

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования

**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко
« 27 » 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка автоматизированной системы управления хозяйственно-
питьевого водоснабжения магистральной насосной станции

Исполнитель
студент группы 841 об

 25.06.2022
(подпись, дата)

В.К. Гринь

Руководитель
доцент, канд. техн. наук

 25.06.2022
(подпись, дата)

А.Н. Рыбалёв

Консультант по безопасности
и экологичности
доцент, канд. техн. наук

 17.06.2022
(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормконтроль
профессор, д-р техн. наук

 27.06.2022
(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра энергетики
Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

и.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко
« 14 » 06 2022 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Гринь Виктории Константиновны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Разработка автоматизированной системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции.
(утверждена приказом от 05.04.2022 № 619-34.)
2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 25.06.2022
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Техническая документация; материал, полученный в ходе выполнения работы; интернет ресурсы.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): 1. Информация об объекте автоматизации; 2. Выбор технических средств; 3. Программная реализация; 5. Безопасность и экологичность.
5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) 6 листов графической части, 70 страниц, 26 рисунка, 16 таблиц.
6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) Булгаков Андрей Борисович – консультант по безопасности и экологичности, доцент, кандидат технических наук
7. Дата выдачи задания 10.03.2022

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей Николаевич - доцент, кандидат технических наук

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 10.03.2022


(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 70 страниц, 26 рисунков, 16 таблиц, 1 приложение, 20 источников.

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ, ПОГРУЖНЫЕ АРТЕЗИАНСКИЕ НАСОСЫ, БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

Цель выпускной работы разработка автоматизированной системы управления системы хозяйственно-питьевого водоснабжения магистальной насосной станции.

В выпускной квалификационной работе был рассмотрен объект автоматизации, схема технологического процесса, принципиально-электрическая схема, и основное оборудование, выбраны технические средства автоматизации и разработаны:

- эскиз щита управления;
- управляющая программа.

Содержание

Введение	9
1 Характеристика объекта автоматизации	11
1.1 Назначение	11
1.2 Блок водоочистки	12
1.2.1 Описание технологического процесса подготовки воды	13
1.2.3 Автоматизация технологических решений	14
1.3 Описание алгоритма управления объекта автоматизации	17
2 Функциональная схема	20
3 Выбор технических средств	24
3.1 Артезианский насос	24
3.2 Гидроаккумулятор	25
3.3 Хозяйственный насос	26
3.4 Датчик давления	28
3.5 Манометр	30
3.6 Измеритель уровня	32
3.7 Программируемый логический контроллер	33
5 Принципы функционирования АСУ	37
7 Разработка программного обеспечения	40
7.1 Структура и назначения программного комплекса	40
7.2 Разработка имитационной модели системы водоснабжения в среде simulink	40
7.3 Программная модель технологического процесса и щита управления	47
8 Безопасность и экологичность	50

8.1 Безопасность	50
8.2 Меры безопасности при эксплуатации оборудования	51
8.3 Меры безопасности при работе с реагентами	53
8.4 Экологичность	56
8.5 Осуществление мониторинга за объектами окружающей среды	58
8.6 Чрезвычайные ситуации	60
8.7 Действия работников при возникновении пожара	61
Заключение	64
Библиографический список	65
Приложение А	67

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной бакалаврской работе используются ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки;

ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи;

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы;

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 2.121-73 Единая система конструкторской документации. Технологический контроль конструкторской документации;

ГОСТ 2.201-80 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов;

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные;

ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем;

ГОСТ 2.709-89 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединения электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах;

ГОСТ 2.710-81 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах;

ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения;

ГОСТ 19.701-90 Единая система конструкторской документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем;

ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах;

ГОСТ 34.602-89 Единая система конструкторской документации. Техническое задание на создание автоматизированной системы;

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

ОСТ 36.13-90 Щиты и пульты средств автоматизации технологических процессов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

НХПВ - насосная станция хозяйственно- питьевого водоснабжения;

ЩУ – щит управления;

ТП – технологический процесс;

ТП – технологический процесс;

ДД – датчик давления.

ВВЕДЕНИЕ

Под автоматизацией в широком смысле этого термина, понимается процесс внедрения технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, передачи и использования энергии, материалов и информации.

Автоматизация на объектах, обеспечивающих водоснабжение и канализацию, необходима для повышения эффективности технологического процесса добычи и транспортировки воды, снижения затрат электроэнергии, повышения качества и надежности подачи воды потребителям.

Основными задачами системы автоматизации водоснабжения является непрерывная подача воды в водопровод потребителя, поддержание в нем заданного давления, а так же защита от аварийных ситуаций, таких как недостаток воды в скважине, переполнение резервуара

Целью данной работы является создание автоматической системы управления хозяйственно – питьевого водоснабжения магистральной насосной станции. Система служит для бесперебойной подачи воды на магистральную насосную станцию. Система предназначена для ручного и автоматического управления насосами с целью поддержания постоянного давления до 4 Па, которое обеспечивает бесперебойную подачу воды для хозяйственных нужд сотрудников станции.

В данной работе мы рассмотрим насосную станцию 1 подъема, и насосную станцию 2 подъема. Насосные станции 1-го подъема в основном заглубленные. Степень заглубления насосной станции зависит от амплитуды колебания уровня воды в источнике и допустимой высоты всасывания насосов. При большой амплитуде колебаний горизонта воды необходимо устройство заглубленной станции. Отметка земли у станции для предохранения от затопления должна быть выше самого высокого уровня воды в источнике. Заглубленные здания станций должны выдерживать давление грунта и воды

и быть водонепроницаемыми. Насосная станция второго подъема используется для подачи воды в водопроводную систему поселения. Подача станций второго подъема отличается от подачи станций первого подъема тем, что она неравномерна, меняется на протяжении суток. Максимальное потребление воды, в основном, происходит в утренние и вечерние часы. Насосы необходимо подбирать с расчетом того, чтобы они смогли обеспечить максимальную подачу в час пик расхода.

В данной работе насосная станция 1 подъема – это артезианские погружные насосы, которые будут качать воду из скважины на насосную станцию 2 подъема, где вода уже будет проходить очистку, также она будет очищаться на ультрафиолетовых лампах, после чего вода будет идти к потребителю.

Система автоматизации состоит из следующих элементов:

- датчиков (давления, температуры, расхода и т. п.);
- измерительных преобразователей;
- модулей ввода/вывода данных, компьютера и/или программируемого контроллера, исполнительных устройств.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Назначение

Объектом автоматизации является станция хозяйственно-питьевого водоснабжения насосной магистральной станции (Транснефть). Компания Транснефть это нефтепроводная монополия и крупнейшая в мире трубопроводная организация, которая владеет 70 тыс. км магистральных нефтепроводов.

Станция хозяйственно-питьевого водоснабжения предназначена для бесперебойной подачи очищенной воды потребителю.

Технико-экономические показатели:

- Максимальная подача воды потребителям - 7,0 м³/час;
- Максимальная производительностью установки- 7,0 м³ /час;
- Максимальная суточная полезная производительность установки- 19,8 м/сутки;
- Максимальная суточная производительность 22,8 м/сут (с учетом потребления на собственные нужды);

Технологическое оборудование станции водоподготовки монтируется на полу. Все опоры под трубопровод из оцинкованной стали, представляют собой металлические рамы и конструкции с хомутами, регулируемые по высоте, которые крепятся к полу помещения насосной станции хозяйственно-питьевого водоснабжения. Над трубопроводами устроены мостики для обеспечения подхода и обслуживания оборудования и арматуры.

- Источник водоснабжения – артезианские скважины.
- Максимальный расход исходной воды 7,0 м³/ч.
- Подводящий и отводящий трубопровод исходной и очищенной воды – диаметр 57х3,0.
- Отводящие трубопроводы исходной и очищенной воды от станции водоподготовки.
- Очищенная вода- Ду50 с резьбовым соединением 2”(Ру10);

– Отводящий трубопровод канализации от станции водоподготовки – Ду50 с резьбовым соединением 2”(Рy10).

Электроснабжение – от распределительного устройства, расположенного в электрощитовой насосной станции хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Объектами существующей АСУТП являются:

- Насос центробежный Grundfos CR-3-15A, в количестве 3 шт;
- Бак-гидроаккумулятор;
- Установка УФ-обеззараживания воды ОДВ-5;
- Артезианские насосы типа «скважина», в количестве 2 шт;

1.2 Блок водоочистки

Станция водоподготовки производительностью до 7,0 мУч предназначена для очистки исходной воды до норм СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Проектируемые технологические трубопроводы подачи воды в пределах помещения станции водоподготовки прокладываются из стальных водогазопроводных оцинкованных труб. Обвязка предусмотрена разборная, в теплоизоляции. В местах подключения оборудования к обвязке предусмотрена установка вибровставок.

Подключение электропотребителей производится от проектируемого щита управления установкой очистки воды.

Все напорные трубопроводы системы водоподготовки рассчитаны на пропуск заданного расхода воды при условии, что скорость потока не превысит 2 м/с и потери напора будут минимальными.

В таблице представлены потери давления по основному технологическому оборудованию от входа исходной воды на станцию очистки воды до подачи чистой воды к УФ-стерилизаторам.

Таблица 5 - Потери давления

№	Наименование	Потери давления, бар
1	Фильтр сетчатый ФГ1	0.02
2	Фильтр сетчатый ФГ2	0.01
3	Импульсный водосчетчик РИ1, РИ2	0.04
4	Фильтры осветления	0,25
5	Фильтр тонкой очистки	0,1
6	Трубы, фитинг, арматура, геом. Высота	0,15
7	Статический смеситель СМ 1,СМ2	0,3
8	Аэрационная колонна	0,1
9	Напорная камера (НК)	0,19
	Итого:	1,5

1.2.1 Описание технологического процесса подготовки воды

Подача исходной воды на установку очистки осуществляется насосами: 2 рабочих и 1 резервный из баков исходной воды. Включение и выключение насосов осуществляется в автоматическом режиме, по показаниям датчиков давления, установленных перед гидропневмобаком (ГА).

Для учета общего водопотребления воды перед подачей ее на очистку предусмотрен водомерный узел. Перед водомерным узлом установлен сетчатый фильтр. На нем происходит очистка от грубых механических примесей для защиты установленного далее оборудования.

В поток исходной воды дозируется щелочной реагент для повышения рН до значения 8,0-8,5. Подача раствора осуществляется по данным датчика рН, установленного после аэрационной колонны. После точки дозирования устанавливается статический смеситель.

Далее вода поступает на ступень напорной аэрации, где производится ее насыщение кислородом воздуха. Данная стадия предназначена для окисления содержащегося в воде железа, а также удаления растворенных газов.

Далее в воду дозируется раствор коагулянта. Работа дозирующих насосов НД2-НД3 (1 рабочий+ 1 резервный) - по сигналу от расходомера на линии исходной воды. После точки дозирования устанавливается статический смеситель.

