнала.

Окончательное решение о необходимости соответствующей обработки сигналов от приборов и датчиков принимает инженер на этапе проведения пуско-наладочных работ, внося соответствующие дополнения в исполнительную документацию по объекту.

## **8.5. Управление насосами и насосными станциями**

### **8.5.1. Типовые объекты управления**

НС представляют собой наиболее часто встречающийся объект сооружений водоснабжения и водоотведения типичный для АО "Мосводоканал". Преимущественное использование получили НС с параллельным соединением (резервированием) насосов, которые применяются в системах водоснабжения и водоотведения населенных пунктов, промышленных предприятий, системах оборотного водоснабжения технологических комплексов производственных объектов, системах дозирования реагентов и прочих.

НС делятся на подающие и откачивающие, используемые соответственно в системах водоснабжения и водоотведения.

По главному регулируемому параметру подающие НС можно разделить на станции с регулированием давления и станции с регулированием подачи. Как правило, АО "Мосводоканал" использует регулирование по давлению на выходе НС и/или в одной из контрольных точек потребителя (так называемые "диктующие" точки контроля давления в городе). В случае регулирования подачи могут использоваться показания расхода по выходящим трубопроводам НС. Также может контролироваться состояние резервуаров, на которые работает НС.

Откачивающие НС обеспечивают перекачку воды из резервуара, не допуская его переполнения. В этом случае контролируется уровень в резервуаре, а в отдельных случаях и расходы жидкости, поступающей в резервуар и откачиваемой из него.

Во всех случаях решения задач автоматического регулирования и управления насосами можно выделить помимо непосредственно параметров контроля и управления группы параметров, задающих режимы работы. Все такие параметры должны быть дублированы на случай отказа. Для приведенных выше вариантов это может быть, последовательно:

Для НС подающей воду в город:

- давление в одной или нескольких диктующих точках давления в городе;
- давление на выходе НС в напорном коллекторе (также от двух или трёх датчиков).

Для канализационной НС:

- показания аналогового прибора уровня в резервуаре;
- показания дискретных датчиков контроля уровня (например, уровни: нижний аварийный, нижний, верхний, верхний аварийный, перелив).

Все остальные контрольные параметры должны использоваться как для предоставления оператору дополнительной информации, так и для анализа их алгоритмом как косвенных параметров, обеспечивающих работоспособность системы. Подающая НС обязана контролировать наличие воды в расходном резервуаре (РПВ – резервуар питьевой воды), достаточный уровень давления на входе насосов, а также расходы по отводящим трубопроводам. КНС может получать данные о расходах по отводящему трубопроводу или состоянию магистрального коллектора.

Дополнительные, косвенные параметры контроля позволят оператору исключить ошибку в ряде аварийных ситуаций, например, когда поступает ошибочный сигнал о работе насоса, а перекачки жидкости не происходит. Алгоритм управления ПЛК также должен учитывать косвенные параметры, но при этом чётко отделяя аварийные ситуации от ситуаций неопределённых, не вызывающих автоматическую остановку регулирования. Например, даже при полном отсутствии сигналов давления от диктующих точек в городе и от датчиков давления на выпускном коллекторе, возможна работа НС по заданной оператором частоте, обеспечивающая подачу воды в условиях отказа приборов и датчиков.

На Рисунке 12 изображена упрощённая технологическая схема типовой НС. Жидкость поступает во входной коллектор НС и аккумулируется в резервуаре. Из входного резервуара она откачивается насосами, подается в выходной коллектор НС и далее в напорные трубопроводы, откуда и распределяется по потребителям. Для отделения насоса от трубопровода служат задвижки, размещённые на входном и напорном патрубках насоса.



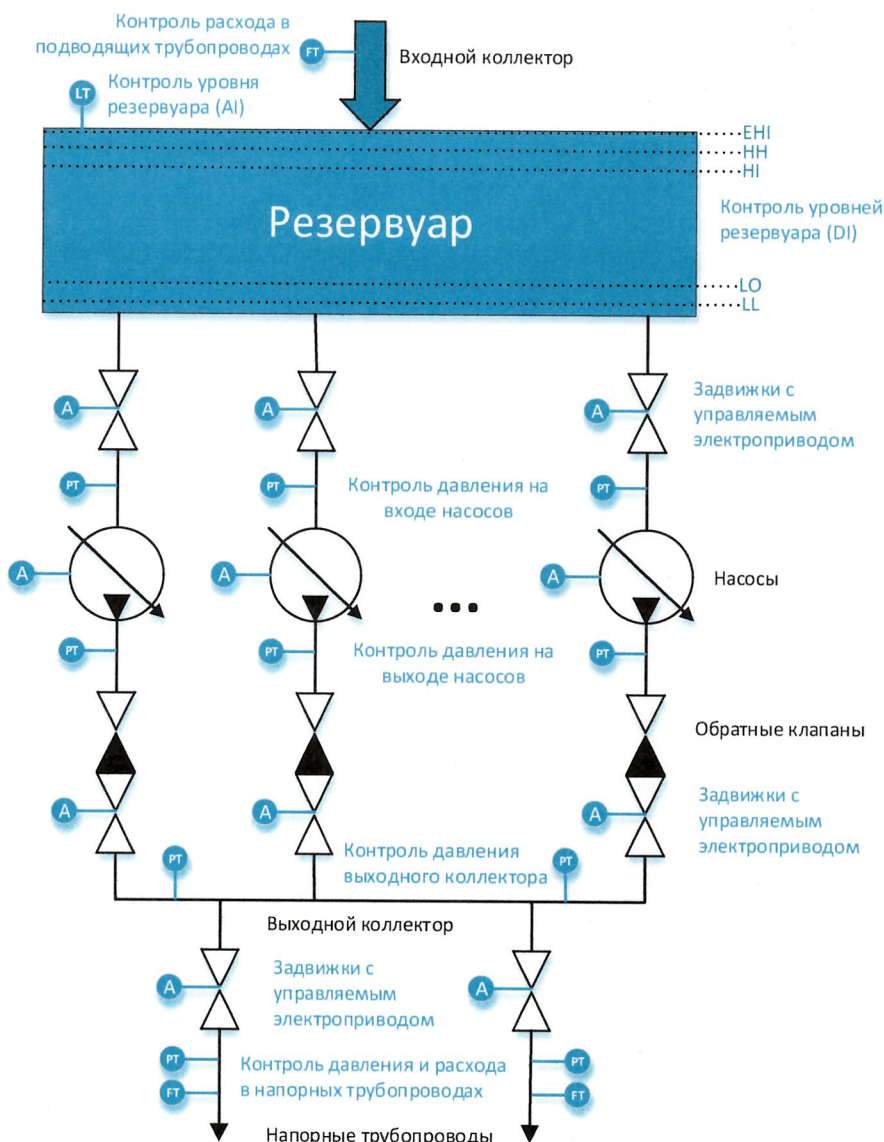


Рисунок 12. Типовая схема автоматизации насосной станции

Кроме того, на выходных патрубках насосов устанавливаются обратные клапаны, предотвращающие обратный ток жидкости через насосы. В качестве приводов насосов и задвижек применяются электрические двигатели.

Значительная часть насосов на объектах АО "Мосводоканал" управляется не напрямую, а через ПЧ или, как минимум, устройства плавного пуска (УПП), обеспечивающие регулирование режимов работы и сбережение ресурса электродвигателей.

**ВНИМАНИЕ!** Критически важно для управления такими насосами проводить корректную и полную настройку параметров ПЧ для обеспечения работы с ПЛК. Необходим вывод всех аварий, регистрируемых ПЧ на ПЛК с автоматическим игнорированием (квитированием) аварий, не используемых для управления насосами. ПЧ, помимо сигналов управления пуском, остановом насоса и заданием частоты, должен также принимать сигнал отмены (снятия/квитирования) аварий от ПЛК. Сигнал о работе насоса должен формироваться не только по состоянию

питающей ячейки, но и с учётом сигналов и параметров работы ПЧ. Ещё лучше, если имеется возможность для подтверждения работы насосов использовать прямые методы (например, датчик оборотов вала насоса) и дополнительные проверки по косвенным данным (давлениям и расходам на выходе насоса и в напорных трубопроводах).

Управление насосами в составе НС производится либо в целом по всем насосам либо группами, если они разделены на несколько автономных групп, работающих на отдельных потребителей. В работе должны быть задействованы все насосы группы, кроме принудительно отключенных, выведенных в ремонт, запрещенных к включению диспетчером и находящихся в состоянии аварии. Все доступные, но не работающие в данный момент насосы рассматриваются как резерв. Насосы включаются последовательно до достижения необходимой производительности перекачки либо давления в контрольной точке. Аналогично должно быть реализовано отключение в случае снижения потребления, вплоть до полного отключения насосов в период сниженного потребления, если это определено техническим регламентом работы НС.

**ВНИМАНИЕ!** При реализации схем управления насосами от ПЧ, предпочтительно управление насосами осуществлять от ПЛК не по цифровым интерфейсам управления ПЧ, а дискретными сигналам (Пуск, Стоп, Переключение режимов, Аварии). Аналоговые сигналы обратной связи, реализующие работу ПЧ в режиме ПИД-регулятора рекомендуется подключать кроме ПЛК также непосредственно к ПЧ либо, при использовании сигналов, передающихся в цифровом виде через сеть ПЛК, посредством формирования аналоговых выходов от управляющего ПЛК на ПЧ. Использование таких схем управления позволяет, при выходе из строя ПЧ, проще заменить его на любой аналогичный ПЧ другого производителя, без корректировки управляющей программы ПЛК.

Все не задействованные насосы рассматриваются как резерв, подключаемый для наращивания мощности либо в случае отключения работающих насосов. Очередь включения насосов определяется исходя из проектного задания, как правило это автоматический выбор и включение насоса с наименьшей наработкой часов либо очередь по номеру, заранее заданному оператором. Для регулирования подачи используется, как правило, один насос, управляемый от ПЧ, в то время как остальные работают в наиболее эффективном режиме на номинальной мощности. Однако, при этом следует учитывать ограничения нижней частоты при работе двигателей насосов от ПЧ. Гармоники, возникающие при работе ПЧ, вызывают шумы и дополнительные потери в двигателе, уменьшают общий КПД частотно-регулируемого привода. Когда двигатель подключен к ПЧ и работает на пониженных оборотах, его температура может существенно вырасти, что может привести к выходу двигателя из строя. Если каждый насосный агрегат управляется от ПЧ, то эффективнее всего формировать один программный ПИД регулятор в ПЛК, и задание частоты выдавать каждому насосному агрегату с выхода ПИД регулятора контроллера. Если насос 1, например, достиг частоты в 50 Гц, а требуемая уставка по давлению не достигнута, включается

насос 2. Частота у насоса 1 снижается, а у насоса 2 возрастает. Уставка достигнута, насос 1 и насоса 2 работают на частоте ~ 30 Гц.

Таким образом, если в составе группы насосных агрегатов отсутствует специальный насос (например, пониженной мощности), "догоняющий" давление или подачу до необходимой цифры и использующийся для точного регулирования, то может возникнуть необходимость управлять заданием частоты не одного, а двух насосов для того чтобы избежать проблемных режимов эксплуатации насосов.

В отдельных случаях на объектах АО "Мосводоканал" используется один или несколько основных насосов для обеспечения большей части расхода подачи и дополнительный насос, иногда меньшей мощности либо регулируемый для точного поддержания заданных параметров подачи по давлению или расходу.

В случае НС, обеспечивающих дозирование реагентов, например, могут использоваться как основные и резервные полностью автономные линии подачи. В этом случае схема работы НС по нескольким потребителям или линиям дозирования "собирается" ПЛК в том случае, когда доступны для управления все необходимые ЗРА либо человеком – оператором, когда часть ЗРА доступна только для ручного управления (например, на не полностью автоматизированных объектах или в случаях аварий части необходимых ЗРА).

Программа ПЛК должна предусматривать для всех таких случаев обеспечение заданных режимов работы НС с игнорированием состояния ЗРА после соответствующих подтверждений оператора.

#### 8.5.2. Управление насосами

Минимальный типовой набор сигналов контроля и управления электроприводом насоса (далее для краткости просто "насоса"), работающим от преобразователя частоты (ПЧ) приведен в таблице ниже:

Таблица 6

Входы	Примечания
Наличие питания	Параметр, поступающий от ячейки или автомата электропитания и используемый ПЛК в алгоритме управления насосом
ПЧ Готов	Параметр, поступающий от ПЧ. Питание подано и нет аварии
Включен ПЧ	Параметр, поступающий от ПЧ и используемый в алгоритме ПЛК управления насосом
Авария электропитания	Аварийный сигнал, поступающий на ПЛК от ячейки энергоснабжения/фидера ввода по соответствующему цифровому интерфейсу или формируемый ПЛК при наличии соответствующего сигнала от устройств контроля электроснабжения (например, трансформаторов тока или реле контроля фаз ввода электропитания)
Авария ПЧ*	Параметр, поступающий от ПЧ и используемый в алгоритме ПЛК управления насосом. Анализ готовности насоса к пуску и формирование состояния Работа насоса обязательно должны учитывать, как отсутствие аварий ввода электропитания, так и отсутствие аварий ПЧ, препятствующих включению/работе насоса. Даже при управлении насосом при помощи прямого пуска (без ПЧ) формирование состояния "насос в работе" только на основании состояния подачи электропитания от рабочего ввода электропитания недопустимо.