После дозирования реагентов вода поступает в напорную камеру хлопьеобразования.

Далее вода поступает в три параллельно установленные напорные установки осветления и обезжелезивания АКВАФЛОУ FF 535/A-31, предназначенные для снижения содержания железа, марганца и кремния. Промывка фильтров производится очищенной водой из емкости чистой воды промывными насосами (1 рабочий и 1 резервный) в автоматическом режиме поочередно, но не более одного фильтра в сутки. Переключение потоков каждого фильтра при промывке производится при помощи управляющих клапанов и шаровых кранов с электроприводами. Управление приводами осуществляется с общего контроллера, установленного в шкафу управления.

Заключительная стадия очистки механическая фильтрация тонкостью очистки 1 мкм на мультипатронном картриджном фильтре.

Далее очищенная вода поступает на стадию обеззараживания на установках ультрафиолетового излучения.

Приборы КИПиА, установленные на станции водоподготовки.

Во всех необходимых точках контроля и регулирования устанавливаются манометры и пробоотборники. На вводе исходной воды, на трубопроводе очищенной воды после мультипатронного фильтра устанавливаются многоструйные сухходные крыльчатые счетчики с импульсным выходом для регистрации пропущенного объема воды.

Также в необходимых местах устанавливается регулирующая и предохранительная арматура:

- воздухоотводчики/ вакуумбрейкеры;
- запорные краны с функцией регулировки расхода.

1.2.3 Автоматизация технологических решений

Станция водоподготовки спроектирована для работы в автоматическом режиме.

Подача исходной воды на установку очистки воды осуществляется из баков двумя насосами (оборудование Заказчика). На входе воды в установку установлен импульсный расходомер (РИ1). РИ1 служит для учета расхода исходной воды в системе, индикации текущего расхода на панели шкафа управления установкой очистки воды (ШУОВ), подачи сигнала на насосы дозаторы коагулянта для пропорционального дозирования реагента, на насос-дозатор щелочного реагента для включения/выключения насоса-дозатора по наличию потока воды, а так же включения компрессоров аэрации.

Затем поток воды проходит точку дозирования комплекса дозирования щелочного реагента. Комплекс дозирования состоит из насоса-дозатора и емкости, снабженной датчиком нижнего уровня (ДУ1). ДУ1 служит для защиты насоса-дозатора от работы по сухому ходу. Насос-дозатор производит дозирование реагента пропорционально показаниям датчика рН.

Далее поток воды поступает в аэрационную колонну (АК). В АК подается воздух от двух компрессоров аэрации (КС1 и КС2). КС1 и КС2 работают попеременно при наличии протока воды через расходомер (РИ1).

После АК поток воды проходит точку дозирования коагулянта. Каждый комплекс дозирования коагулянта состоит из насоса-дозатора и емкости, снабженной датчиком нижнего уровня (ДУ2,ДУ3). Датчики уровня служат для защиты насосов-дозаторов от работы по сухому ходу. Дозация производится пропорционально по сигналу от расходомера РИ1. Один из двух комплексов дозирования коагулянта является резервным и включается в работу на панели ШУОВ.

Затем вода подается на фильтры обезжелезивания, каждый фильтр обвязан на двух шаровых кранах с электроприводом (КШЭ2-7) и оборудован автоматическим управляющим клапаном Fleck 3150. Промывка фильтров производится по времени, очищенной водой из емкости очищенной воды для промывки с помощью промывных насосов 1 и 2 (НС1 и НС2). Закрытие и открытие КШЭ2-7 производится согласно по заданному алгоритму при промывке соответствующего фильтра.

Очищенная вода после мультипатронного фильтра проходит расходомер РИ2. РИ2 служит для учета расхода очищенной воды в системе и индикации текущего расхода на панели ШУОВ.

После РИ2 поток разделяется на два направления: первый поток идет в точку выдачи очищенной воды, второй поток, при открытом кране шаровом с электроприводом (КШЭ1), поступает на заполнение промывной емкости. КШЭ1 открывается и закрывается согласно уровню в промывной емкости. Ёмкость оборудована датчиком давления (ДД1) для определения уровня воды в емкости. Нижний уровень емкости используется в качестве сухого хода для промывочных насосов. После емкости установлена промывная насосная станция, состоящая из НС1 и НС2. Рабочим насосом является один насос, второй резервный (по умолчанию рабочий насос НС1, смена рабочего насоса может быть осуществлена на панели ШУОВ). Включение НС1/НС2 производится в соответствии с алгоритмом при выходе в регенерацию одного из фильтров ОФ1-3.

При достижении нижнего уровня в одной из емкостей дозирующих комплексов или промывной емкости выдается сигнал об аварии установки очистки воды.

На панели оператора шкафа ШУОВ предусмотрен вывод следующих показаний и индикации параметров:

- Состояние главных исполнительных механизмов;
- Показание текущего расхода воды в системе;
- Уровень воды в емкости промывной воды;
- Текущее показание датчика рН;
- Проведение пуско-наладочных работ;

ООО «ВОДЭКО» производит шеф-монтажные и пуско-наладочные работы. ООО «ВОДЭКО» разрабатывает программу пуско-наладочных работ и согласовывает ее с Заказчиком и эксплуатирующей организацией, производит комплекс пуско-наладочных работ. ООО «ВОДЭКО» производит инди-

видуальные испытания (опробывание) оборудование установки очистки воды и предъявляет результат Заказчику.

Сроки вывода системы очистки питьевой воды на эксплуатационный режим, обеспечивающий достижение проектных параметров очистки воды по всем контролируемым показателям, составляет не более 1,5 месяцев независимо от времени года.

Совместно с эксплуатирующей организацией ООО «ВОДЭКО» разрабатывает программу комплексного опробывания системы очистки питьевой воды и совместно с эксплуатирующей организацией проводит комплексное опробование системы очистки питьевой воды.

В процессе комплексного опробывания:

- производится технологическая наладка оборудования;
- уточняются дозы применяемых реагентов;
- налаживается процесс очистки;
- вычисляются и устраняются недостатки в работе отдельных элементов сооружений, коммуникаций, запорно-регулирующего оборудования и средств контроля и автоматизации.

После окончания пуско-наладочных работ в процессе комплексного опробывания ООО «ВОДЭКО».

- производит отбор проб исходной и очищенной воды (в присутствии представителя эксплуатирующей организации);
- обеспечивает проведение анализов проб аккредитованными лабораториями (на все ингредиенты, указанные в таблице 1);

После проведения пуск-наладочных работ и комплексного опробования составляет инструкция по эксплуатации системы очистки питьевой воды.

ООО «ВОДЭКО» осуществляет обучение персонала эксплуатирующей организации контролю работы и эксплуатации оборудования очистки питьевой воды.

1.3 Описание алгоритма управления объекта автоматизации

При минимальном предельном уровне в баках неочищенной воды алгоритм формирует команды на автоматическое включение насоса артезианской скважины. При максимальном предельном уровне в баках неочищенной воды, алгоритм формирует команды на автоматическое отключение насоса артезианской скважины, и на автоматическое закрытие задвижки.

Насосы хозяйственной воды управляются автоматически в следующих случаях: по технологическому минимуму давления воды перед гидроаккумулятором включается 1-й основной насос хозяйственного водоснабжения; если в течение времени значение давления не повысится выше технологического минимума, автоматически включается 2-й основной насос; по технологическому максимуму давления воды перед гидроаккумулятором отключается 1-й основной насос хозяйственного водоснабжения, если он работал один, и отключается 2-й основной насос хозяйственного водоснабжения, в случае работы двух насосов хозяйственного водоснабжения; если в течение времени значение давления не понизится ниже технологического максимума, автоматически отключается 1-й основной насос; при неисправности 1-го основного или 2-го основного насосов алгоритм формирует команду на включение резервного насоса хозяйственного водоснабжения.

Рассмотрим технологическую схему станции НХПВ (рисунок 1):

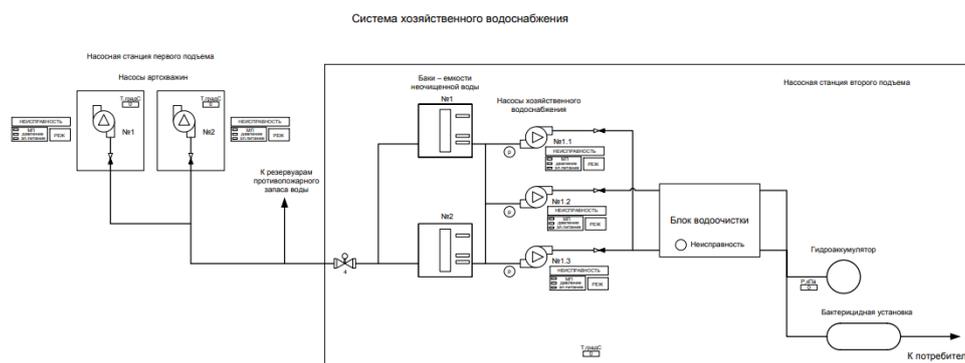


Рисунок 1 – Технологическая схема станции НХПВ

Для того чтобы разобраться с принципом работы данной системы, необходимо рассмотреть электрооборудование установленное на станции и в принципе его работы.

Самой главной неотъемлемой частью вышеуказанного объекта компьютеризации является скважина, т.к. собственно она является источником так называемого сырья, в роли которого в данном случае выступает вода. Данные скважины оборудованы погружными насосами, которые осуществляют процесс забора воды из скважины и передачи ее по трубопроводу [8].

Второй составной половиной данного объекта автоматизации является резервуар, служащий для накопления некоторого объема воды, что является необходимым для систем водоснабжения такого типа. Резервуар соединен трубопроводами со скважиной с одной стороны (насосная первого подъема) и насосной второго подъема с другой стороны. [8].

Третьим, заключительным звеном данной системы водоснабжения является насосная станция второго подъема. Данное помещение оборудовано насосами, соединенными трубопроводами с резервуаром. Данные насосы осуществляют непосредственный забор воды из резервуара и подачу ее на блок водоочистки. Перед тем как попасть к потребителю, вода также проходит через бактерицидную очистку на установках ультрафиолетового обеззараживания воды [8].

2 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

Функциональная схема автоматизации определяет блочно-модульную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса, а также оборудование объекта управления средствами автоматизации.

Функциональная система автоматизации представляет собой:

- Технологическое оборудование;
- Органы управления;
- Средствами автоматизации;
- Коммуникации;
- Связи между всеми элементами;

На основании ФСА выполняются остальные чертежи проекта и составляются спецификации приборов и средств автоматизации.

Таблица 1 – Перечень используемых элементов

Имя элемента массива	Наименование параметра	Действующее значение полевых сигнала	Оперативное сообщение	
			0→1	1→0
1	2	3	4	5
LC7512	Минимальный уровень в баке воды №1	1	+	+
LC7513	Максимальный уровень в баке воды №1	1	+	+
LC7522	Минимальный уровень в баке воды №2	1	+	+
LC7523	Максимальный уровень в баке воды №2	1	+	+
PC7512	Минимальное давление на выходе хозяйственного насоса №1	1	+	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
PC7522	Минимальное давление на выходе хозяйственного насоса №2	1	+	-
PC7532	Минимальное давление на выходе хозяйственного насоса №3	1	+	-
PC7512.1	Минимальное давление на входе хозяйственного насоса №1	1	+	-
PC7522.1	Минимальное давление на входе хозяйственного насоса №2	1	+	-
PC7532.1	Минимальное давление на входе хозяйственного насоса №3	1	+	-
PC7572	Минимальное давление на выходе насоса артскважин №1	1	+	-
PC7582	Минимальное давление на выходе насоса артскважин №2	1	+	-
EC751	Хозяйственный насос №1	нет напряжения 0	+	+
EC752	Хозяйственный насос №2	нет напряжения 0	+	+
EC753	Хозяйственный насос №3	нет напряжения 0	+	+

Продолжение таблицы 1

ЕС757	Насос артезианской скважины №1	нет напряжения 0	+	+
ЕС758	Насос артезианской скважины №2	нет напряжения 0	+	+
МРС751	Хозяйственный насос №1	включен 1	+	+
МРС752	Хозяйственный насос №2	включен 1	+	+
МРС753	Хозяйственный насос №3	включен 1	+	+
МРС757	Насос артезианской скважины №1	включен 1	+	+
МРС758	Насос артезианской скважины №3	включен 1	+	+
ОРС751	Насос артезианской скважины №1	авария 1	+	+
ОРС752	Насос артезианской скважины №2	авария 1	+	+
ОРС753	Насос артезианской скважины №3	авария 1	+	+
ОРС756	Неисправность блока водоочистки	1	+	+

Насосная станция первого подъема (рисунок 2) чаще используют в качестве источника водоснабжения открытые водоемы, поэтому их приходится заглублять, чтобы обеспечить необходимую высоту всасывания для насосов и простоту их заполнения.

На станции установлены два насоса, из которых один рабочий и один резервный

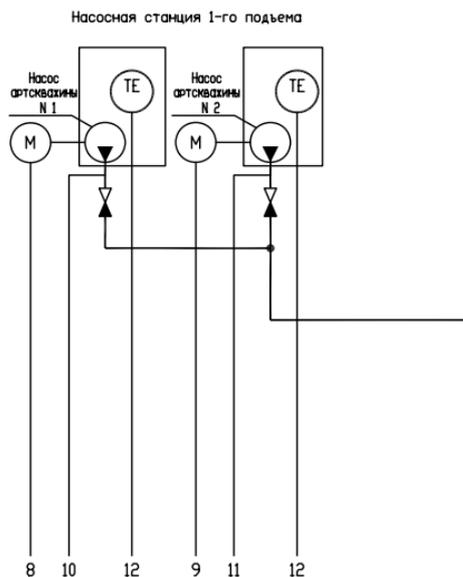


Рисунок 2 - Функциональная схема насосной станции 1 подъема

Насосная станция 2 подъема (рисунок 3) могут быть заглубленными и незаглубленными. Насосы устанавливаются в машинном зале. Подвод и отвод воды осуществляется по двум всасывающим и двум нагнетательным трубопроводам.

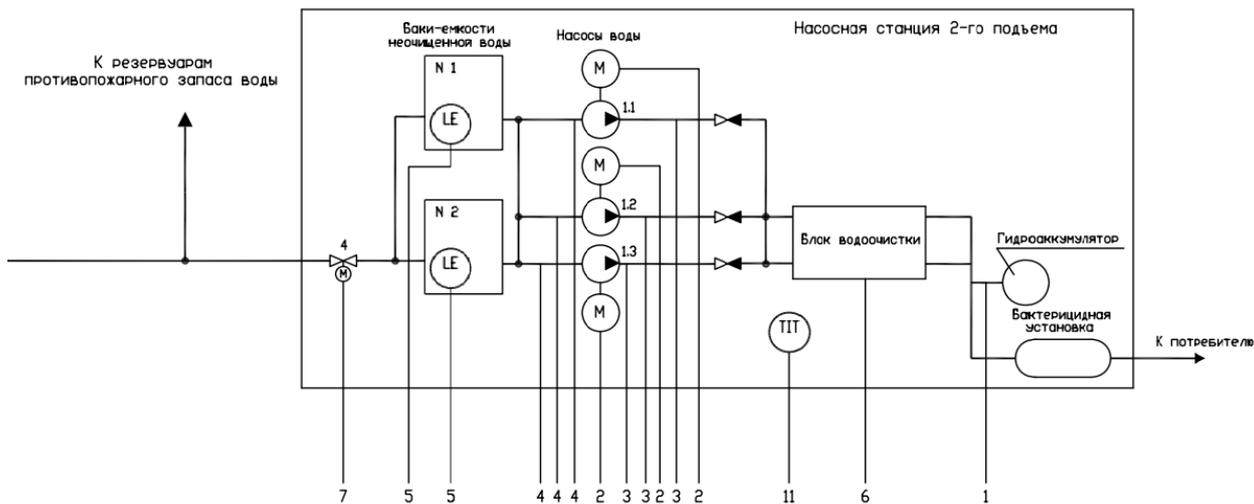


Рисунок 3 - Функциональная схема насосной станции 2 подъема

Полностью разработанная функциональная схема находится на листе 2.

3 ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

3.1 Артезианский насос

Моноблочные погружные скважинные насосы (рисунок 4) серий "Скважина" предназначены для перекачивания чистой воды, с содержанием песка не более 150 г/куб.м. из скважин с большим дебетом (запасом) воды и с внутренним диаметром обсадной трубы не менее 4 дюймов.



Рисунок 4 – Артезианский насос

Погружные электрические насосы данных серий используются для водоснабжения небольших домов, коттеджей, дач и пр., а также (при использовании мощных насосов) для водоснабжения многоквартирных домов, коттеджных и дачных посёлков, промышленных зданий и пр. Возможно использование скважинного насоса в системе автономного водоснабжения в комплекте с баком и системой автоматики.

Технические характеристики насосов серии Скважина:

- рабочая температура - до +40°C;
- максимальная глубина погружения насоса в воду - до 20 метров;
- материал проточной части, корпуса, вала насоса;
- нержавеющая сталь;
- материал центробежного рабочего колеса, диффузора;
- специальный износостойкий пластик;
- двигатель электрический, 220 вольт, с автоматически перезапускаемой теплозащитой. Класс изоляции В, IP68;

- уплотнение вала: торцевое (керамика-графит-NBR);
- кабель электропитания длиной 30 метров;
- требуемый внутренний диаметр скважины - 4 дюйма (112 мм);
- внешний габарит насоса - 105 мм;

3.2 Гидроаккумулятор

Для предотвращения гидроударов при включении насосов на линии подачи воды на установку водоочистки предусматривается установка бака – гидроаккумулятора (рисунок 5), объемом 60 л. Баки - гидроаккумуляторы в станции хозяйственно-питьевого водоснабжения являются необходимыми компонентами оборудования для обеспечения длительной и регулярной работы систем водоснабжения, без них давление внутри системы увеличилось бы до опасной величины, что могло бы привести к выходу из строя оборудования. Гидроаккумуляторы представляют собой герметичную металлическую емкость, оснащенную внутри мембраной, которая делит бак на две части камеры. Одна часть (воздушная камера) заполнена предварительно закачанном под давлением воздухом, другая часть (водяная камера) предназначена для воды. Мембраны имеют форму овальной сферы и непосредственно крепятся к фланцу, что предотвращает прямой контакт воды с металлическими стенками емкости. Кроме того, мембрана вставляется в бак уже после его окраски, следовательно, сохраняет присущие мембране эластичность, герметичность, нетоксичность. При поступлении воды в бак, происходит сжатие находящегося по другую сторону мембраны воздуха. В результате как в самом баке, так и во всей системе давление повышается незначительно, не вызывая резкого увеличения давления. При отключении насоса, вода из бака возвращается обратно в систему под давлением со стороны газа. Давление в гидроаккумуляторы контролируется по манометрам [1].

При наличии гидробака цикл включения-отключения насоса происходит только при необходимости наполнить бак достаточным запасом воды. Наличие накопительного бака в системе позволяет:

- значительно увеличить срок эксплуатации скважинного насоса;

- предупредить вред от возможных гидроударов в системе;
- поддерживать в системе определенное давление;
- предотвратить поломки элементов системы водоснабжения и сантехнического оборудования;



Рисунок 5 - Гидроаккумулятор

Технические характеристики:

1. Рабочая температура °С +1÷100
2. Рабочее давление бар 10
3. Заводское давление в газовой камере (преднастройка) бар 4,0 (750;1000л) 1,5 (остальные)
4. Материал корпуса Сталь углеродистая с окраской эпоксиполиэфиром синего цвета
5. Материал мембраны EPDM (этилен-пропилен диен мономер)
6. Тип мембраны сменная
7. Соединение мембраны с баком фланцевое
8. Средний полный срок службы лет 25 [1].

3.3 Хозяйственный насос

Центробежный насос (рисунок 6) представляет собой динамический лопастной агрегат, в котором перенос рабочего тела происходит непрерывным потоком за счет центробежных сил, возникающих при вращении рабочего колеса. Жидкость перемещается по подвижным лопастям от центра к периферии, т. е. перпендикулярно оси вращения. В большинстве случаев насосный агрегат состоит из 2 частей: гидравлической (насос) и приводного двигателя [2].



Рисунок 6 – Центробежный насос CR

Насос CR изготовлен из чугуна, а все контактирующие со средой детали выполнены из нержавеющей стали марки AISI 304, что делает насос пригодным для работы с жидкостями, не вызывающими коррозию. Благодаря эффективности мирового класса, расходу до 320 м³/ч и рабочему давлению 40 бар насос CR является идеальным центробежным насосом для целого ряда областей применения, таких как перекачивание жидкостей, циркуляция и повышение давления холодной или горячей воды, фермерство и орошение полей.

Надежный вертикальный центробежный насос CR обеспечивает строгий контроль над каждым аспектом производственного процесса. Производство Grundfos сертифицировано в соответствии с самыми жесткими международными стандартами (ISO 9001) и подвергается строгому контролю качества работ. Каждый насос CR перед отправкой с завода проверяется на производительность (рабочие характеристики), потребляемую мощность и статическое давление.

Количество компрессоров CRN, прошедших сертификацию АTEX, зависит типом окрестности, уровнем травматизма возникновения небезопасной ситуации. Компрессоры, сертифицированные по АTEX, предназначены для применения в потенциально взрывчатых условиях. Взрывчатая атмосфера заключается из воздуха и горюче-смазочных веществ, таких как нефти, пары,

сумрак или пыль, в которых после горения происходит возникновение взрыва [2].