Входы	Примечания
Частота, Гц	Параметр, поступающий от ПЧ и используемый в алгоритме ПЛК управления насосом для задания необходимого давления/расхода подачи насоса
Ток, А	Параметр, поступающий от ПЧ и регистрируемый системой для получения дополнительных сведений о работе электропривода насоса
Режим Местный	<p>Как правило на двери шкафа управления насосом расположен трёхпозиционный переключатель режимов с положениями:</p> <p>А – Автоматический, обеспечивающий работу насоса под управлением ПЛК либо удаленное (дистанционное) управление диспетчером/оператором АРМ АСДКУ;</p> <p>М – Местный, обеспечивающий физическое отключение насоса от цепей автоматического управления от ПЛК с переводом на включение от кнопочного пульта, расположенного на шкафу управления насосом и/или местного пульта управления, расположенного непосредственно вблизи насоса;</p> <p>О – Отключено для производства ремонтных работ, управление насосом полностью недоступно от ПЛК и пультов;</p> <p>В отдельных случаях переключатель режима имеет только положения М и А, а режим отключения выполняется отдельным выключателем – кнопкой типа "грибок", расположенной на шкафу управления</p>
Режим Автоматический	
Режим Отключено	
Защита от сухого хода	Параметр, поступающий от датчика протока, датчика давления на входе насоса или аналогичных датчиков и используемый в алгоритме ПЛК управления насосом для защиты от включения насоса при отсутствии перекачиваемой жидкости
Давление на входе насоса, м.в.с.	<p>Параметр, поступающий от датчика давления на входе насоса используемый для контроля "сухого хода" и определения разницы давлений на входе и выходе насосного агрегата.</p> <p>Не рекомендуется отключение насоса только по показаниям датчика давления на входе при наличии достаточного уровня в приёмном резервуаре и открытой ЗРА на входе насоса и при отсутствии других контрольных сигналов (например аналогичных давлений на входе соседних насосов), поскольку в этом случае вероятен простой отказ датчика</p>
Давление на выходе насоса, м.в.с.	Параметр, поступающий от датчика давления на выходе насоса используемый для контроля работы насоса и определения разницы давлений на входе и выходе насосного агрегата
<p>Давление в "диктующей" точке, м.в.с.</p> <p>Давление на напорном коллекторе, м.в.с.</p>	<p>Параметр, поступающий от датчика давления на магистральном коллекторе либо контрольной точки в городе и используемый для управления режимом работы (частотой ПЧ) насоса либо включения дополнительных насосов при достижении предельной частоты ПЧ.</p> <p>Давление в "диктующей" точке часто поступает по цифровому интерфейсу от другого контроллера либо через SCADA и требуется тщательно анализировать и обрабатывать данный сигнал, т.к. он может содержать ошибки и поступать с задержкой при сбоях систем связи. Рекомендуется использовать достаточно длительные периоды времени (5..15 минут) для принятия решений о смене режимов, а также дублирующие датчики, то есть переходить на режим работы по поддержанию давления на напорном коллекторе либо выходе насоса либо заданной оператором для этого случая частоте ПЧ</p>

Входы	Примечания
Уровень в резервуаре, м	<p>Параметр, поступающий от прибора контроля уровня в резервуаре НС и используемый ПЛК для принятия решений о включении насосов в случае работы канализационной НС либо аварийной сигнализации для подающих станций водопровода.</p> <p>Как правило дублируется группой дискретных датчиков уровня, не менее трёх – пяти штук, устанавливаемых для контроля как верхней, так и нижней границы уровня в резервуаре. Может также дублироваться вторым прибором контроля уровня (например, ультразвуковой и гидростатический приборы)</p>
Расход в напорном трубопроводе, м <sup>3</sup> /час	<p>Параметр, поступающий от прибора контроля расхода на напорном трубопроводе НС и используемый ПЛК для обеспечения коммерческого либо технологического учёта жидкости, а также для управления насосами в случае работы в режиме по подаче воды потребителю</p>
Расход в подводящем трубопроводе, м <sup>3</sup> /час	<p>Параметр, поступающий от прибора контроля расхода на подводящем трубопроводе НС и используемый ПЛК для обеспечения коммерческого либо технологического учёта жидкости, а также для вычисления балансов (приход, наличие в резервуаре, расход) по НС в целом и выявления ошибок в работе контрольных приборов при наличии расхождений</p>
Выходы	Примечания
Пуск	<p>Команда управления от ПЛК либо оператора (в режиме А/Д автоматический/дистанционный) подаваемая на ПЧ, который в свою очередь имеет внутреннюю логику обработки команд и алгоритм запуска насоса</p>
Стоп	<p>Команда управления от ПЛК либо оператора (в режиме А/Д автоматический/дистанционный) подаваемая на ПЧ, который в свою очередь имеет внутреннюю логику обработки команд и алгоритм останова насоса</p>
Сброс аварий ПЧ	<p>Команда управления от ПЛК либо оператора (в режиме А/Д автоматический/дистанционный) подаваемая на ПЧ, необходимая для продолжения работы ПЧ, которая подтверждает (квитирует) все не снятые аварии ПЧ с целью инициализации процесса запуска после простоя или аварийного останова работы ПЛК, ПЧ, отсутствия электропитания на объекте и в иных аналогичных случаях</p>
Задание частоты ПЧ	<p>Команда управления от ПЛК либо оператора (в режиме А/Д автоматический/дистанционный) подаваемая на ПЧ, используемая для непосредственного регулирования частоты с целью поддержания выбранного режима работы насоса</p>
Дополнительные сигналы и аварии	Примечания
Наработка (время работы), час	<p>Переменная формируемая в ПЛК, позволяющая регистрировать, анализировать или использовать в алгоритме управления ПЛК время работы насоса от момента ввода в эксплуатацию либо капитального ремонта.</p> <p>Начальное значение устанавливается в ходе ПНР. Должна быть реализована возможность задания начального значения инженером/оператором.</p> <p>Также может дополнительно вычисляться "текущее время работы" насоса от момента последнего пуска "время простоя" от момента последнего отключения</p>
Количество включений, штук	<p>Переменная формируемая в ПЛК, позволяющая регистрировать, анализировать или использовать в алгоритме управления ПЛК количество событий включения насоса от момента ввода в эксплуатацию либо капитального ремонта.</p> <p>Начальное значение устанавливается в ходе ПНР. Должна быть реализована возможность задания начального значения инженером/оператором.</p>

	В случае необходимости ПЛК также ведётся журнал переключений оборудования в котором должны регистрироваться все события включения/отключения насосов с указанием точного времени, а также аварийные события и команды оператора по заданию уставок, режимов и прямому дистанционному управлению
Очередь/резерв	Состояние насоса, формируемое ПЛК и отображающее его номер в очереди (резерв употребляется для очереди из одного насоса основной/резервный) включения при управлении ПЛК несколькими насосными агрегатами в том случае, если запуск осуществляется не по временному графику и не по наименьшему времени наработки, а по заданной оператором очередности. Начальное значение устанавливается в ходе ПНР. Должна быть реализована возможность изменения значения очереди инженером/оператором
Авария перегрузка*	Аварийный сигнал, формируемый ПЧ при превышении заданного потребления и передаваемый в контроллер. Может свидетельствовать о сильном износе электропривода, аварии насоса, механических повреждениях и т.п.
Авария нет связи с ПЧ*	Аварийный сигнал, формируемый ПЛК при отсутствии связи с ПЧ по цифровому интерфейсу или неопределенном состоянии сигналов от ПЧ при использовании аналоговых и дискретных сигналов контроля
Авария насосного агрегата*	Аварийный сигнал, формируемый ПЛК при нарушении режима работы, например, отсутствии давления или расхода на выходе насоса при работающем насосе. Может свидетельствовать о неисправности электродвигателя или самого насоса, а также повреждении трубопровода. Поскольку наиболее вероятной причиной является отказ датчика давления или прибора контроля расхода рекомендуется формировать данную аварию только при подтверждении по нескольким датчикам, источникам сигналов
Авария электродвигателя*	Аварийный сигнал, формируемый ПЛК при поступлении сигналов от дополнительных датчиков контроля работы электродвигателя, например, температурных датчиков, датчиков вибрации либо датчика числа оборотов вала электродвигателя
Авария прорыв трубопровода	Аварийный сигнал, формируемый ПЛК при поступлении сигналов от расхода и давления в напорном трубопроводе. Если увеличился расход и давление упало, ПЛК изменяет задание частоты (вверх/вниз) и следит за давлением, если оно не изменяется, то генерируется авария "прорыв трубопровода" и насосный агрегат останавливается
Сигнал Затопление	Аварийный сигнал, поступающий на ПЛК и служащий для принятия решения об аварийном отключении насосов не имеющих защиты от затопления в случае затопления помещения насосной станции либо вводе в работу откачивающих насосов. Поскольку наиболее вероятной причиной затопления НС является повреждение напорных трубопроводов после насосов или общего коллектора, крайне важно использовать также алгоритмы аварийного останова насосных агрегатов в зависимости от показаний датчиков давления на выходе насосов, напорном коллекторе и отводящих трубопроводах. Вплоть до рассечения коллектора, если это предусмотрено конструкцией НС
Сигнал Пожар	Аварийный сигнал, поступающий на ПЛК и служащий для принятия решения об аварийном отключении насосов либо вводе в работу систем автоматического пожаротушения. Также может использоваться внешний сигнал Пожар, относящийся к режиму работы НС, обеспечивающих подачу воды в городские кварталы. В этом случае может быть предусмотрено включение дополнительных "пожарных" насосов, обеспечивающих повышенное давление воды в районе тушения пожара.

\*Сигналы аварий насоса, поступающие от ПЧ по цифровому интерфейсу контроля и управления, также могут быть объединены в группу с указанием общей аварии ПЧ (наличие аварии, препятствующей работе насоса) и кода (битового "слова" расшифровки характера аварии, обрабатываемого ПЛК и передаваемого на сенсорную панель управления и в АСДКУ (SCADA) для дальнейшей расшифровки оператору/диспетчеру.

Время аварии может регистрироваться ПЛК при получении соответствующего кода аварии.

Не критичные для работы насоса события, аналогично авариям могут регистрироваться для анализа характера и режимов работы ПЧ и отображаться оператору/диспетчеру также с аналогичной авариям системой расшифровки.

После того как были определены сигналы контроля и управления и сформированы основные требования к алгоритмам управления начинается стадия разработки, которая полностью лежит на плечах программиста и от его решений зависит качество получаемого проекта. В общем можно выделить два основных подхода в разработке:

– каждый насос обрабатывается отдельно, т.е. для него выделяется отдельный блок кода, который обрабатывает только этот насос. Для нескольких насосов такие блоки дублируются;

– создается управляющий блок (шаблон, структура, класс и т.п.), который включает в себя атрибуты насосов, сгруппированные в этом блоке. В результате можно использовать представление блока с переменными данными в виде загружаемого массива, который удобно обрабатывать с помощью циклов. Для нескольких разных насосов могут быть разработаны свои блоки, общие по используемым массивам данных.

### 8.5.3. Пример алгоритма управления НС.

Для дальнейшего примерного анализа особенностей и вариантов управления НС рассмотрим алгоритмы работы ПЛК на одном из объектов АО "Мосводоканал" НС Южное Тушино. Состав оборудования представлен на рисунке ниже.