Технические характеристики насос CR:

- Максимальный напор 362 м;
- Макс. Расход 335 м³/ч;
- Максимальное давление 40 бар;
- Температура жидкости 30 .. 120 °С;

На рисунке 7 изображена схема центробежного насоса.

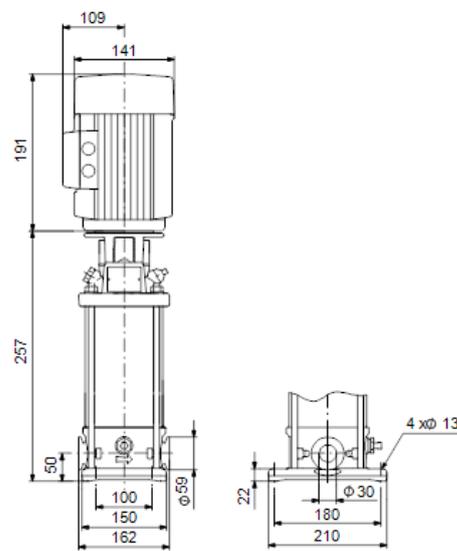


Рисунок 7 - Схема центробежного насоса

3.4 Датчик давления

Для измерения давления выбираем датчик давления повышенной надежности, тип М5-НВ, Wika (рисунок 8).



Рисунок 8 - Датчик давления М5-НВ, Wika

Преобразователи давления М5 являются модификацией датчиков серии 23 с выносным сенсором. Преобразователи давления М5 с динамическим диапазоном от 0 до 50 кГц и резьбой М5 для присоединения к процессу оптимизированы как для динамических (например, быстрые пульсации), так и статических измерений давления. Конструкция датчика делает его отлично совместимым со средой и позволяет осуществлять измерения при температуре до 200°С без охлаждающего адаптера.

Сенсоры серии М5 включают в себя стабильный кремниевый чувствительный элемент, припаянный обратной стороной непосредственно к опорному элементу, сконструированному специально для создания идеальной гидродинамики.

Данная конструкция не обладает недостатками, связанными с использованием уплотнительных материалов, клейких веществ, разделительных мембран или капиллярных трубок в высокотемпературных средах. Тип установки с открытой мембраной позволяет обеспечивать отличный динамический диапазон от 0 до 50 кГц. Микромеханическая конструкция обеспечивает диапазон абсолютного давления до 3, 10 или 30 бар, защиту от 5-кратных перегрузок и эффективную изоляцию при установке.

Таблица 2 – Технические характеристики преобразователя давления М5- НВ, Wika

Параметр	Значение
1	2
Диапазон давления	От 0...3 до 0...30 бар
Выходной сигнал	0 ... 10 В
Основная погрешность	0.1% ВПИ
Суммарная погрешность	Класс защиты
Рабочая температура	-50...+200°С

1	2
Полоса пропускания	50 кГц, опция: 100 кГц
Присоединение к процессу	Метрическая резьба: М5 х 0,5 нар.
Электрическое подключение	Метрическая резьба: М5 х 0,5 нар.
Материал	Нержавеющая сталь AISI 316L (DIN 1.4404 / 1.4435), кремний, золото. Внешнее уплотнение из меди
Класс защиты	IP67 (с коннектором М12)

3.5 Манометр

Манометр – это профессиональное устройство, которое создано для того, чтобы была возможность точного измерения давления газа и жидкости. В нашей системе мы используем манометр с глицерином. (рисунок 9).



Рисунок 9 – Манометр

Таблица 3 – Технические характеристики манометра

Название продукта:	Глицерин манометр
1	2
Обычный размер:	1,5 "(40 мм), 2,0"(50 мм), 2,5 "(63 мм) 3 "(75 мм),4"(100 мм),6 "(150 мм).

Продолжение таблицы 3

1	2
Диапазон давления:	-1Bar(-30 "Hg)-0-1000Bar(15000Psi)
Точность:	± 1%,± 1.6%
Рабочая температура:	От-20 °С до + 60 °С
Корпус:	304 из нержавеющей стали
Рамка:	304 из нержавеющей стали
Трубка Бурдона:	Медный сплав или нержавеющая сталь <100 бар: с-тип ≥ 100 бар: Винтовой Тип
Тип подключения:	Медный сплав или нержавеющая сталь
Колебательная система:	Полу-латунь или полная латунь или нержавеющая сталь
Циферблат:	Алюминиевый корпус
Указатель:	Алюминиевый корпус
Окна:	ПК или стекло
Резьба:	1/8 ",1/4", 3/8 ",1/2"; PT(BSPT,ZG),BSP(G,PF),NPT и т. Д.

1	2
Охлаждающая жидкость:	Глицерин или силикон
Прокладки для наполнения колпачок:	Нитрильная резина или силикагель

3.6 Измеритель уровня

Для контроля уровня воды в баке деаэратора будем использовать поплавковый уровнемер РИЗУР-НМТ-Г, (рисунок 10).



Рисунок 10 - Уровнемер РИЗУР-НМТ-Г

Конструктивно уровнемер состоит из электронного блока и жесткого чувствительного элемента (ЧЭ). Внутри чувствительного элемента располагается цепочка герконов и сопротивлений. В зависимости от требований точности измерения имеется различная дискретность преобразования (расстояние между герконами): 5 мм или 10 мм. Снаружи по ЧЭ перемещается поплавок с расположенным внутри него постоянным магнитом. Поплавок изготавливается таким образом, чтобы он всегда находился на поверхности измеряемой среды. Технические характеристики уровнемера представлены в таблице 4.

Таблица 4 –Технические характеристики уровнемера РИЗУР-НМТ-Г

Параметр	Значение
Диаметр ЧЭ (определяется длиной и условиями эксплуатации)	14 мм, 20 мм
Длина ЧЭ (монтажная)	От 250 до 4000 мм
Не измеряемая зона сверху	115 мм
Не измеряемая зона снизу	100 мм
Температура измеряемой среды, °С	-60...+125 °С
Максимальное избыточное давление	2,5 Мпа
Минимальная плотность измеряемой среды	650 кг/м ³
Тип присоединения к процессу	резьбовое, фланцевое (не менее Ду32)
Степень защиты корпуса	IP 65, IP67 (по специальному заказу IP68)
Выходной сигнал	4-20мА, двухпроводная 4-20мА + релейный «сухой контакт»
Напряжение питания	12...36 В
Потребляемая мощность	≤ 1 Вт
Маркировка взрывозащиты	- 1ExdIICT4 GbX
Дискретность преобразования	5 мм, 10 мм
Температура окружающей среды	-40... +80 °С

В зависимости от исполнения уровнемер РИЗУР-НМТ-Г также может сигнализировать о достижении измеряемой средой одного или двух контрольных уровней.

3.7 Программируемый логический контроллер

Программируемый логический контроллер SIMATIC S7-300 (рисунок 11) предназначен для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция контроллера S7-300, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, высокое удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения оптимальных решений для построения систем автоматического управления технологическими процессами в различных областях промышленного производства.



Рисунок 11 - Программируемый логический контроллер SIMATIC S7-300

Использование нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров повышает эффективность применения контроллеров SIMATIC S7-300. Необходимо выбрать модель CPU для данного ПЛК, учитывая количество дискретных и аналоговых входов/выходов. Для данной системы была выбрана модель CPU 312. CPU 312 предназначен для построения небольших систем управления с повышенными требованиями к скорости обработки информации. Он обеспечивает поддержку требований концепции TIA к способам организации промышленной связи, управлению данными и

диагностике. Сетевые соединения могут устанавливаться через MPI или через коммуникационные процессоры. В то же время процессор может работать и без связи с сетью. Преимущественно он использует только систему локального ввода-вывода.

Также были подобраны дискретные модули ввода и вывода, а также аналоговые модули ввода.

В качестве дискретного модуля ввода был выбран Simatic s7-300, SM 321, DI 16 x DC 24 V (6ES7321-7BH01-0AB0) (рисунок 12).

В качестве дискретного модуля вывода был выбран Simatic s7-300, SM 322, DO 16 x AC 120/230 V / 1A (6ES7322-1FH00-0AA0) (рисунок 13).

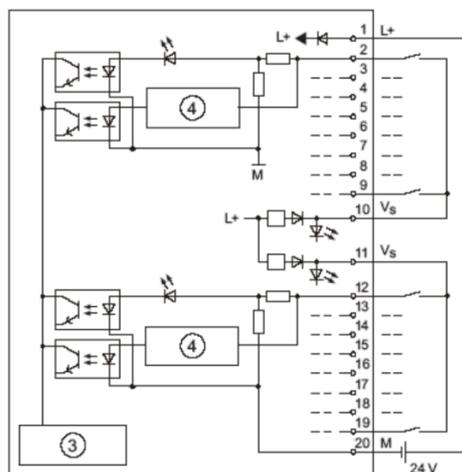


Рисунок 12 – Модуль DI (6ES7321-7BH01-0AB0)

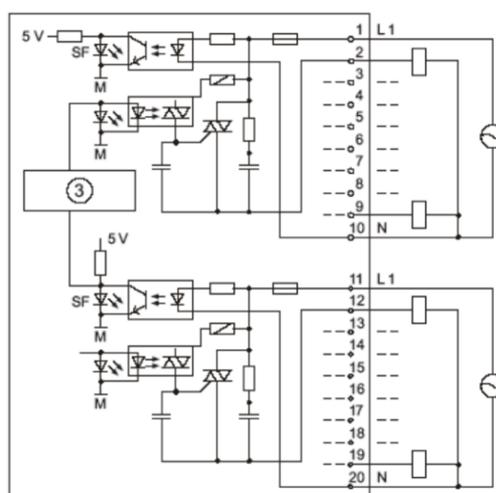


Рисунок 13 – Модуль DO (6ES7322-1FH00-0AA0)

В качестве аналогового модуля ввода, был выбран Simatic s7-300 SM 331 (рисунок 14), модуль ввода аналоговых сигналов: гальваническое разде-

ление внешних и внутренних цепей, 8 входов и/или, 14 бит, 0,052мс/канал, прерывания, диагностика, изохронный режим, 20-полюсный фронт (6ES7331-7HF01-0AB0).