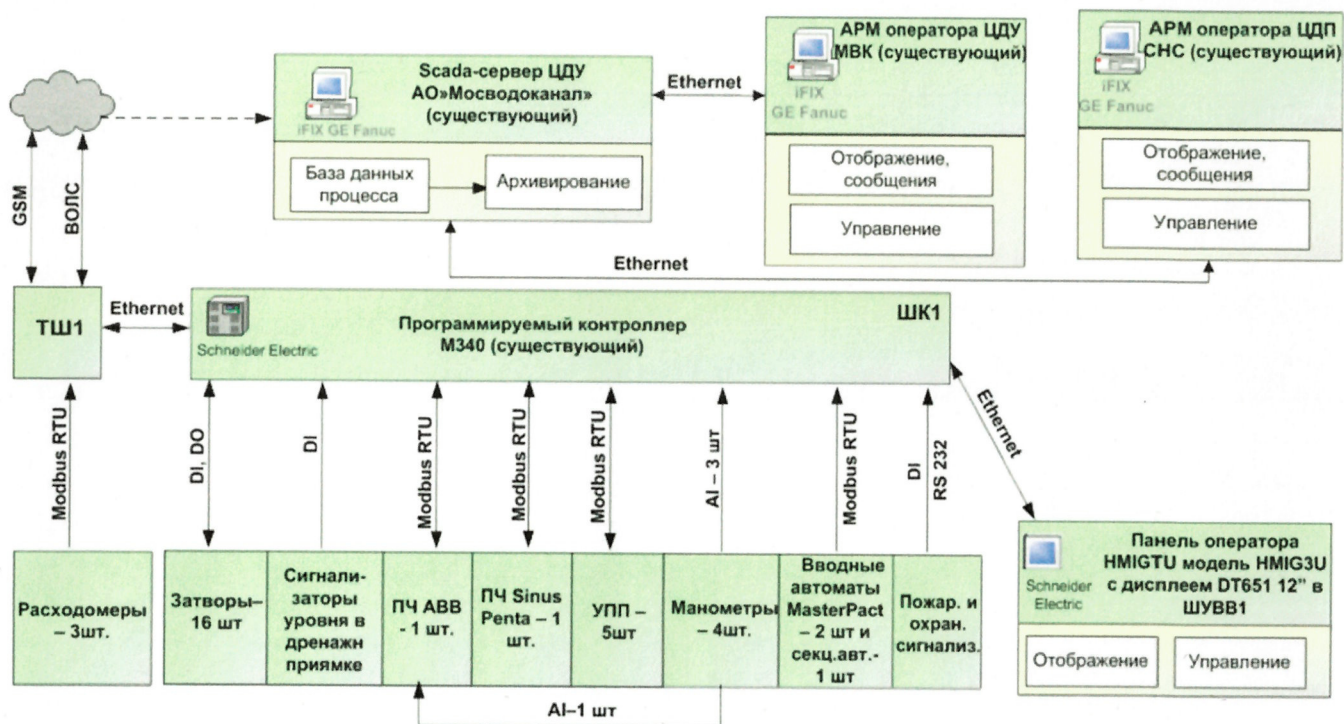


Рисунок 13. Структурная схема комплекса технических средств.

#### Основное оборудование насосной станции:

- Насосы №1,2,5,6,8 с управлением от программируемого контроллера в ШК1, с плавным разгоном и остановкой электродвигателя через УПП;
- Насос №7 с управлением от программируемого контроллера в ШК1, с частотным регулированием от преобразователя частоты Sinus Penta, через встроенный PID-регулятор ПЧ, по сигналу от датчика давления РТ2. Насос №7 - основной насосный агрегат в системе, по состоянию которого (Готовность/Авария) идет выбор режима работы преобразователя частоты насосов №3 или №4 (Готовность – режима работы УПП, Авария – режим работы ПЧ, становится основным в системе);
- Насосы 3,4 с управлением от программируемого контроллера, с частотным регулированием от общего преобразователя частоты ABB ACS550, через PID-регулятор программируемого контроллера, по сигналу от датчика давления РТ4;
- ПДЗ № 20,21,23,24,25,26,27,29,22,33,34,28,39,36,35 с электроприводом; Задвижки 20,21,23,24,25,26,27,29 являются "режимными", управляются от ПЛК и участвуют в осуществлении автоматического управления. Все остальные задвижки в режиме нормальной работы не участвуют в автоматическом управлении подачей воды и не учитываются, но их положение и аварийное состояние выводятся на ПЛК. В аварийном режиме эти задвижки могут быть задействованы, например, при получении сигнала о разрыве трубопровода, могут быть закрыты отсекающие задвижки (36, 38);



- Датчики давления в напорном коллекторе (PT4, PT3, PT2);
- Датчики давления на подводящих водоводах (PT1);
- Датчики давления на напорном коллекторе резерв (PT2–резервный, PT4–резервный);
- Расходомеры FT1-FT3. Не участвуют в алгоритме. Используются только для учёта расходов и отображения текущих значений на сенсорной панели шкафа управления и экране АРМ диспетчера СНС;

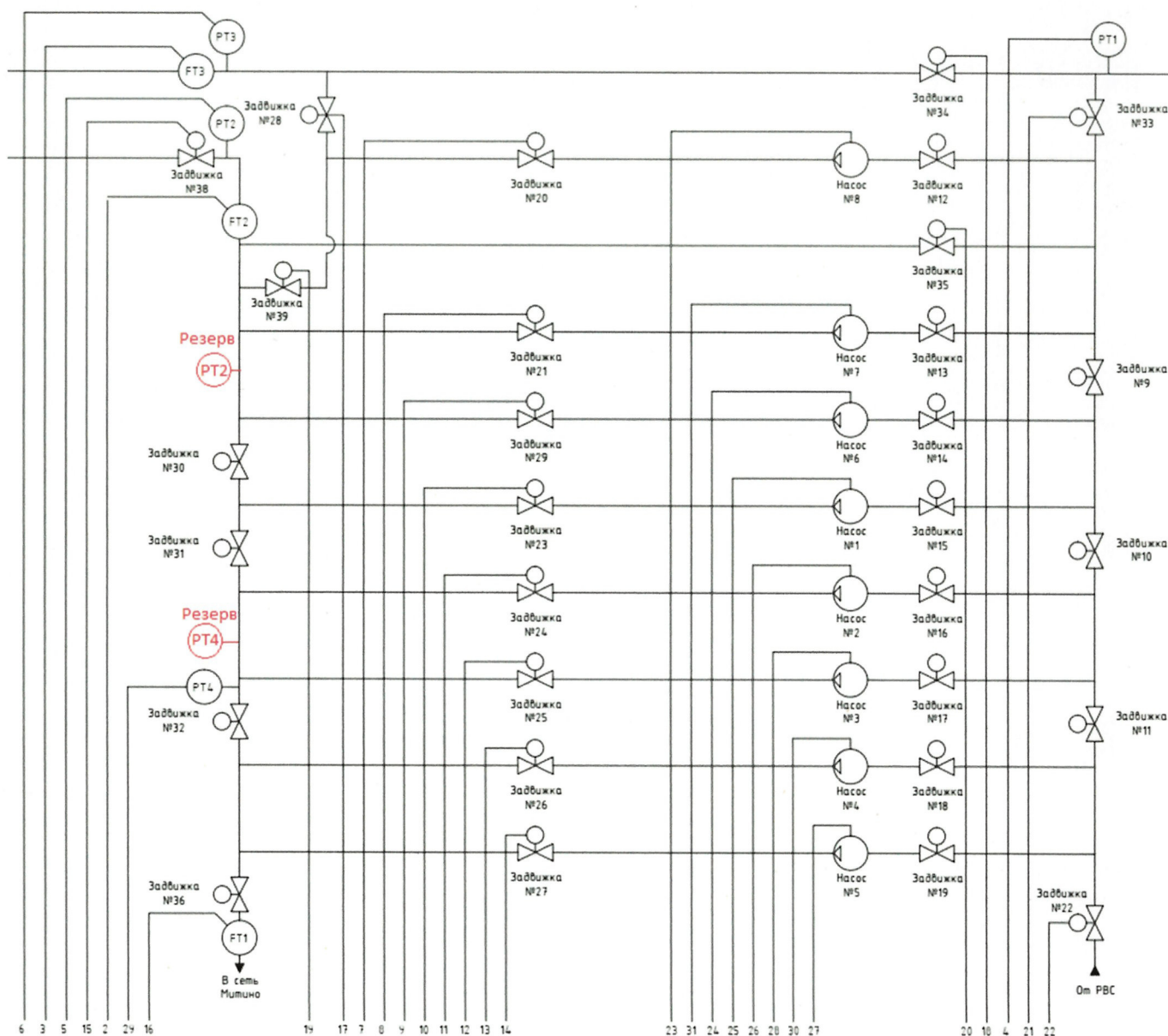


Рисунок 14. Расположение оборудования на схеме автоматизации (функциональной схеме) насосной станции.

Для обеспечения поддержания давления в диктующей точке используются следующие параметры:

Таблица 7

Параметр	Краткое пояснение
Текущее давление диктующей точки, м.в.с.	Текущее давление в диктующей точке. Параметр не изменяемый
Заданное давление диктующей точки (уставка), м.в.с.	Задание давления, которое необходимо поддерживать в диктующей точке. Задается диспетчером
Минимальная граница диктующей точки, м.в.с.	Задание минимальной границы показаний диктующей точки, для контроля достоверности показаний. Если данные показания становятся ниже этой границы, формируется сигнал аварии (вокруг показаний диктующей точки будет мигать красная рамка). Задается диспетчером
Максимальная граница диктующей точки, м.в.с.	Задание максимальной границы показаний диктующей точки, для контроля достоверности показаний. Если данные показания становятся выше этой границы, формируется сигнал аварии (вокруг показаний диктующей точки будет мигать красная рамка). Задается диспетчером
Текущее давление на напорном коллекторе м.в.с.	Давление на выходе насосной станции. Параметр не изменяемый
Минимальное давление на выходе насосной станции, м.в.с.	Задание минимальной границы показаний давления на напорном коллекторе станции. Если данные показания становятся ниже этой границы, формируется сигнал аварии
Максимальное давление на выходе насосной станции, м.в.с.	Задание максимальной границы показаний давления на напорном коллекторе станции

Для работы алгоритма диспетчером СНС должны быть заданы следующие уставки: "Заданное давление в диктующей точке" и "Минимальная граница диктующей точки", "Максимальная граница диктующей точки".

**ВНИМАНИЕ!** Здесь и далее предусматривается обязательное задание начальных значений всех необходимых для работы алгоритма уставок по результатам пуско-наладочных работ, а также сохранение заданных диспетчером в ходе эксплуатации уставок в постоянной памяти контроллера с целью их восстановления после аварии или планового отключения.

**ВНИМАНИЕ!** В инженерном меню управления на сенсорной панели контроллера помимо уставок доступных диспетчеру должны быть заданы границы регулирования каждой уставки, позволяющие инженеру после ввода соответствующего пароля задать границы регулирования доступные диспетчеру (диапазон изменения уставок) в соответствии с утвержденным технологическим регламентом или поручением специалиста - технолога, отвечающего за эксплуатацию объекта.

Поддержание давления в диктующей точке (задается через панель шкафа управления или диспетчером службы насосных станций СНС с АРМ) осуществляется автоматическим регулированием выходного давления насосной станции, путем

изменения частоты вращения насосов в сочетании с изменением количества работающих регулируемых и нерегулируемых агрегатов.

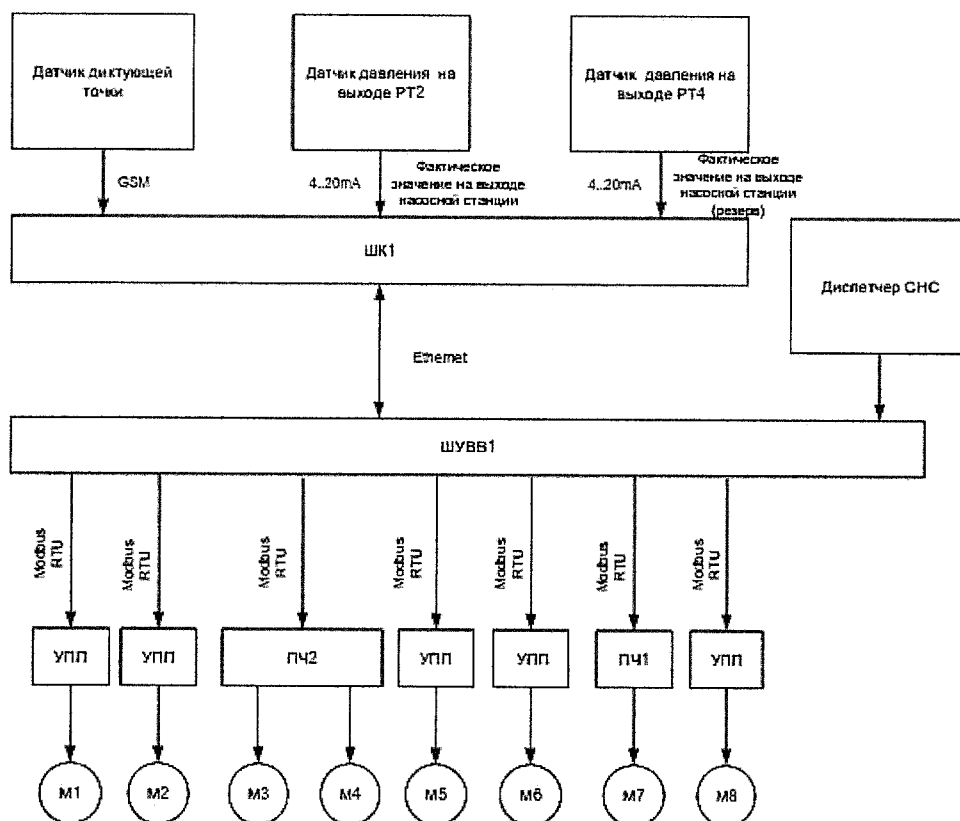


Рисунок 15. Схема системы регулирования насосной станции

Формируется сигнал достоверности передаваемого значения фактического давления в диктующей точке (сбой работы датчиков, нарушение связи канала передачи данных, работа аппаратуры), на основе максимальной и минимальной границы показаний диктующей точки (если давление в диктующей точке приближается к минимальной/максимальной границе, при задействованном максимальном/минимальном количестве доступного для работы в автоматическом режиме насосного оборудования, согласно автоматического алгоритма работы – выводится сигнал предупреждения для принятия решения диспетчером).