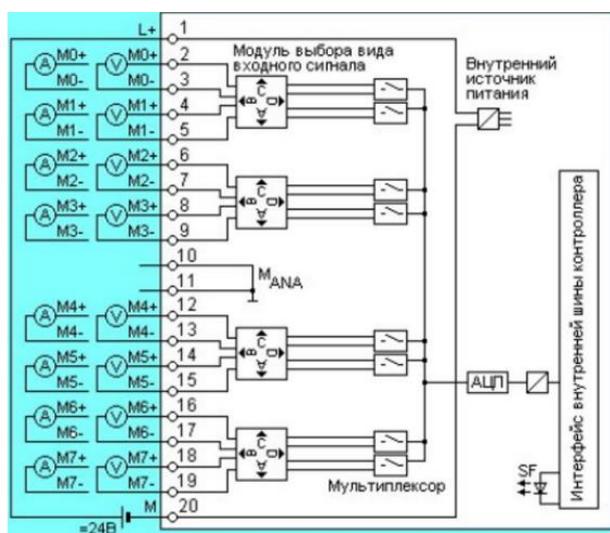


Рисунок 14 – Модуль AI (6ES7331-7HF01-0AB0)

В качестве блока питания контроллера был выбран блок PS 307 вход: ~120/230В; выход: =24В 10А (6ES7 307-1EA01-0AA0) (рисунок 15). Стабилизированные блоки питания PS 307 с входным постоянным или переменным напряжением, с выходными напряжением 24В DC и током 10А, служат для обеспечения питания программируемых контроллеров Siemens SIMATIC S7-300, станций распределенного ввода-вывода SIMATIC ET 200M, их исполнительных устройств и цепей датчиков.



Рисунок 15 – Блок питания

5 ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУ

Управление и контроль работы оборудования установки очистки воды, промывных насосов, уровней в емкостях исходной и очищенной воды, уровня в емкости приготовления раствора реагента осуществляется локальной системой автоматики установки с помощью местного щита управления и контроля.

В щите автоматического управления станцией предусмотрено:

- выбор режима работы сетевых насосов Н1, Н2, Н3 (Ручной/Автоматический);
- управление и контроль состояния сетевых насосов Н1, Н2, Н3;
- контроль аварийного минимального и максимального уровня в резервуаре исходной воды;
- контроль аварийного минимального и максимального уровней в резервуарах очищенной воды;
- контроль аварийного минимального и максимального уровня в блоке дозирования реагента;
- контроль давления в трубопроводе очищенной воды.

Система локальной автоматики обеспечивает работу установки по следующим алгоритмам:

- Отключение насоса повысительного НП1/НП2/Н3 при превышении заданного давления (4.0 кг/см²) в системе водоснабжения;
- Включение сетевых насосов Н1, Н2, Н3 и открытие задвижки 5.1 при снижении уровня в емкости исходной воды до минимального уровня;
- Отключение сетевых насосов Н1, Н2, Н3 и закрытие задвижки 5.1 при достижении максимального уровня в баках исходной воды;
- При возникновении потока в трубопроводе срабатывает импульсный расходомер, осуществляется дозация раствора реагента.

Питание электросилового оборудования, блоков автоматического контроля и управления, щита управления и контроля установкой очистки осуществляется от распределительного устройства ЩСУ 511, расположенного в электрощитовой в здании НХПВ.

Подача исходной воды на установку очистки воды осуществляется из баков исходной воды тремя насосами. На входе воды в установку установлен импульсный расходомер (РИ1). РИ1 служит для учета расхода исходной воды в системе, индикации текущего расхода на панели шкафа управления установкой очистки воды (ЩУОВ), подачи сигнала на насосы дозаторы коагулянта для пропорционального дозирования реагента, на насос - дозатор щелочного реагента для включения/ выключения насоса - дозатора по наличию потока воды, а также включения компрессоров аэрации.

Затем поток воды проходит точку дозирования комплекса дозирования щелочного реагента. Комплекс дозирования состоит из насоса - дозатора и емкости, снабженной датчиком нижнего уровня (ДУ1). ДУ1 служит для защиты насоса - дозатора от работы по сухому ходу. Насос - дозатор производит дозирование реагента пропорциональным показанием датчика рН.

Далее поток воды поступает в аэрационную колонну (АК). В АК подается воздух от двух компрессоров аэрации (КС1 и КС2). КС1 и КС2 работают попеременно при наличии протока воды через расходомер (РИ1).

После АК поток воды проходит точку дозирования коагулянта. Каждый комплекс дозирования коагулянта состоит из насоса - дозатора и емкости, снабженной датчиком нижнего уровня (ДУ2, ДУ3). Датчики уровня служат для защиты насосов - дозаторов от работы по сухому ходу. Дозация производится пропорционально по сигналу от расходомера РИ1. Один из двух комплексов дозирования коагулянта является резервным и включаются на панели ЩУОВ.

После дозирования обрабатываемая вода проходит через напорную камеру хлопьеобразования.

Далее вода подается на фильтра обезжелезивания, каждый фильтр обвязан на двух шаровых кранах с электроприводом (КШЭ2-7) и оборудован автоматическим управляющим клапаном Fleck 3150. Промывка фильтров производится по времени, очищенной водой из емкости очищенной воды для промывки с помощью промывных насосов 1 и 2 (НС1 и НС2). Закрытие и открытие КШЭ2-7 производится согласно по заданному алгоритму при промывке соответствующего фильтра.

Очищенная вода после мультипатронного фильтра проходит расходомер РИ2. РИ2 служит для учета расхода очищенной воды в системе и индикации текущего расхода на панели ШУОВ.

После РИ2 поток разделяется на два направления: первый поток идет в точку выдачи очищенной воды, второй поток, при открытом шаровом кране с электроприводом (КШЭ1), поступает на заполнение промывной емкости. КШЭ1 открывается и закрывается согласно уровню в промывной емкости. Емкость оборудована датчиком давления (ДД1) для определения уровня воды в емкости. Нижний уровень емкости используется в качестве сухого хода для промывочных насосов. После емкости установлена промывная насосная станция, состоящая из НС1 НС2. Рабочим насосом является один насос, второй – резервный (по умолчанию рабочий насос НС1, смена рабочего насоса может быть осуществлена на панели ШУОВ). Включение НС1/НС2 производится в соответствии с алгоритмом при выходе в регенерацию одного фильтров ОФ1-3.

При достижении нижнего уровня в одной из емкостей дозирующих комплексов или промывной емкости выдается сигнал об аварии установки очистки воды.

На панели оператора шкафа ШУОВ предусмотрен вывод следующих показаний и индикации параметров:

- Состояние главных исполнительных механизмов.
- Показание текущего расхода воды в системе.
- Уровень воды в емкости промывной воды.

7 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

7.1 Структура и назначения программного комплекса

В состав программного комплекса входят:

- упрощенная модель технологического процесса, включающая модели объекта управления и задействованного оборудования;
- управляющая программа для ПЛК;

Модель технологического процесса и управляющая программа для ПЛК реализованы в программе Matlab в среде “Simulink” с визуализацией лицевой панели щита управления в CoDeSys.

Программный комплекс позволяет опробовать все режимы управления насосами, включая;

- ручное (местное) управление с помощью органов лицевой панели щита управления;
- автоматическое регулирование станцией хозяйственно-питьевого водоснабжения;

7.2 Разработка имитационной модели системы водоснабжения в среде Simulink

В данной работе была использована среда Simulink для логико-математического описания технологического процесса. Simulink – является средой графического программирования на основе программы MATLAB.

Данная модель состоит из подсистем, оформленных в виде отдельных блоков.

Обмен данными между программами:

В разработанном программном комплексе была использована технология обмена данными OPC, так как она на сегодняшний день является основным стандартом межпрограммного обмена данными в отрасли промышленной автоматизации. Данная технология является набором спецификаций, предоставляющих универсальный механизм обмена данными в системах контроля и управления (рисунок 16). OPC-технология обеспечивает незави-

симось потребителей от наличия или отсутствия драйверов, или протоколов, что позволяет выбирать оборудование и программное обеспечение, наиболее полно отвечающие реальным потребностям приложения.

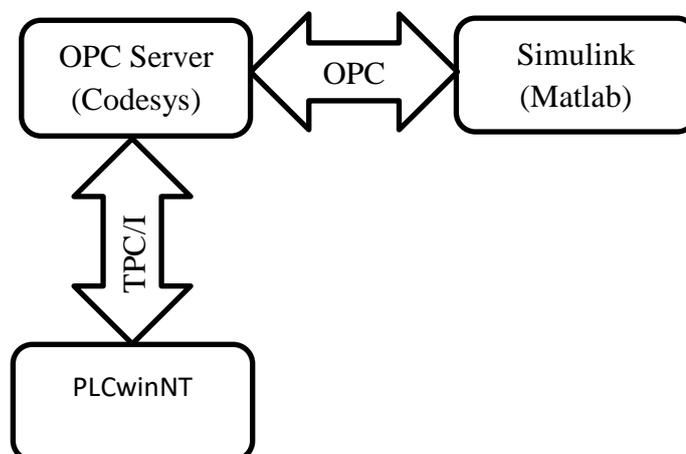


Рисунок 16 - Схема взаимодействия программ

OPC-сервер – программа, получающая данные во внутреннем формате устройства или системы и преобразующая эти данные в формат OPC. OPC-сервер является источником данных для OPC-клиентов. По своей сути OPC-сервер 42 – это некий универсальный драйвер физического оборудования, обеспечивающий взаимодействие с любым OPC-клиентом [13].

В общем случае OPC-сервер может быть запущен как компонент любой из трех программ (имитационного моделирования, контроллера или SCADA-системы) или быть внешним по отношению к ним. В системе может быть задействовано и более одного сервера. Каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки.

Ввод сигналов из модели Simulink осуществляется через блок OPC write_group (рисунок 17).

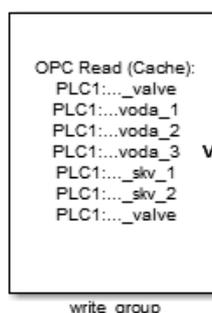


Рисунок 17 – Блок OPC write_group

Вывод сигналов из модели Simulink осуществляется через блок OPC read_group (рисунок 18).

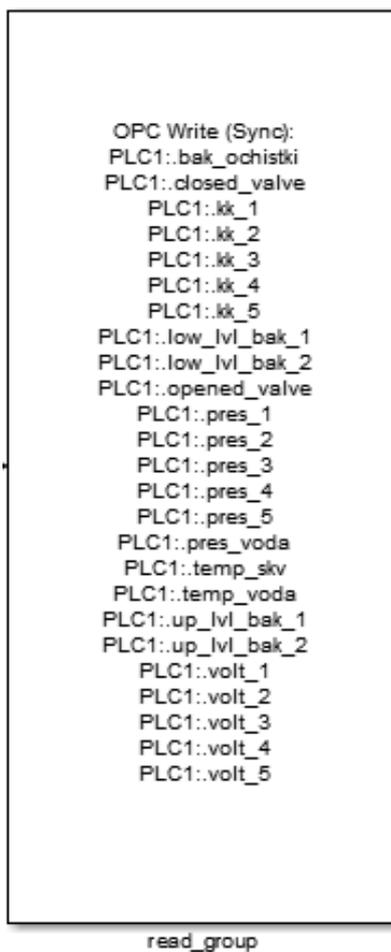


Рисунок 18 – Блок OPC read_group

После создания блоков OPC можно приступить к созданию имитационной модели.

4.2 Блоки Simulink

Задача разработанной модели (рисунок 19) состоит в имитации различных сигналов. Модель состоит из нескольких подсистем (рисунок 20), которые имеют свою определенную задачу.

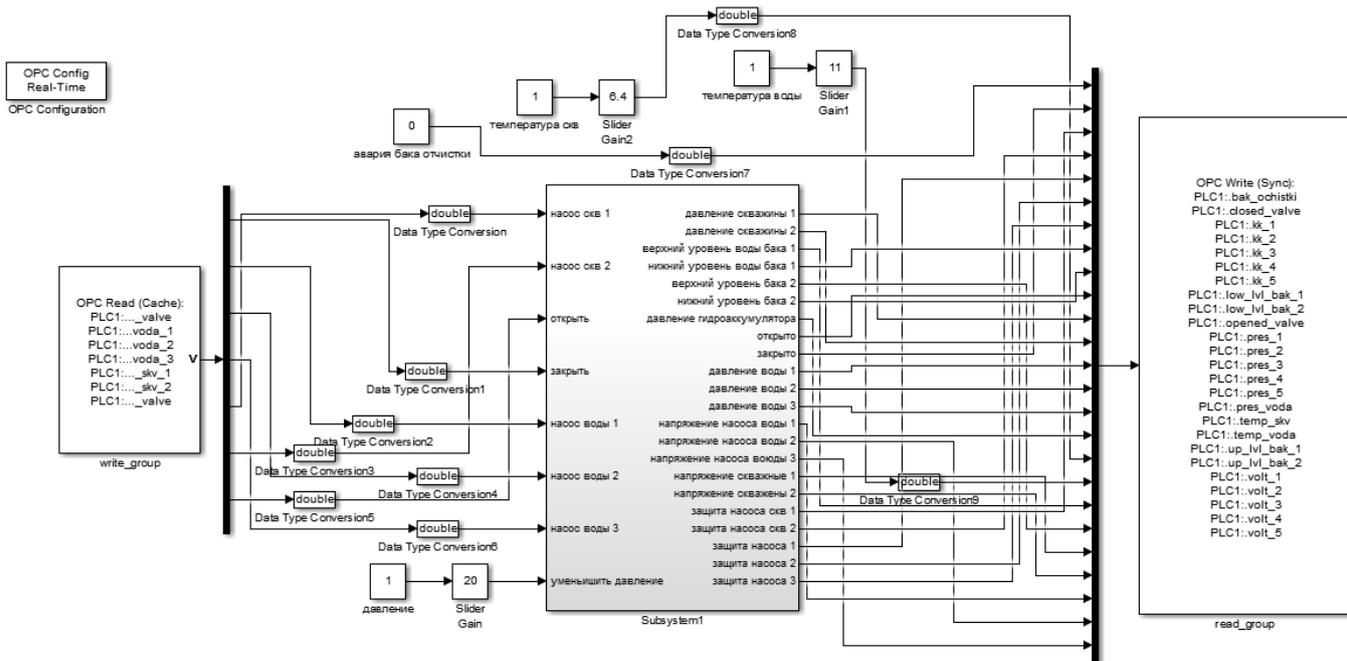


Рисунок 19 – Начальная вкладка модели Simulink

Каждая подсистема имитирует различные технологические процессы для дальнейшей работы с данными показателями.

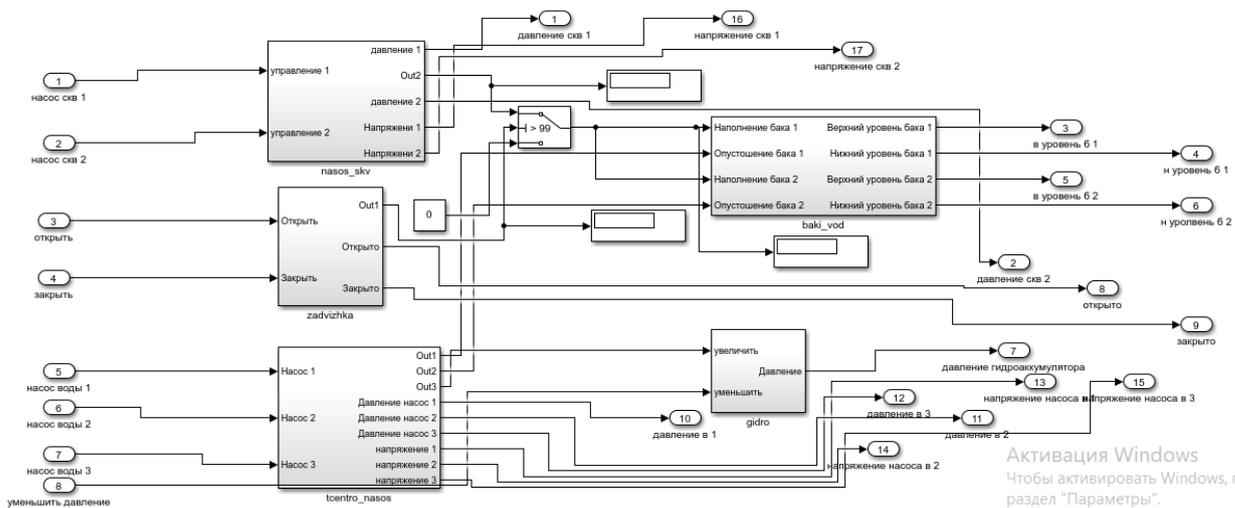


Рисунок 20 – Вкладка Subsystem

Подсистема nasos_skv скважины (рисунок 21) имитирует работу погружных насосов из артезианских скважин, а также напряжение и давление перед насосами.

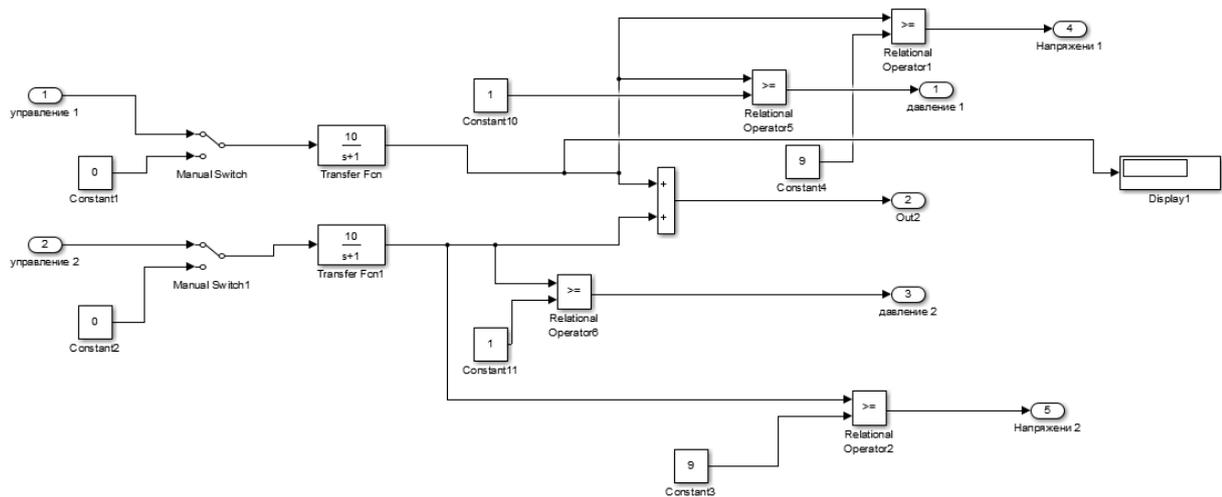


Рисунок 21 – Подсистема nasos_skv

Подсистема zadvizhka (рисунок 22) задвижка подает воду в баки исходной воды, она имеет два положения, открыта и закрыта.

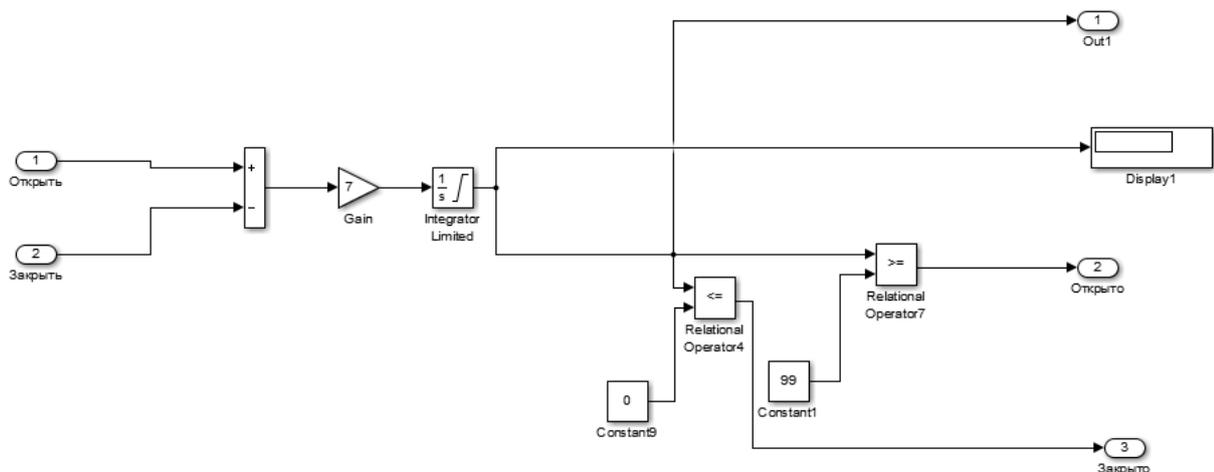


Рисунок 22 – Подсистема zadvizhka

Подсистема tzentro_nasos (рисунок 23) имитирует работу насосов. Если насос работает в нормальном режиме, то давление на его выходе равно 0.4 МПа. Если насос не работает, или он сломан, то значения давления буде равно нулю.

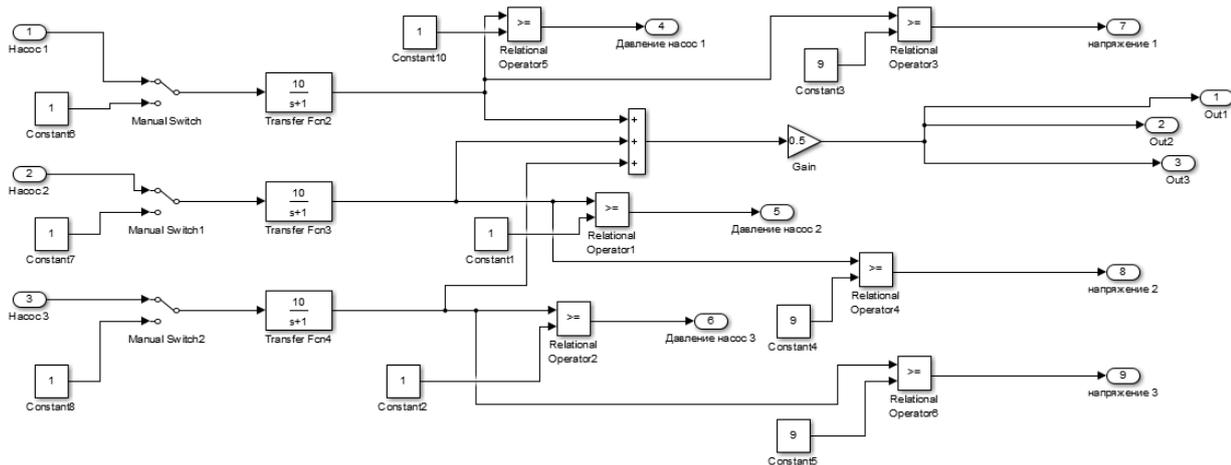


Рисунок 23 – Подсистема tzentro_nasos

Подсистема baki_vod (рисунок 24) регулирует наполнение и опустошение бака, а также верхний и нижний предел уровня воды в баке.