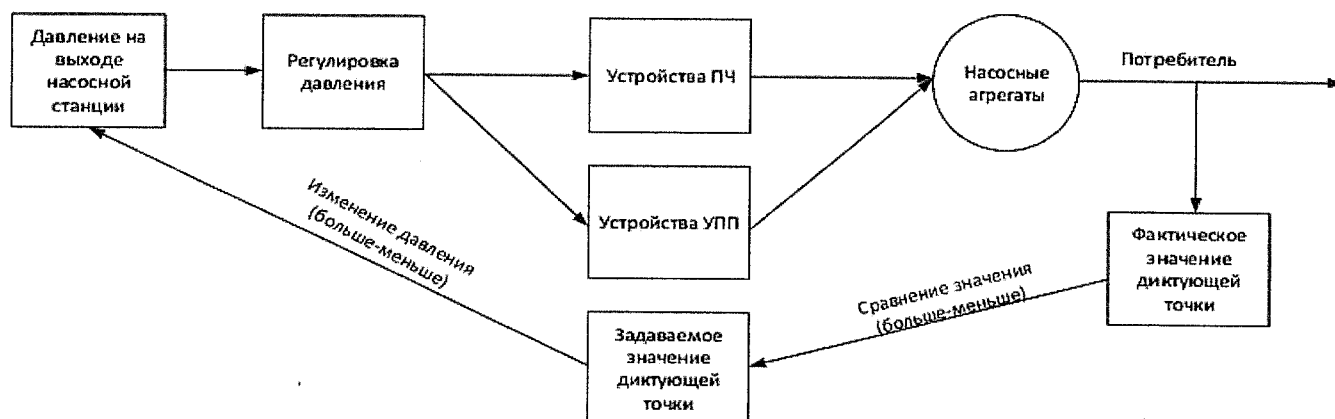


Рисунок 16. Структурная схема системы управления

При отклонении значения диктующей точки от достоверного значения (сбой работы датчиков, нарушение связи канала передачи данных, работа аппаратуры) насосная станция продолжает работать по выходному давлению насосной станции с последним значением уставки. При этом уставка давления на выходе насосной станции может быть изменена только с помощью панели управления или диспетчером СНС (система формирует соответствующий сигнал оповещения предупреждения).

Для работы данного алгоритма диспетчером должны быть заданы следующие уставки: "Максимальное давление в напорном коллекторе" и "Минимальное давление на напорном коллекторе".

Автоматическое регулирование должно осуществляться таким образом, чтобы давление в диктующей точке стабилизировалось с отклонением от заданного в пределах  $\pm 1$  м.в.ст.

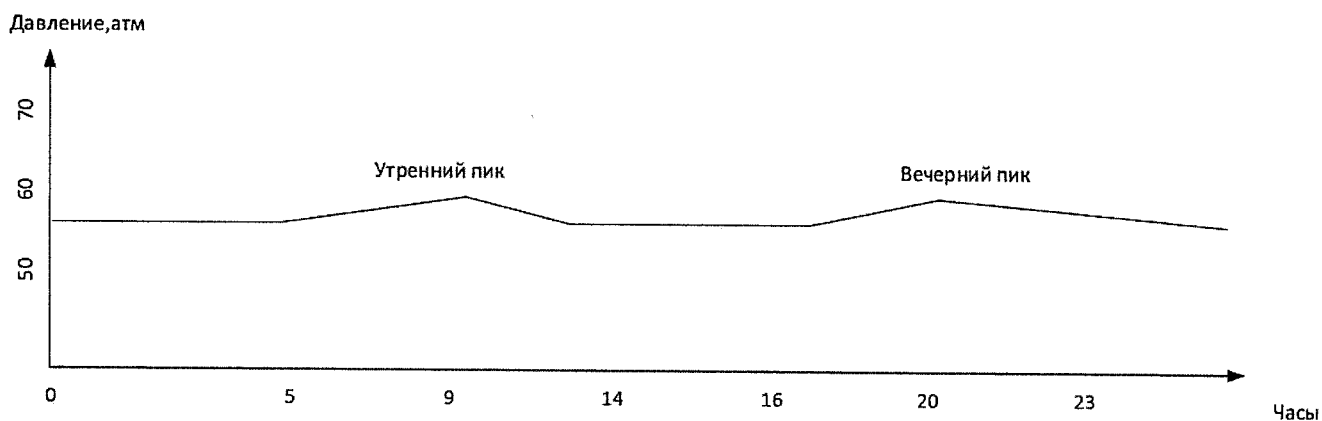


Рисунок 17. График максимального и минимального давлений насосной станции (пример).

#### 8.5.4. Управление по графику

Для реализации нужных потребителям режимов работы насосной станции используется управление по заданному графику.

В нашем случае, в период времени с 02:00 (время выключения всех насосов) до 05:05 (включение основного насоса) все насосы выключены.

Полностью закрыты задвижки №20,21,29,23,24,25,26,27. (№35,34 закрыты по технологической схеме байпаса, остальные всегда открыты).

Время с 05:00 включение основного насоса в работу, согласно заданию по поддержанию давления в диктующей точке при работе в автоматическом режиме (время включения задается через панель шкафа управления или диспетчером службы насосных станций с АРМ АСДКУ), с последующим включением в работу НА.

Управление режимами определяется служебными инструкциями диспетчерских служб. В данном примере, время включения/отключения НА устанавливается Циклограммой, формируемой на 7 дней вперед Центром управления водопроводной сетью Управления водоснабжения (ЦУВС) и передаваемой в диспетчерскую СНС.

#### 8.5.5. Включение основного насосного агрегата

Время включения НА происходит согласно циклограммы, в которой диспетчер СНС по согласованию с ЦДУ должен подтвердить включение (квитировать) или вручную ввести время задержки включения.

В заданное время (5:05) включается в работу основной насос №7 (включается всегда первый только 7-й) с ПЧ, в случае неисправности насоса №7 происходит включение насоса №3 или №4 (по цикличности) от общего преобразователя частоты через PID-регулятор программируемого логического контроллера, по сигналу от датчика давления РТ4, данный НА становится в системе основным.

После включения выбранного основного насоса №7 через время, заданное на панели шкафа управления или АРМ, открытие напорной задвижки №21 происходит согласно алгоритму открытия ЗРА.

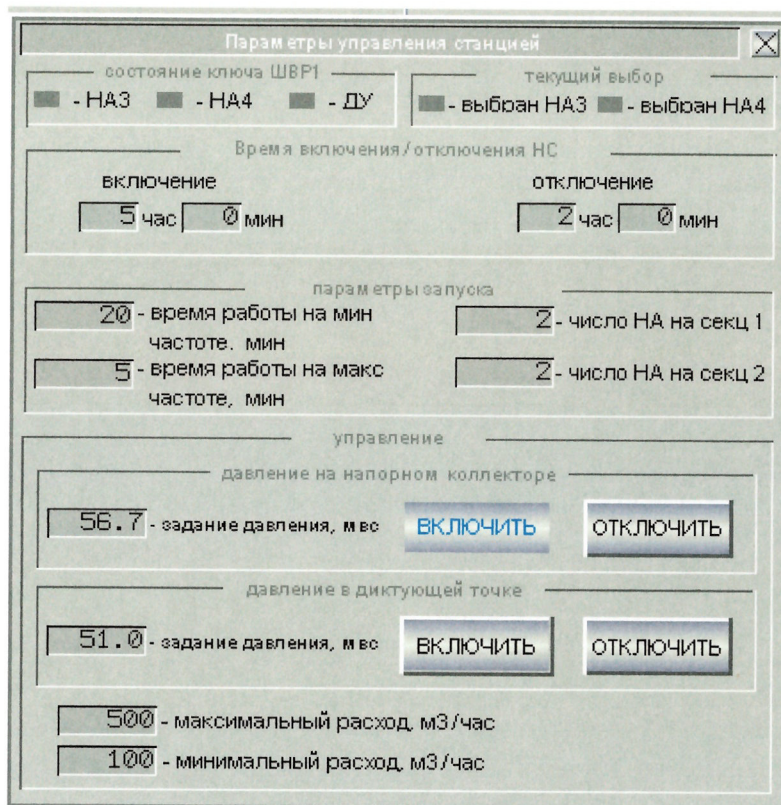


Рисунок 18. Окно выбора режима работы насосного агрегата

#### 8.5.6. Включение дополнительного насосного агрегата

Если достигнута максимальная производительность НА №7, работающего с ПЧ, а заданное давление в напорном коллекторе не достигнуто, то включается дополнительный НА (при достижении насосом №7 частоты 49 Гц), через задержку времени (задается через панель шкафа управления или с АРМ диспетчера СНС) в следующей последовательности:

- №3 или №4,
- №6,
- №2
- №8,
- №5,
- №1.

После включения выбранного дополнительного насоса в автоматическом режиме (алгоритм автоматической работы ПЛК не подразумевает подтверждение диспетчером включение дополнительных насосов) через задержку времени (задается через панель шкафа управления или АРМ диспетчером СНС), открытие напорной задвижки соответствующего насоса согласно алгоритму открытия ЗРА.

#### 8.5.7. Выключение дополнительного НА

При поддержании максимальной уставки давления на напорном коллекторе (значение задается диспетчером СНС) через задержку времени (задается через панель шкафа управления или АРМ диспетчером СНС) и работы насоса №7 на частоте 35 Гц, происходит выключение дополнительного насоса.

Отключение насосов дополнительных происходит по значению частоты основного насоса в обратном порядке запуска, после выключения первого дополнительного насоса, следующий насос отключается с задержкой по времени (задается через панель шкафа управления или АРМ диспетчером СНС), при действующем значении частоты основного насоса 35 Гц.

Для отключения выбранного дополнительного насоса в автоматическом режиме (алгоритм автоматической работы не подразумевает подтверждение диспетчером выключение дополнительных насосов) с задержкой по времени (задается через панель шкафа управления или АРМ диспетчером СНС), закрытие соответствующей напорной задвижки происходит согласно алгоритму закрытия ЗРА.

#### 8.5.8. Выключение основного НА

В заданное время (02:00) происходит выключение основного насоса (после выключения всех дополнительных насосов), закрытие соответствующей напорной задвижки происходит согласно алгоритму закрытия ЗРА.

#### 8.5.9. Алгоритм открытия ЗРА

Данный алгоритм выполняется как в местном и дистанционном, так и в автоматическом режимах при отсутствии признака аварии затвора и используется для пошагового открытия поворотного дискового затвора (ПДЗ).

При этом контролируется состояние концевых выключателей ("открыто" и "закрыто"). Если ПДЗ в положении "открыто", то происходит закрытие ПДЗ, в случае отсутствия состояния концевых выключателей формируется соответствующий признак аварийного сообщения и признак аварии ПДЗ.

После закрытия ПДЗ и срабатывания концевика "закрыто" происходит плавный разгон электродвигателя.

После включения выбранного насоса (по заданию ПК или диспетчера СНС) через время, заданное диспетчером, открытие соответствующего ПДЗ происходит согласно следующего алгоритма:

1. открытие 10% задержка – 30 сек
2. открытие 20% задержка – 30 сек
3. открытие 30% задержка – 30 сек
4. открытие 40% задержка – 30 сек
5. открытие 50% задержка – 15 сек

6. открытие 60% задержка – 15 сек
7. открытие 70% задержка – 15 сек
8. открытие 80% задержка – 15 сек
9. открытие 90% задержка – 15 сек
10. открытие 100% (показания выдержки можно изменять).

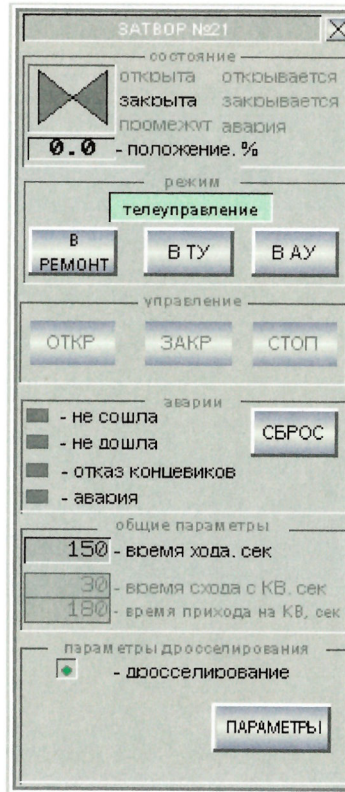


Рисунок 19. Окно выбора режима работы ПДЗ

С 1-го шага по 4-й выставляется одно значение задержки (пауза 1 на рисунке запуск на открытие затвора) следующего шага для первого цикла открытия.

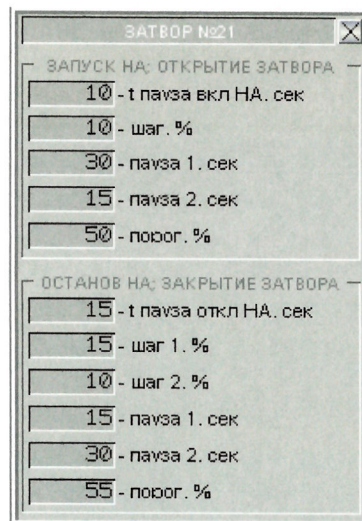


Рисунок 20. Окно дросселирования ПДЗ



С 5-го по 10-й выставляется одно значение задержки (пауза 2 на рисунке останов на открытие затвора) следующего шага для второго цикла открытия.

Частота работы насоса регулируется в зависимости от задаваемой диктующей точки (задаётся с сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера СНС) и давления на напорном трубопроводе с помощью датчика РТ4. При уменьшении давления в напорном трубопроводе возрастает частота работы насоса. В течении 195 секунд открытия ЗРА не происходит сильного падения давления из-за увеличения частоты работы насоса.

#### 8.5.10. Алгоритм закрытия ЗРА

Данный алгоритм выполняется как в местном и дистанционном, так и в автоматическом режимах при отсутствии признака аварии ПДЗ и используется для пошагового закрытия ПДЗ.

При этом контролируется состояние концевых выключателей ("открыто" и "закрыто"). Если ПДЗ в положении "открыто", то происходит закрытие ПДЗ, в случае отсутствия состояния концевых выключателей формируется соответствующий признак аварийного сообщения и признак аварии ПДЗ.

Для выключения выбранного насоса через время, заданное на сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера СНС, закрытие соответствующего ПДЗ происходит согласно следующего алгоритма:

1. закрытие 20% задержка – 15сек
2. закрытие 35% задержка – 15сек
3. закрытие 50% задержка – 15сек
4. закрытие 60% задержка – 15сек
5. закрытие 70% задержка – 30сек
6. закрытие 80% задержка – 30сек
7. закрытие 90% задержка – 30сек
8. закрытие 100%

С 1-го шага по 4-й выставляется одно значение задержки (пауза 1 на рисунке запуск на закрытие затвора) следующего шага для первого цикла закрытия.

С 5-го по 8-й выставляется одно значение задержки (пауза 2 на рисунке останов на закрытие затвора) следующего шага для второго цикла закрытия.

По завершению 8-го шага и срабатывания концевого выключателя "закрытие", соответствующего ПДЗ, происходит плавное торможение соответствующего НА.

#### 8.5.11. Работа всей станции при неисправном датчике давления

При неисправном датчике давления на напорном коллекторе РТ2 (РТ1 резерв) физически подключен, система автоматически переходит на работу от резервного

датчика РТ4 (РТ3 резерв). При неисправности всех датчиков происходит информирование диспетчерской службы СНС (сигнал "авария"), станция продолжает работу по состоянию оборудования на момент аварии (контроль за включением и выключением оборудования из диспетчерской СНС), до устранения неисправности.

#### 8.5.12. Решения по режимам функционирования системы автоматики

Реализованы 3 режима управления всей насосной станцией – "Местный", "Автоматический" и "Дистанционный":

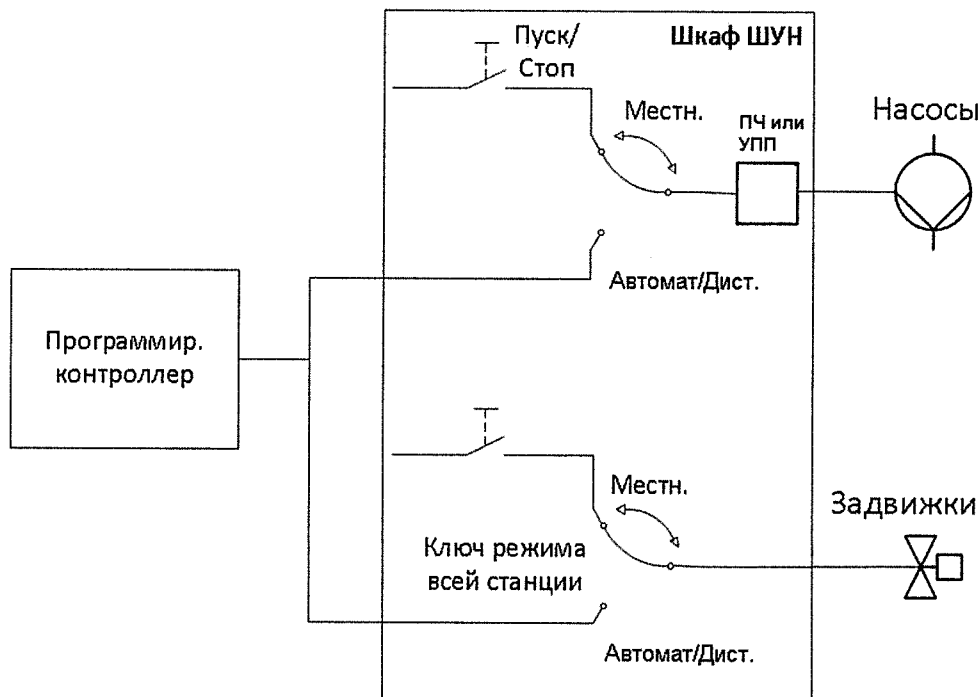


Рисунок 21. Структура выбора режима управления насосными агрегатами и ПДЗ

Для выбора режима работы всех НА в необходимо на каждом шкафу управления насосами перевести переключатель в положение "Местный"- "Автомат/Дистанционный".



Рисунок 22. Окно выбора режима управления насосными агрегатами.

Режим 1 – "Автоматический" - управление реализуется аппаратными средствами шкафа контроллера.

Управление каждым насосом и каждой задвижкой производится согласно алгоритму управления ПЛК (включен автоматический режим управления станцией).

Для достоверности значений задания дискретность (период сглаживания получаемых значений) передаваемых данных по давлению с диктующей точки и с напорного коллектора составляет 5 секунд.

Для работы в автоматическом режиме насосного оборудования необходимо указать источник задания режима: работа по диктующей точке или по давлению на напорном коллекторе. Также необходимо проверить задание значений уставок по давлению в диктующей точке и на напорном коллекторе.

По достижении времени включения основного НА выводится запрос на подтверждение запуска.

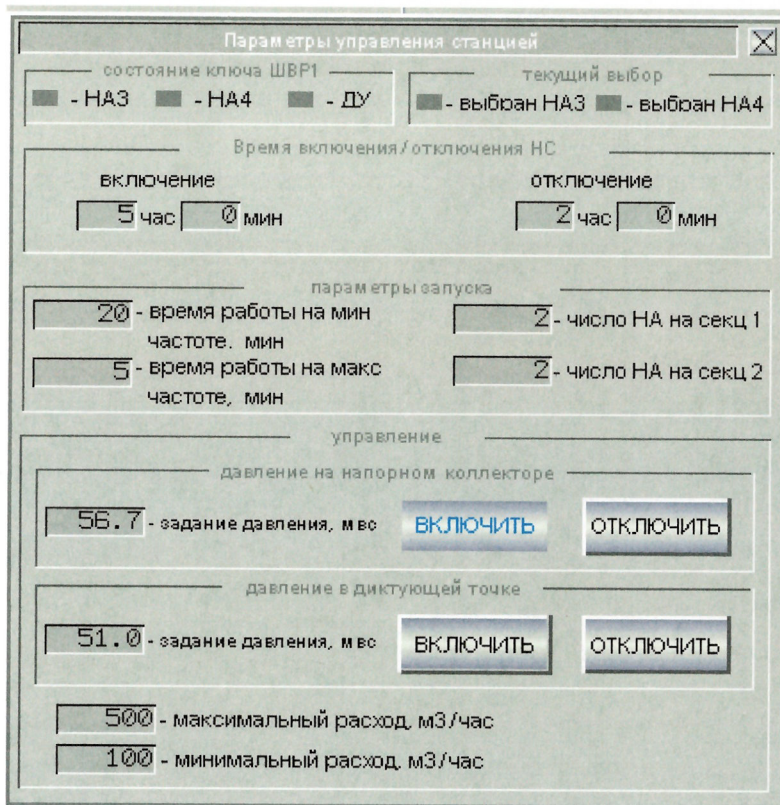


Рисунок 23. Окно выбора источника управления и внесения значения уставок.

Перед включением и во время работы НА происходит контроль за состоянием электродвигателя и пускорегулирующей аппаратуры и состоянием ПДЗ.

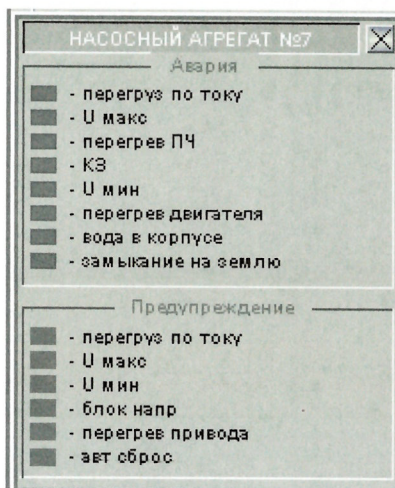


Рисунок 24. Окно контроля состояния оборудования.

В случае отклонения контролируемых параметров НА переходит в аварийный режим и происходит плавное торможение электродвигателя и закрытие ПДЗ.

На мнемосхеме у соответствующего НА высвечивается "Авария" и повторное включение оборудования в "автоматическом режиме" возможно после устранения всех замечаний и после квитирования аварийного состояния с панели шкафа управления или АРМ диспетчером.

Все действующие и снятые аварии фиксируются в "Журнале аварий".

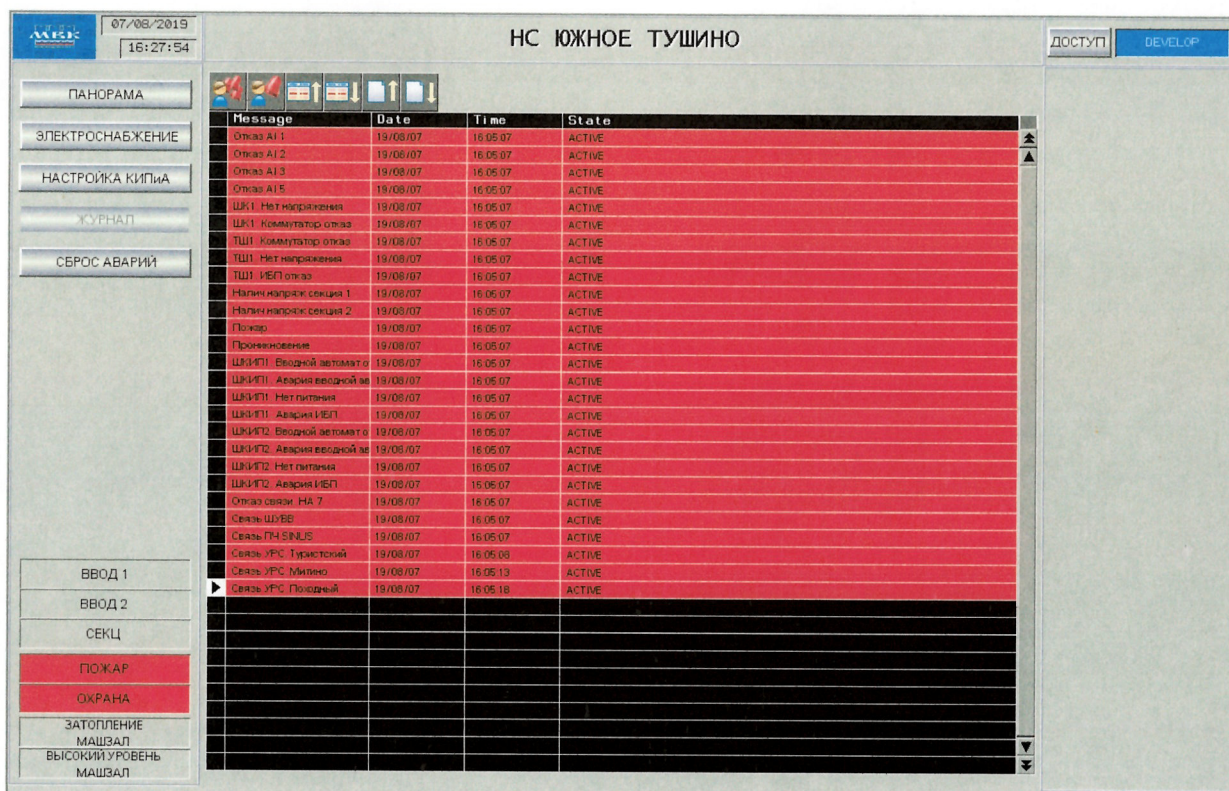


Рисунок 25. Окно журнала аварий.