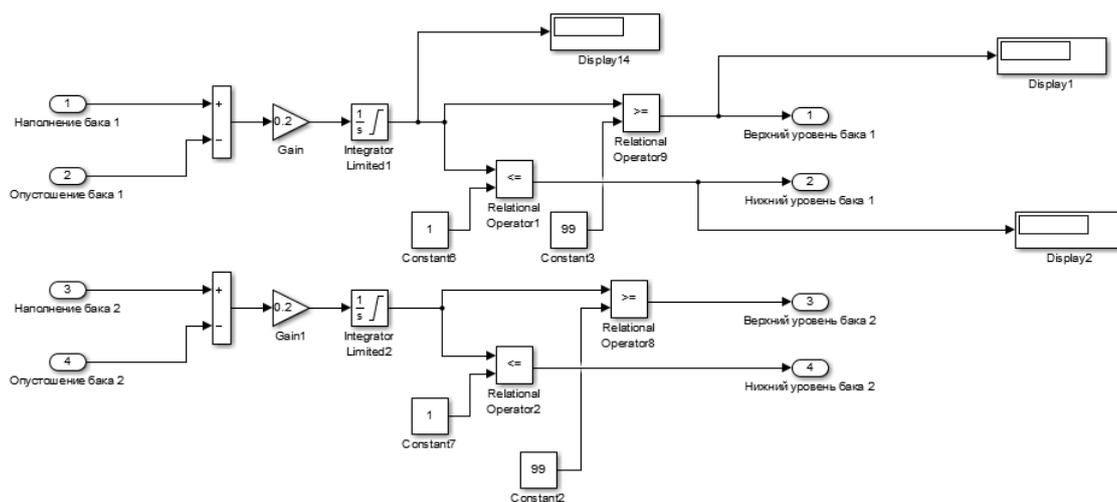


Рисунок 24 – Подсистема baki_vod

Подсистема gidro (рисунок 25) уменьшает и повышает давление на имитируемом гидроакумуляторе.

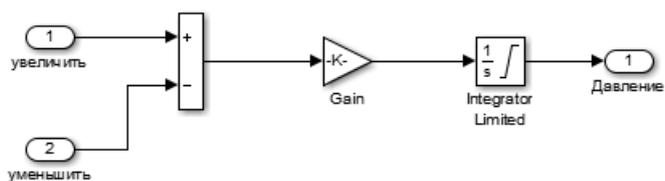


Рисунок 25 – Подсистема gidro

Входные и выходные переменные

В таблицах 14 – 16 приведены перечни входных и выходных переменных программы управления, задействованных в обмене с аппаратурой.

Таблица 14 – Перечень входных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
nasos_skv_1	Насос скважины 1 работает
nasos_skv_2	Насос скважины 2 работает
nasos_hoz_voda_1	Хозяйственный насос 1 работает
nasos_hoz_voda_2	Хозяйственный насос 2 работает
nasos_hoz_voda_3	Хозяйственный насос 3 работает
close_valve	Задвижка закрыта
open_valve	Задвижка открыта

Таблица 15 – Перечень входных аналоговых сигналов

Наименование	Пояснение	Единицы измерения	Пределы
temp_skv	Температура скважины	°С	0...100
temp_voda	Температура воды в баках	°С	0...100
pres_voda	Давление перед гидроаккумулятором	Па	0...4

Таблица 16 – Перечень выходных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
1	2
press_1	Давление на насосе скважины 1
press_2	Давление на насосе скважины 2
press_3	Давление на хоз. насосе 1
press_4	Давление на хоз. насосе 2
press_5	Давление на хоз. насосе 3
volt_1	Напряжение на насосе скважины 1
volt_2	Напряжение на насосе скважины 2
volt_3	Напряжение на хоз. насосе 1
volt_4	Напряжение на хоз. насосе 2
volt_5	Напряжение на хоз. насосе 3
kk_1	Защита насоса скважины 1

1	2
kk_2	Защита насоса скважины 2
kk_3	Защита хозяйственного насоса 1
kk_4	Защита хозяйственного насоса 2
kk_5	Защита хозяйственного насоса 3
closed_valve	Закрывать
opened_valve	Открыть

В программном прототипе все переменные объявлены как глобальные, дискретные переменные имеют тип BOOL, аналоговые – тип REAL.

7.3 Программная модель технологического процесса и щита управления

Программная модель содержит функциональные блоки, программно имитирующие работу станции, работу насосов, блок водоочистки который работает в бесперебойном режиме, а также модель предусматривает температуру воды, и давление перед гидроаккумулятором.

Программная модель предусматривает аварии. Авария срабатывает если один из резервных насосов выходит из строя. На рисунке 25 представлен один из функциональных блоков аварии.

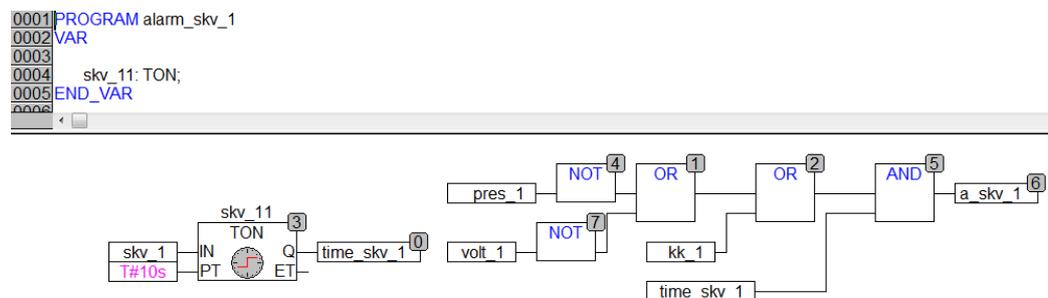


Рисунок 26 – Функциональный блок alarm_skv_1

В целом задачей программы является формирование входных сигналов контроллера по результатам обработки его выходных сигналов, поведения объекта управления и действий с визуальной имитацией щита управления. Экран визуализации, имитирующий лицевую панель щита показан на рис. 26. Функциональные возможности экрана полностью аналогичны функциональным возможностям лицевой панели щита управления. Имитировать аварии можно с помощью симулинк-модели, также с ее помощью можно изменять

температуру воды, и изменять скорость падения давления перед гидроаккумулятором.

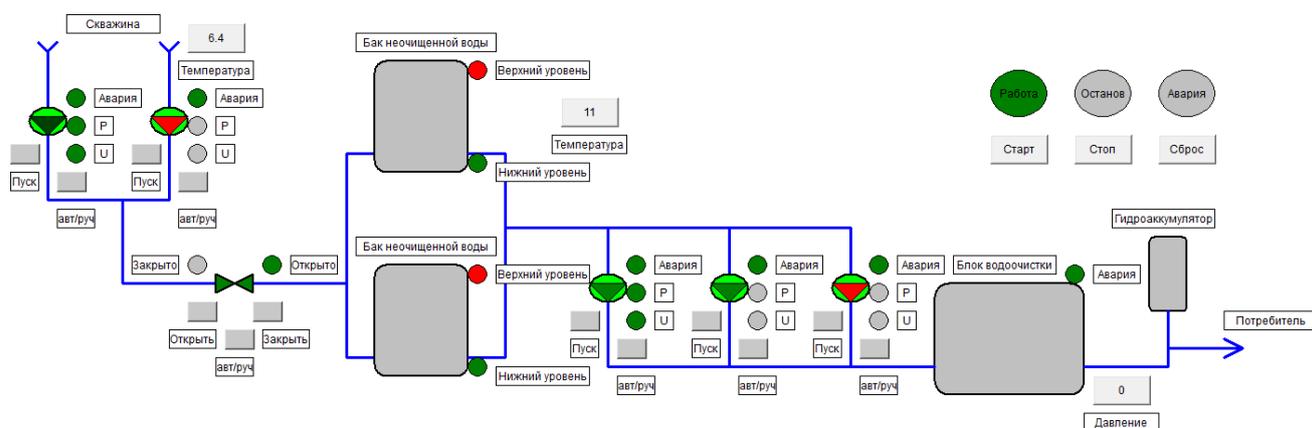


Рисунок 27 – Экран визуализации, имитирующий лицевую панель ЩУ

Экран визуализации позволяет наблюдать за работой в реальном времени:

- 1) работающий насос подсвечивается зеленым цветом, не работающий красным;
- 2) у задвижки в зависимости от ее состояния (закрыта/открыта) загорается нужный индикатор зеленого цвета;
- 3) в баках неочищенной воды, если вода не достигает верхнего уровня то индикатор горит красным цветом. Если вода достигает верхнего уровня то индикатор меняет свой цвет на зеленый;
- 4) так же на каждом насосе есть индикаторы давления и напряжения, которые при работе насоса горят зеленым цветом, если давление или напряжение падает на насосах, то индикаторы загораются красным цветом;
- 5) так же на на экране отображаются измеряемые физические величины, такие как температура в помещении скважины, температура воды в баках, и давление перед гидроаккумулятором.

Не нормальный режим работы станции отображается включением красных ламп на главном экране:

- 1) если один из резервных насосов выходит из строя;

2) если давление перед гидроаккумулятором падает и вода в баках опускается ниже минимального уровня.

На каждом насосе есть индикатор аварии, если на насосе падает напряжение или давление то срабатывает авария и индикатор загорается красным цветом.

Если какой то из насосов выходит из строя и загорается индикатор аварии, то при автоматическом режиме работы, включается резервный насос.

На каждом насосе есть кнопки переключения из автоматического режима работы в ручной.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Опасность станций хозяйственно-питьевого водоснабжения определяется главным образом наличием вращающихся частей электродвигателей и насосов, опасностью воздействия электрического тока на организм человека, возможностью воздействия на человека струи жидкости, находящейся в трубопроводе под давлением, опасностью взрыва. Для того чтобы ничего из этого не произошло существует ряд правил, которые должны соблюдать все сотрудники станции.