Режим 2 "Дистанционный" - В дистанционном ручном режиме все функции "Автоматического управления" отключены, контроль за работой оборудования возложен на диспетчера СНС.

Включение оборудования в работу возможно с сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера после перевода оборудования в режим "Дистанционный". Становятся доступны кнопки управления: "пуск", "стоп" - для насосов, "открыть", "закрыть", "стоп" для каждой задвижки, вывод оборудования в ремонт или перевод в "Автоматический режим".

Перед включением и во время работы НА происходит контроль за состоянием электродвигателя и пускорегулирующей аппаратуры и состоянием ПДЗ.

В случае отклонения контролируемых параметров НА переходит в аварийный режим и происходит плавное торможение электродвигателя и закрытие ПДЗ.

На мнемосхеме у соответствующего НА высвечивается "Авария" и повторное включение оборудования в "автоматическом режиме" возможно после устранения всех замечаний и после квитирования аварийного состояния с панели шкафа управления или АРМ диспетчером.

Все действующие и снятые аварии фиксируются в "Журнале аварий" ПЛК.

Режим 3 "Местный" – контроль параметров и управление задвижками осуществляется персоналом с кнопочного пульта управления ШУН по месту.

В режиме – "Местный" физически разрываются цепи управления задвижками от ПЛК, все функции управления и контроля только с кнопочных пультов по месту.

Все насосы управляются вручную с кнопочных пультов на шкафах управления насосами. На сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера управление невозможно, осуществляется только контроль параметров.

Защита оборудования обеспечивается устройствами "Автоматического защитного отключения" и устройствами "преобразования частоты и плавного пуска".

Все действующие и снятые аварии фиксируются в "Журнале аварий" при исправности ПЛК.

В режим 3 переходим только при невозможности работы в режиме 1 или 2.

#### 8.5.14. Переходы между режимами

При работе технологического оборудования станции в режиме:

"Автоматический" - выбранное насосное оборудование работает в автоматическом режиме.

Управление включением и выключением насосным оборудованием и ПДЗ происходит по заданию ПЛК.

Для перехода в "Автоматический режим" нужно перевести тумблер на панели шкафа управления соответствующего насоса в положение "Автомат/Дистанционный".

На панели управления шкафа управления или АРМ Диспетчера данное насосное оборудование и соответствующий ему напорный ПДЗ должны быть переведены в "Автоматический режим" (АУ).

"Дистанционный" - Диспетчер СНС может дистанционно производить необходимые манипуляции с оборудованием (оборудование выходит из автоматического режима, до возврата в режим "обратно" с панели управления или диспетчером СНС):

- включение и выключение насосного агрегата,
- открытие и закрытие ПДЗ,
- вывод оборудования в ремонт.

Для перехода в "Дистанционный режим" нужно перевести тумблер на панели шкафа управления соответствующего насоса в положение "Автомат/Дистанционный".

На сенсорной панели шкафа управления или АРМ Диспетчера данное насосное оборудование и соответствующий ему напорный ПДЗ должны быть переведены в "Дистанционный" (ТУ).

"Местный режим" - считается аварийным режимом работы, т.к. позволяет произвести включение и контроль за оборудованием с местного поста управления, без участия ПЛК, при переключении тумблера на шкафу управления НА и ПДЗ в "Местный" происходит переключение цепей управления, в результате на работающем оборудовании (В режимах "Автоматический или Дистанционный" закрывается соответствующий напорный ПДЗ и происходит плавная остановка НА. Для повторного

включения нужно осуществить включение насоса с местного пульта управления или перевести переключатель обратно в положение "Автомат/Дистанционный".

При работе технологического оборудования станции в режиме "Автомат/Дистанционный" переключение в "Местный" (Ручной режим) режим на панели шкафа управления насосом приводит к остановке выбранного оборудования для обеспечения безаварийности НС, в случае сбоя работы ПЛК.

При работе технологического оборудования станции в режиме "Местный" переключение в "Автомат/Дистанционный" режим на панели шкафа ШУН также приводит к остановке выбранного оборудования.

Последующий запуск НА в режиме "Автомат/Дистанционный" произойдет по заданию ПЛК или по команде диспетчера СНС.

В автоматическом режиме в случае отсутствия сигнала с концевого выключателя задвижек 20,21,23,24,25,26,27,29 выдается сигнал "авария" (всплывающее окно на панели), соответствующие насосы выключены и находятся в режиме "авария". До устранения неисправности и сброса сигнала "авария" на сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера (при появлении сигнала концевого выключателя ПДЗ авария не сбрасывается автоматически).

#### 8.5.15. Запуск нескольких насосов в соответствии со схемой электроснабжения

Для защиты действующей кабельной линии от перегрузки оптимальный режим работы: по два насосных агрегата на каждой секции, в автоматическом режиме, (включение третьего насосного агрегата на секцию происходит диспетчером СНС).

При отключении одной из секций электроснабжения допускается работа не более двух насосов в автоматическом режиме, третий агрегат включается в работу вручную диспетчером СНС, то есть диспетчер сам может включить третий насос на одной секции.

При отключении одной из секций электроснабжения может произойти отключение всех работающих на данной секции НА на открытые ПДЗ (закроется обратный клапан), на мнемосхеме отключенных агрегатов появится предупредительный сигнал (авария, ошибка).

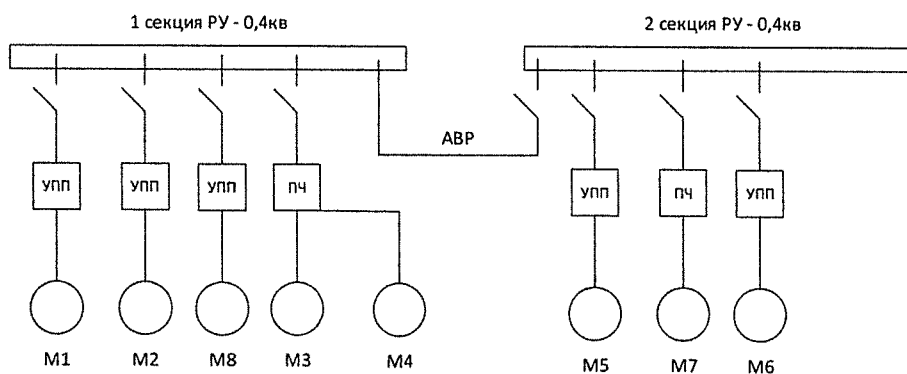


Рисунок 26. Расположение насосов на схеме электроснабжения РУ-0,4кВ

При включении питания через АВР другой секции, напорные ПДЗ на отключенных агрегатах закроются в автоматическом режиме, диспетчер СНС имеет право снять ошибки на агрегатах и запустить их согласно регламенту.

Если нет напряжения на обоих вводах, выдается сигнал "авария" до появления напряжения на одном из вводов. (Сигналы наличия напряжения на вводах не заведены в контроллер. Вывод аварийного сигнала не возможен.)

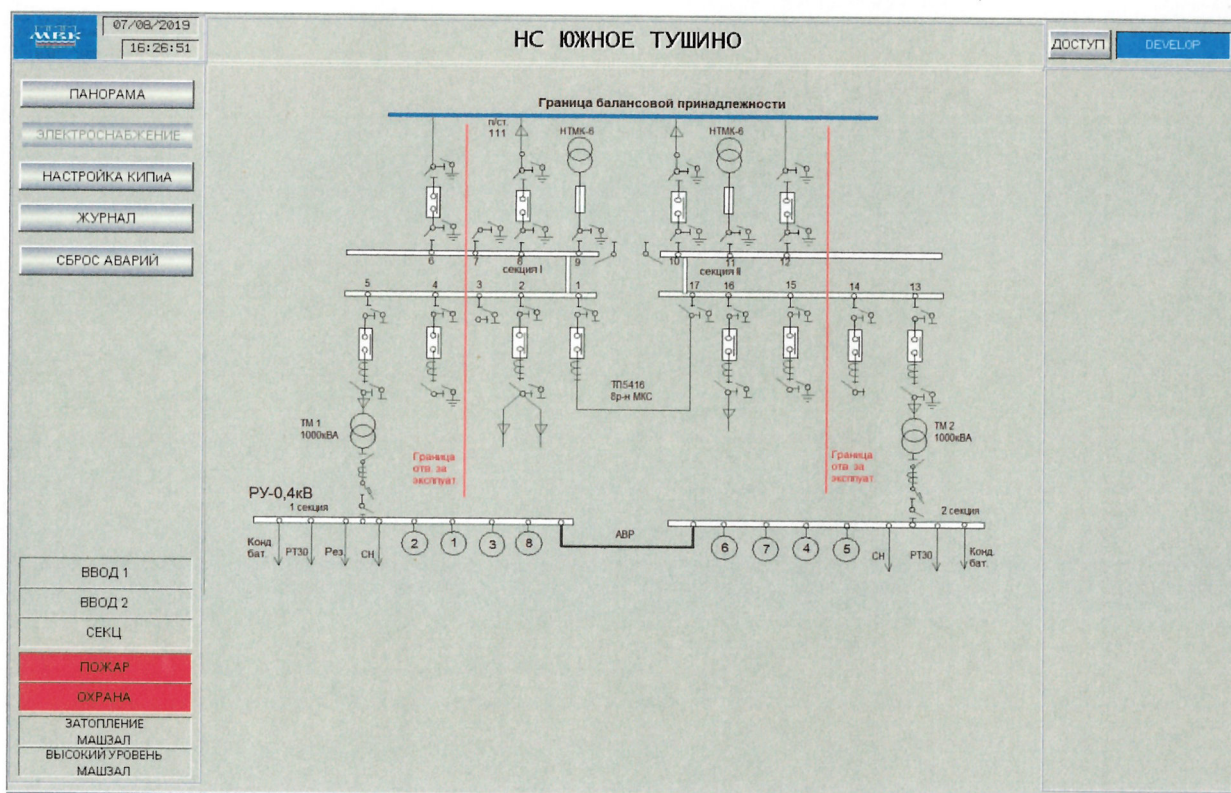


Рисунок 27. Окно контроля схемы электроснабжения РУ-0,4кВ (пример)

#### 8.5.16. Работа станции во время пожара или затопления

Если во время работы поступает сигнал "Пожар", выдается только сигнал предупреждения диспетчер. Станция продолжает работать в автоматическом режиме без изменений.

Если во время работы поступает сигнал "Затопление", выдается только сигнал предупреждения диспетчеру. Станция продолжает работать в автоматическом режиме без изменений. При фактическом затоплении станции, по сигналу поплавкового датчика в машинном зале происходит отключение всех НА, кроме НА №2 (IP68) до устранения неисправности.

#### 8.5.17. Работа при разрыве напорного трубопровода

Сигналом о разрыве трубопровода служит выход показаний давления в диктующей точке за установленные границы (снижение давления) при возрастании расхода с определенной скоростью относительно стандартного режима работы. Для работы данного алгоритма на показание суммарного расхода воды, выходящего с НС, накладывается временная сетка величиной  $T_{зад.} = 120$  секунд для расхода и 120 секунд



для давления в диктующей точке, половина из которой отводится для определения давления, а вторая половина для отсечки переходных процессов. Вся временная сетка сдвигается по графику вправо каждую секунду, после чего производится анализ показаний по точкам 1-2 и 3.

Если разница давления между точками 1 и 2 ( $P_1$  и  $P_2$ ) превышает заданную уставку и между точками 2 и 3 нет сильных скачков, то фиксируется понижение давления в диктующей точке (поступает сигнал).

Если было зафиксировано понижение давления, то по суммарному расходу включается учет разницы расхода между точками 1 и 2 ( $Q_1$  и  $Q_2$ ). Если при превышении заданной уставки на всем участке между точками 1, 2 был рост, то фиксируется повышение суммарного расхода.

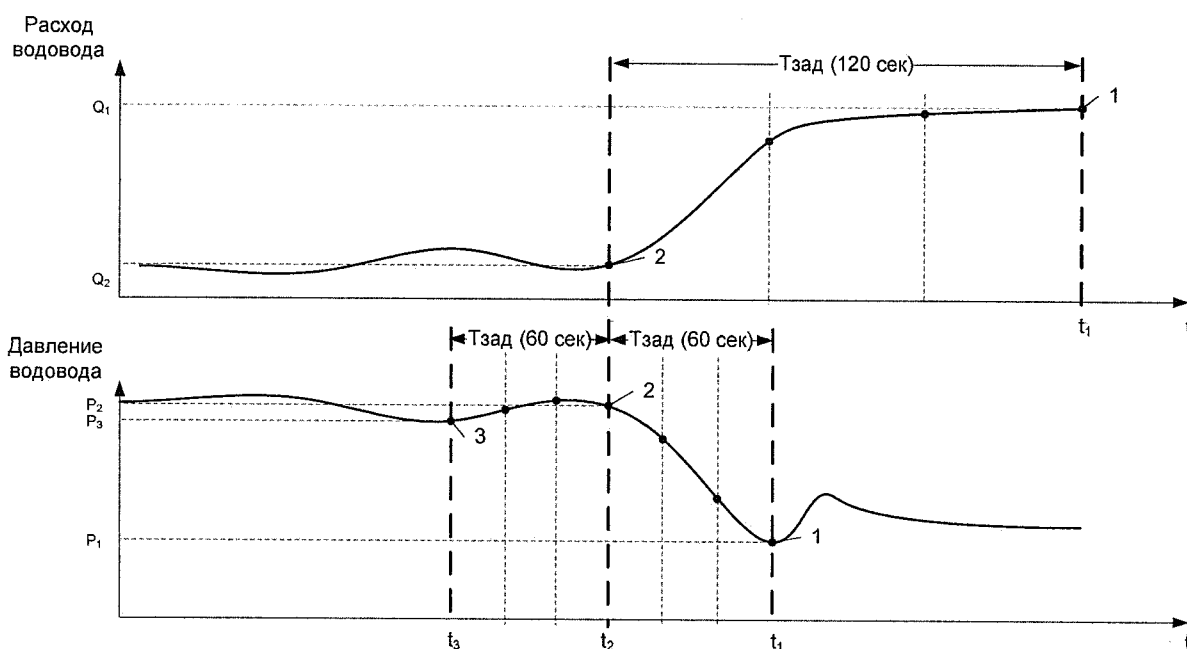


Рисунок 28. График показаний давления в диктующей точке

Сигнал разрыва трубопровода формируется если было зафиксировано понижение давления в диктующей точке и повышение суммарного расхода воды, выходящего с НС, выше максимально допустимого для данного времени суток.

"Время реакции дежурного персонала на аварийную ситуацию" (уставка по времени задается в сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера СНС).

Информация о возможном разрыве передается в ЦДУ и диспетчеру СНС.

Если в течение заданного времени дежурный персонал не принял должных мер по устранению аварийной ситуации, через заданное время (задается в сенсорной панели шкафа управления или АРМ диспетчера СНС) закрывается отсекающая задвижка неисправного трубопровода (Туристская – М38; Митино – М36).

### 8.5.18. Выбор режима работы НС

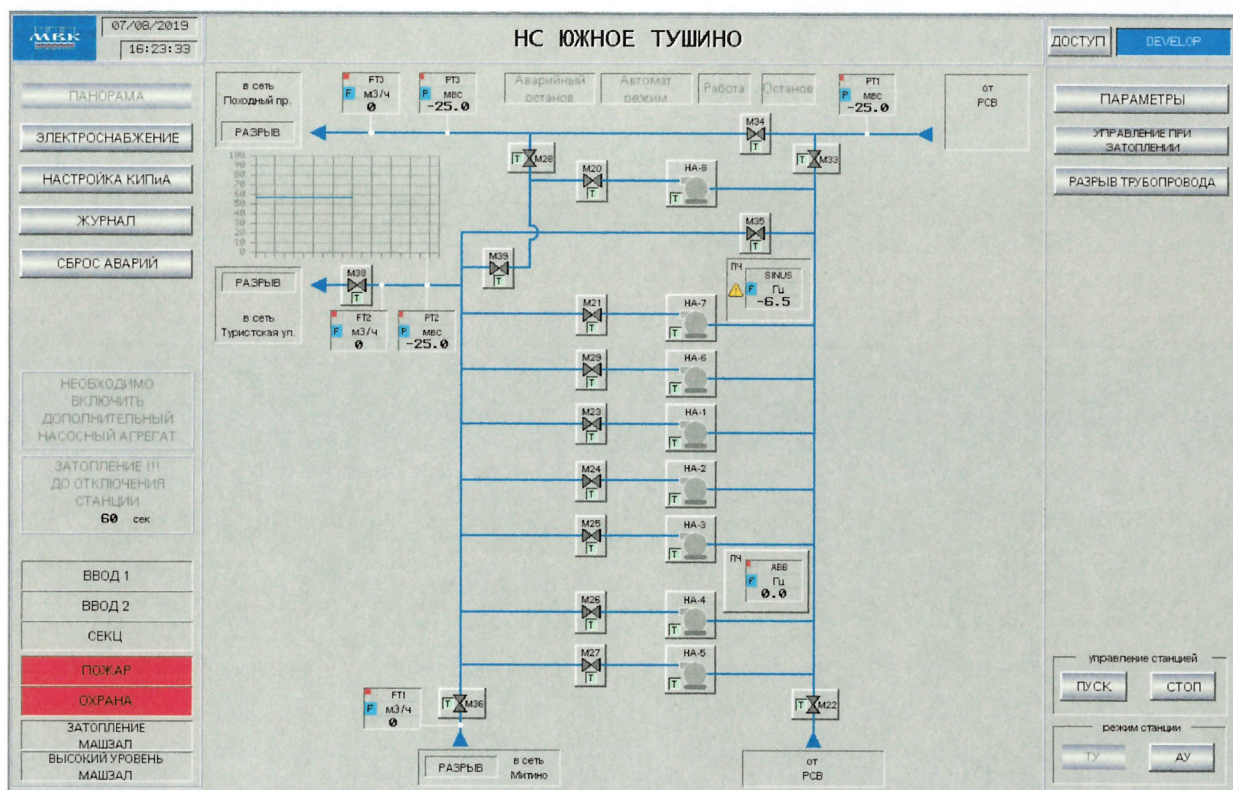


Рисунок 29. Мнемосхема НС Южное Тушино выбор режима станции

Для перевода НС из автоматического режима в режим полного дистанционного управления всеми процессами диспетчером СНС необходимо войти в учетную запись "Администратора" и нажать клавишу выбора режима работы станции.

При работе станции в автоматическом режиме и ее перевода в режим дистанционного управления все оборудование (НА, ПДЗ) продолжит работу согласно последнего задания на момент переключения станции. Дальнейшее управление НС осуществляется диспетчером СНС удаленно. (включение и выключение НА, задание частоты ПЧ, открытие и закрытие ПДЗ).

После работы станции в дистанционном режиме и ее перевода в режим автоматического управления все оборудование (НА, ПДЗ) продолжит работу согласно заданиям циклограммы по текущему времени и значениям давления в диктующей точке. Дальнейшее управление НС осуществляется автоматически (включение и выключение НА, задание частоты ПЧ, открытие и закрытие ПДЗ).

### 8.6. Аварийная сигнализация и информационные сообщения операторам

Термин "Авария" в АСДКУ трактуется как состояние объекта/системы/механизма/устройства при котором не возможна их нормальная эксплуатация. То есть авария в АСУТП может быть связана как с отдельным механизмом (например, электроприводом ЗРА) или устройством (например, датчиком давления) так и с группой механизмов (например, НА, включая всё его

обвязку и систему электропитания) или технологическим объектом (например, системой дозирования реагента на станции водоподготовки).

Отдельное устройство или механизм могут попасть в аварийное состояние по анализу их состояния (например, отсутствию показаний от датчика давления, ток = 0) или в ходе выполнения программы ПЛК (например, если отданная команда на закрытие ЗРА не была выполнена – не произошло срабатывание концевика на закрытие в течении заданного времени хода). В таком случае одному объекту соответствует одна активная авария, определяемая соответствующим правилом (например, отсутствие показаний от датчика более 1 минуты). Условием прекращения аварии будет смена состояния устройства на любое состояние, для которого не задано условие аварии.

В более сложных случаях (например, для интеллектуального электропривода ЗРА или ПЧ, управляющего электродвигателем насоса) авария может определяться набором условий, для каждого из которых будет возбуждаться своя авария с соответствующим текстом сообщения. Для АСУ ТП характерно формирование общего сигнала аварии (так называемая "сводная" авария) оператору или диспетчеру, но не вывод подробного списка всех аварий, которые, в свою очередь, оператор должен иметь возможность просмотреть в соответствующем информационном диалоге отдельного экземпляра оборудования (задвигки, насоса, прибора) или технологического участка.

Для отдельных технологических участков целесообразно и возможно объединение аварий от нескольких устройств, влияющих на функционирование технологического участка в целом. Как правило это используется для формирования общей картины состояния на укрупненной мнемосхеме либо передачи сигнала в вышестоящую диспетчерскую. К этой группе аварий также причисляются аварии и сообщения от внешних датчиков или систем (например, сигнал пожарной сигнализации, системы контроля газовой среды или датчика затопления в помещении, где установлено оборудование или просто сообщение о превышении температуры в помещении).

Для оборудования, механизмов, промышленных установок и приборов должны предусматриваться сигналы блокирования аварий. Как правило, это перевод оборудования оператором в состояние отключено/ремонт (например, для выполнения профилактических работ на насосном оборудовании или выполнении метрологической поверки прибора технологического контроля). Сигнал отключено (ремонт) должен препятствовать генерации аварийных сообщений оператору и исключать использование данного участка/оборудования в алгоритмах автоматической работы от ПЛК. В этом случае вместо аварийного сообщения должно формироваться предупреждение об отключенном оборудовании.

Помимо разделения аварий по технологическим участкам/оборудованию используется разделение аварийных и информационных сообщений по уровню критичности. Для всех объектов АО "Мосводоканал" реализуются несколько уровней

критичности аварийной, предупредительной и технологической сигнализации оператору. В общем случае эти сообщения делятся на следующие группы по приоритетам:

### 8.6.1. Критические аварии

Критическими считаются все аварии, которые воздействуют на:

Таблица 8

Влияние аварии на	Пример воздействия
Выполнение производственным объектом своей основной функции	Подача воды в город для станции водоподготовки или очистка стоков для очистных сооружений
Безопасность людей	Отравление персонала газами, пожар, затопление сооружений и окружающей местности

То есть отказ одного или нескольких НА при наличии на НС готового к работе резерва не является критической аварией, а пожар в здании, затопление, отказ всех вводов электроснабжения или отсутствие воды в резервуаре либо подающем коллекторе считается критической аварией.

О критических авариях должны быть немедленно оповещены (посредством СПУ или АРМ) операторы местного диспетчерского пункта (далее по тексту – оператор), диспетчеры СНС и ЦДУ. Все критические аварии должны подтверждаться операторами и диспетчерскими СНС (даже в случаях, когда сигнал, вызвавший аварию пропал или вернулся к норме) и иметь соответствующие сценарии оперативного оповещения и реагирования, предусмотренные должностными инструкциями персонала.

Перечень и форма подачи критических аварийных сообщений обязательно согласовываются с производственным подразделением АО "Мосводоканал". Техническим заданием на выполнение работ или ответственным представителем Заказчика в ходе пуско-наладочных работ определяется какие аварии будут считаться критическими и в какие диспетчерские пункты они должны быть доставлены, а также кто именно должен подтвердить получение сигнала критической аварии. В АСДКУ АО "Мосводоканал", построенной на основе GE iFix может потребоваться отдельный параметр для подтверждения – "квитирования" аварии в каждом диспетчерском пункте (МДП, ГДП, ЦДУ).

### 8.6.2. Обычные аварии и сбои в работе

Обычными считаются все аварии, которые не вызывающих критическую аварию, но воздействуют на:

Таблица 9

Влияние аварии на	Пример воздействия
Нормальную работу оборудования и приборов	Отказ насоса, ЗРА, отдельной технологической установки либо средств контроля и управления ими
Возможность контроля и управления объектом	Отказ линий связи с ПЛК либо нарушения в работе цепей контроля и управления оборудованием и устройствами
Материальный ущерб	Повреждение или выход из строя оборудования, механизмов, сооружений, средств автоматизации, кабелей, приборов и датчиков

То есть обычные аварии не имеют прямого влияния на функционирование объекта в целом и предусматривают действия оператора по организации устранения аварии или её последствий, например, вызов ремонтного персонала. В случаях если не предусмотрены автоматические действия программы управления объектом от ПЛК, оператор также может выполнять по месту либо удаленно, посредством дистанционного режима работы, переключения на резервные схемы работы, отключение отдельных экземпляров оборудования и т.п. Отсутствие связи с объектом может также трактоваться как авария, и даже носить критичный статус в случае, если на объекте отсутствует местный персонал.

О авариях и сбоях должны быть оповещены (посредством СПУ или АРМ) операторы местного диспетчерского пункта и диспетчеры СНС. Аварии должны подтверждаться операторами или диспетчерскими СНС (посредством СПУ или АРМ).

Аварии, возникающие периодически, например, при многократном превышении контрольного значения параметром с последующим возвратом его к норме не должны вызывать массовой генерации новых аварийных сообщений, требующих подтверждения оператором местного диспетчерского пункта, а должны обрабатываться как отдельная продолжительная авария с регистрацией соответствующих значений параметра (как правило, в течении суток, если иное не предусмотрено техническим заданием).

Часть аварий и сбоев, не требующая оперативного реагирования, может не требовать подтверждения оператором местного диспетчерского пункта или диспетчером СНС, но должна регистрироваться в соответствующих журналах аварий, допускающих их периодический просмотр и анализ оператором местного диспетчерского пункта (например, временное периодическое превышение контрольной температуры подшипника насоса или давления в контрольной точке). В зависимости от требований ТЗ или решений принятых в ходе ПНР регистрация аварий происходит на ПЛК с отображением на СПУ и/или на АРМ оператора местного диспетчерского пункта или диспетчера СНС.

ПО ПЛК/СПУ и АРМ АСДКУ должно предусматривать фильтрацию аварий по основным единицам оборудования, технологического участка производства, объекта управления с возможностью просмотра истории аварий не менее чем за год (если иное не определено ТЗ) для местных шкафов управления (и за два-пять лет для архивов систем АСДКУ SCADA).

При необходимости ТЗ либо в процессе реализации АСУТП может быть предусмотрено несколько статусов аварийных сообщений, различаемых по уровню критичности, для реализации определенных сценариев реагирования персонала. В этом случае подразумевается выделение разных аварий различной цветовой кодировкой и/или звуковыми сигналами в интерфейсах оператора СПУ (и АРМ). Как правило аварии маркируются на технологических мнемосхемах и в окне сообщений красным цветом. Правила отображения аварийных сообщений определяются документом "Правила разработки автоматизированных систем

диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал".

В интерфейсе управления объектом должна быть реализована возможность отключения аварийной сигнализации для каждой единицы основного оборудования отдельно и для объекта/технологической линии или участка в целом. В данном случае используется, как правило, при временном выводе части оборудования из эксплуатации для производства ремонтных работ и тому подобное.

#### 8.6.3. Предупреждения

Предупреждениями считаются все сбои в работе, не требующие действий оператора по их устранению. Например, отключения и вывод в ремонт оборудования, превышение "предупредительного" уровня или иного значения параметра, задержки в работе механизмов, кратковременное отсутствие показаний приборов и датчиков, отсутствие связи с периферийными устройствами, получение команды оператора на объекте о переводе оборудования в режим местного управления.

Предупреждения должны согласовываться с производственным подразделением АО "Мосводоканал" и отмечать существенные моменты работы алгоритма управления технологическим процессом.

Предупреждения должны быть представлены (посредством СПУ или АРМ) операторам местного диспетчерского пункта, если иное не определено ТЗ. Как правило предупреждения маркируются на технологических мнемосхемах и в окне сообщений желтым цветом.

#### 8.6.4. Сообщения

Сообщения формируются для оповещения оператора о нормальном срабатывании основного оборудования, достижения необходимых показателей и подобных важных моментах работы автоматизированной системы управления. Например, при подаче команды ПЛК на включение насоса в случае успешного включения может быть сформировано сообщение "Насос №### включен" (при отказе либо по истечении времени алгоритм ПЛК должен сформировать сообщение об аварии "Насос №### не включился").

Сообщения должны согласовываться с производственным подразделением АО "Мосводоканал" и отмечать существенные моменты работы алгоритма управления технологическим процессом.

Сообщения должны быть представлены (посредством СПУ или АРМ) операторам местного диспетчерского пункта, если иное не определено ТЗ.

Правила отображения информационных и предупредительных сообщений также, как и аварий определяются документом "Правила разработки автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления (баз данных, мнемосхем, аварийной и предупредительной сигнализации, организации управления) в АО "Мосводоканал".

#### 8.6.5. Порядок разработки аварийной сигнализации

С целью определения состава и типов аварийных и информационных сообщений от конкретного объекта автоматизации разработчик (проектировщик, инженер АСУТП, составитель технологического задания, исполнитель пуско-наладочных работ) обязан:

- Присвоить буквенно-цифровое обозначение всем элементам оборудования, участвующим в процессе автоматизации (насосам, задвижкам с электроприводом, приборам и датчикам и т.п.) в соответствии с принятой в АО "Мосводоканал" системой классификации и кодирования для конкретного объекта конкретного производственного подразделения. Необходимо учесть существующую систему обозначений цеха/объекта, а также тот факт, что сообщения и обозначения должны сохранять позиционную привязку объектов вплоть до верхнего(городского) уровня управления АО "Мосводоканал".

- Составить перечень аварийных сигналов и событий для каждого элемента оборудования, участвующего в автоматизации. Также, возможно, учесть дополнительные события/аварии, поступающие от внешних систем, например, систем пожарной сигнализации, систем контроля доступа, систем мониторинга устройств связи и тому подобного (при их наличии по требованиям технического задания Заказчика).

- Разделить аварийные сообщения по статусу (критичная авария, обычная авария, предупреждение, информационное сообщение) и зоне ответственности персонала (с соответствующим кодом: ЦДУ или городской диспетчерский пункт, диспетчерскими пунктом СНС, местный диспетчерский пункт, локальный пульт управления шкафа автоматики). Каждая авария может иметь только один статус в соответствии с вышеприведенными правилами, но входить при этом сразу в несколько зон ответственности персонала.

- Определить перечень аварий и сообщений, регистрируемых в истории технологического процесса на АРМ SCADA и/или в журнале оператора местной сенсорной панели управления.

- Определить порядок отображения аварии на соответствующих мнемосхемах АРМ и экранах сенсорных панелей управления в соответствии с требованиями АО "Мосводоканал" к отображению аварийных и информационных сообщений. Каждая авария или предупреждение могут быть отображены цветом на схематичном изображении оборудования, а также появляться в соответствующих таблицах/окнах отображения аварий и сообщений.

- Согласовать полученную таблицу аварийных и информационных сообщений с Заказчиком.

- Реализовать в прикладном ПО указанные аварии и провести их тестирование в режиме симуляции ПЛК (без подключения к реальному объекту).

– Разработать программу и методику тестирования на объекте и провести её с участием ответственных представителей Заказчика и оформлением соответствующих требованиям АО "Мосводоканал" к технической документации протоколов испытаний.

– Ввести объект в опытную, а затем, после доработки по выявленным замечаниям Заказчика, в промышленную эксплуатацию.

#### 8.6.6. Звуковая сигнализация

Предупреждающие и аварийные сигналы должны быть прерывистыми. Вид звукового сигнала – генератор, гудок, свисток, звонок, сирена.

Несущая частота предупреждающих сигналов должна быть 200-600 Гц при длительности сигналов и интервалов между ними 1- 3 секунд.

Несущая частота предупреждающих сигналов должна быть 800-2000 Гц при длительности сигналов и интервалов между ними 0,2- 0,8 секунд.

Звуковые сигналы должны подаваться только для критичных аварий, по перечню, согласованному Заказчиком.

Звуковая сигнализация должна отключаться после квитирования оператором/диспетчером.

В интерфейсе управления объектом должна быть реализована возможность отключения звуковой сигнализации (если иное не задано Заказчиком в требованиях ТЗ). В данном случае используется, как правило, при временном выводе объекта из эксплуатации для производства ремонтных работ и тому подобное.

### **8.7. Запись истории технологического процесса и работы оператора**

#### 8.7.1. Целевые задачи регистрации истории ТП

Запись параметров ТП в журналы истории ТП выполняется в АО "Мосводоканал" с несколькими основными целями:

– Организация технологического либо метрологического учёта (например, воды или реагентов) для последующей передачи и обработки параметрами сторонними приложениями;

– Регистрация истории работы оборудования и параметров ТП для создания целостной картины его работы (например, при разборе течения аварийной ситуации на объекте или для анализа параметров технологических режимов работы при длительном функционировании сооружений водоочистки);

– Регистрация действий оператора по управлению ТП и реакций на аварийные сообщения (например, изменение доз реагентов, перевод оборудования в режим дистанционного управления или подтверждение получения сигнала аварии);

– Записи изменений параметра для отображения в виде графиков (трендов) оператору на мнемосхемах операторского контроля и управления;



Исходя из целей запись параметров ТП ведётся локально – на контроллере с отображением на сенсорной панели управления или на АРМ АСДКУ диспетчерского персонала. В данном документе мы ограничиваемся рассмотрением записи локальных исторических данных и формированием данных в ПЛК для регистрации на вышестоящем уровне.

### 8.7.2. Регистрация данных в истории ТП

Программами ПЛК/СПУ должна быть предусмотрена регистрация следующих данных (при наличии технической возможности, в зависимости от модели ПЛК и версии ПО разработки):

Таблица 10

Что регистрируется	Примеры
События подключения к ПЛК и изменения ППО	Подключение ПО разработки по Ethernet и/или локальному каналу связи; Загрузка ППО; Выгрузка ППО; Изменение ППО
События авторизации	Ввод на СПУ пароля инженера или оператора (подключение и отключение)
Действия инженера, инженерные уставки	Изменение через меню СПУ либо удаленно через АРМ диспетчера параметров оборудования или ограничений уставок работы (например, времени хода задвижки или соответствия физических единиц шкалы измерений датчика 4..20 мА или пределов регулирования какого-либо параметра оператором)
Действия оператора, уставки и параметры ТП	Изменение уставок технологического процесса оператором; Перевод оборудования в режим дистанционного управления оператором; Включение/отключение оборудования оператором
Аварии	Получение аварийного сообщения; Квитирование оператором аварийного сообщения
Предупреждения	Получение предупреждения;
Параметры ТП	Включения/отключения основного оборудования, например, насосов; Иные параметры записываются в ПЛК только в случае необходимости (например, если требуется отображать оператору СПУ наработку насоса "моточасов" или суточную/текущую подачу воды куб/час) и с заданной периодичностью, поскольку основные параметры ТП регистрируются и обрабатываются на вышестоящем АРМ АСДКУ

Следует избегать записи в ПЛК лишней, не требующейся для реализации основных функций контроля и управления данных. Период хранения данных также должен быть ограничен (не более 1 года). Безусловно в постоянной памяти контроллера всегда должны сохраняться только заданные уставки и параметры, восстановление которых необходимо обеспечивать при восстановлении работы ПЛК после отключения. Также должна быть обеспечена запись событий информационной и технологической безопасности (запись событий доступа к ПЛК и действий оператора/инженера).

Все параметры, не используемые непосредственно для организации контроля и управления от ПЛК/СПУ должны быть предоставлены в виде таблицы сигналов от ПЛК для вышестоящей АСДКУ (SCADA). Именно АСДКУ ведёт обработку и запись параметров учёта, работы оборудования и прочих в соответствующих базах данных истории технологических процессов.

### 8.7.3. Журналы аварий

С целью анализа работы технологического объекта производится запись аварийных и технологических сообщений в соответствующие архивы (таблицы) истории аварий. Таблицы текущие и архивные состоят из следующих одинаковых столбцов:

- Время – время, когда наступило событие;
- Тег (необязательно) – буквенное обозначение сигнала;
- Значение – значение измеряемой величины в момент возникновения события;
- Лимит – предельное значение для измеряемой величины;
- Оператор – имя оператора, подтвердившего аварию/событие. Чтобы подтвердить факт получения сообщения об аварии/событии оператор должен ввести имя и пароль перед началом своей смены, которые откроют ему доступ к возможности подтверждения аварий;
- Описание – комментарий, связанный с аварией/событием;
- Продолжительность (необязательно) – длительность аварии/события в неподтвержденном состоянии.

Все строки сообщений об авариях/событиях имеют также цветовую маркировку, означающую следующее:

- Красный – текущая неподтверждённая авария;
- Черный – текущая подтвержденная авария;
- Синий – авария, вернувшийся в нормальное состояние без подтверждения оператором.

## 9. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

9.1. Начальник службы промышленной автоматизации, диспетчеризации и контроля УАСУТПиС несет ответственность за актуализацию данных Требований.

9.2. Контроль за соблюдением Требований возлагается на начальника УАСУТПиС, а в его отсутствие – на лицо, его замещающее.

9.3. Работники, виновные в неисполнении или ненадлежащем исполнении Требований, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и локальными нормативными актами Общества.