8.1 Безопасность

К выполнению работ по эксплуатации станции хозяйственно-питьевого водоснабжения и техническому обслуживанию станции допускаются:

- лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний к выполняемым работам;
- имеющие соответствующую квалификацию;
- имеющие группу по электробезопасности не ниже II;
- допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке;
- прошедшие проверку знаний требований охраны труда, обучение по теме «Безопасная эксплуатация и ремонт основного вспомогательного оборудования объектов МН»

Работникам следует выполнять ту работу, которая получена руководителем работ. Не допускается перепоручать свою работу другим работникам и допускать на рабочее место посторонних лиц.

Персонал, участвующий в техническом обслуживании и ремонте системы водоснабжения, до начала работ должен надеть СИЗ, в соответствии с утвержденными нормами. Спецодежда, спец обувь и СИЗ должны быть исправными, застегнутыми на все пуговицы и застёжки. Не разрешается выполнять работы в спецодежде и СИЗ, загрязненных горючими или токсичными материалами. Для защиты головы работникам от механических повре-

ждений должны применяться каски. Работник обязан носить защитную каску с застегнутым подбородочным ремнем [20].

Производство работ по обслуживающему персоналу допускается только в специальной одежде из тканей, не накапливающих заряды статического электричества, специальной обуви с подошвой, не дающей искрообразование и других СИЗ в соответствии с утвержденными нормами выдачи СИЗ [20].

Обо всех неисправностях и нарушениях, обнаруженных перед проведением работ по эксплуатации УФ-установок, сообщить непосредственному руководителю, до их устранения к работе не приступать.

Работник обязан отказаться от производства работ:

- если его дальнейшие действия могут прийти в противоречие с требованиями действующих нормативных документов.

- в случае возникновения опасности его жизни и здоровью или окружающих вследствие нарушения требований охраны труда до устранения такой опасности;

- на исправном оборудовании, машинах, механизмах, в зданиях и сооружениях, с неисправным инструментом и контрольно-измерительными приборами, в случае неисправности или отсутствии спецодежды и средств индивидуальной или коллективной защиты, а также за пределами сверх установленного времени, в тех случаях, если такой отказ не создает угрозу здоровью себе или окружающим.

8.2 Меры безопасности при эксплуатации оборудования

Работник должен убедиться, что рабочее место достаточно освещено и подготовлено для предстоящей работы. Убрать все мешающие работе посторонние предметы, освободить проходы.

Корпуса электродвигателей и пусковой аппаратуры должны иметь надежное заземление.

Обо всех неисправностях и нарушениях, обнаруженных перед проведением работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту систем

хозяйственно-питьевого водоснабжения сообщить непосредственному руководителю, без их устранения к работе не приступать.

При эксплуатации насосных станций хозяйственно-питьевого водоснабжения работники обязаны:

Оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течении всего периода эксплуатации при условии выполнения обслуживающим персоналом требований установленных в эксплуатационной документации.

Не разрешается применение неисправных не проверенных контрольно измерительных приборов, а также приборов с истекшим сроком поверки.

Все опасные места в помещении станции хозяйственно-питьевого водоснабжения должны быть надежно укрыты, закрыты или ограждены [18].

Вращающиеся части оборудования должны иметь ограждения. Засорившееся вращающиеся части оборудования должны очищаться только после прекращения работы.

Размещение и обслуживания установки ультрафиолетового обеззараживания должно соответствовать требованиям организаций-изготовителей установок. Запрещается использование установки обеззараживания или УФ-лампы не по назначению.

При замене ламп во избежание поражения током необходимо разрядить конденсаторы с помощью специального разрядника.

Защитные крышки на торцевых стенках установки ультрафиолетового обеззараживания следует снимать только через 15 минут после отключения установки.

Запрещается производить любые операции внутри корпуса камеры обеззараживания при включенном электропитании.

Запрещается включать и смотреть на УФ-лампу вне корпуса камеры обеззараживания во избежание поражения зрения кожи.

Монтаж (демонтаж) оборудования должен производиться в соответствии с инструкциями предприятия-изготовителя и под руководством лица, которому подчинены работники выполняющие указанные работы.

Работы по замене фильтрующего материала фильтров обезжелезивателей должны производиться под руководством лица, ответственного за производство работ. Замену загрузки согласно инструкции завода-изготовителя.

При возникновении аварий и аварийных ситуаций необходимо приостановить работу, незамедлительно поставить в известность своего непосредственного руководителя, принять участие в проведении работ по локализации и устранению последствий [19].

Запрещается снимать предохранительные кожухи и другие защитные устройства во время работы насосных установок, ремонтировать агрегаты во время работы и тормозить вручную движущиеся их части.

При эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте станции хозяйственно-питьевого водоснабжения запрещается:

- работать при неисправном оборудовании и неисправным инструментом;
- производить вскрытие электропусковой и осветительной аппаратуры лицам, не имеющим на это допуска;
- работа насосов, не имеющих ограждение муфт сцепления с электродвигателем;
- производить обтирку вращающихся деталей насосов и электродвигателей во время работы агрегата.

Все химические реагенты, используемые на станции хозяйственно-питьевого водоснабжения должны иметь паспорт. С указанием срока годности данного реагента, а также сертификат качества [20].

8.3 Меры безопасности при работе с реагентами

Используемые на очистных сооружениях исходные материалы, реагенты не должны оказывать вредного действия на работающих. При необходимости использования исходных материалов, реагентов, которые могут оказывать вредное действие, должны быть применены соответствующие средства защиты работающих.

При использовании в технологическом процессе новых реагентов, а также при образовании промежуточных веществ, обладающих опасными и вредными производственными факторами, работающие должны быть заранее информированы о правилах безопасного поведения, обучены работе с этими веществами и обеспечены соответствующими средствами защиты [20].

При обслуживании бактерицидных, электролизных и озонаторных установок:

- защитные очки,
- диэлектрические перчатки,
- кислородные изолирующие противогазы.

Работающие с химическими веществами должны снабжаться средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды и специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Выдача, пользование, уход и другие вопросы, связанные с порядком хранения, выдачи и пользования специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты решаются в соответствии с требованиями.

Запрещается заносить спецодежду в жилое помещение, появляться в ней в общественных местах.

Применение средств защиты работающих должно обеспечивать:

- снижение уровня вредных факторов до величины, установленной действующими санитарными нормами, утвержденными в установленном порядке;

- защиту работающих от действия опасных и вредных производственных факторов, сопутствующих принятой технологии и условиям работы;

- защиту работающих от действия опасных и вредных производственных факторов, возникающих при нарушении технологического процесса [20].

Расчет доз щелочи в обрабатываемую воду

Для обеспечения персонала нефтеперекачивающих станций воды для питьевых и производственных нужд, предусмотрены артезианские скважины.

Из артезианских скважин вода поступает в баки исходной воды, далее насосами подается на установку водоочистки. Для того чтобы воду можно употреблять ее доводят до норм САНПиНов. Поэтому в обрабатываемую воду дозируется раствор щелочи (гидроксида натрия). Подщелачивание предназначено для повышения рН воды до значения 8,0-8,5 единиц рН с целью улучшения процессов окисления железа, марганца, а также улучшения процесса коагуляции.

Доза щелочи (гидроксида натрия) принимается из расчета повышения значения водородного показателя рН с 6,22 до 8,3 при указанной в протоколе анализа исходной воды щелочности - 14,8 г/м . Для расчета дозы щелочи были использованы табличные данные по величинам констант диссоциации угольной кислоты:

$$X = 40 \times \text{Щх} \times \left[\frac{10^{-(\text{pH}_{\text{исх}} + \text{pH}_{\text{треб}})} + K_1 \times K_2 + K_2 \times 10^{-\text{pH}_{\text{исх}}}}{K_1 \times 10^{-\text{pH}_{\text{треб}}}} \right] \text{мг/дм}^3$$

где:

Щх- щелочность воды, мг-экв/дм³;

40- эквивалентная масса гидроксида натрия, моль/дм³;

рН_{исх} ~ исходное значение рН воды, единицы рН;

рН_{треб} - требуемое значение рН воды, единицы рН;

К₁ - константа ионизации угольной кислоты по первой ступени, моль/дм³;

К₂ - константа ионизации угольной кислоты по второй ступени, моль/дм³;

Расход 100%-ной щелочи при этом составит:

$$Q_{\text{щ}} = Q_{\text{ч}} \times D_{\text{щ}} = 7 \times 14,8 = 103,6 \text{ г/ час,}$$

где D_щ = 14,8 г/м³, доза щелочи;

Q_ч = 7 м³ / час - расход исходной воды, подаваемой на обработку.

Предлагается использовать водный раствор щелочи по ГОСТ 2263-79 с концентрацией активного компонента 30% (масс.). 30% (масс.) раствор щелочи имеет температуру замерзания около 0 °С. Более разбавленный раствор не принимается во избежание больших объемов при перевозке [18].

Таким образом, общая доза товарного раствора реагента составит:

103,6/0,3 ~ 345,3 г/ч.

Для более равномерного дозирования товарный реагент разбавляется чистой водой из соотношения 1:2 до концентрации 10%, при этом расход раствора составит до 1036 г/ч.

8.4 Экологичность

Все работы по техническому обслуживанию и ремонту станции хозяйственно - питьевого водоснабжения НПС № 29 должны выполняться в соответствии с требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации и ее субъектов, а также действующих нормативных документов ПАО «Транснефть» в области охраны окружающей среды.

Отходы, образовавшиеся при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту станции хозяйственно - питьевого водоснабжения НПС № 29, должны передаваться в организации, имеющие лицензию на право деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности в соответствии с природоохранным Федеральным законодательством.

После окончания срока службы оборудование должно быть утилизировано в соответствии с паспортом (Руководством по эксплуатации) завода - изготовителя.

Производственный экологический контроль в области охраны и использования водных объектов

Для обеспечения персонала нефтеперекачивающих станций воды для питьевых и производственных нужд, предусмотрены артезианские скважины.

Из артезианских скважин вода поступает в баки исходной воды, далее насосами подается на установку водоочистки. Для предотвращения гидро-

ударов при включении насосов на линии предусматривается установка гидропневмобака.

Типовая технологическая схема включает в себя реагентно окислительно-сорбционную обработку воды, исходя из качества исходной воды, режима водопотребления:

- реагентная обработка;
- камера хлопьеобразования;
- осветление и обезжелезивание;
- заключительная очистка на фильтре тонкой очистки;
- УФ-обеззараживание;

Комплектация установки водоочистки обеспечивает качество воды, подаваемой в сеть хозяйственно-питьевого водоснабжения соответствующую нормативами СанПиН 1.2.3685-21

В структурных подразделениях предусмотрен контроль за состоянием недр:

- выполнением мероприятий в зоне санитарной охраны, предотвращающих химическое и микробиологическое загрязнение подземных вод водозабора;
- наличием информационного знака, оповещающего об организованной зоне санитарной охраны;
- выполнением условий лицензии на недропользование;
- нормативной эксплуатацией оборудования и систем водоснабжения;

Образующиеся бытовые сточные воды поступают в канализационную насосную станцию с последующей подачей сточных вод на станцию биологической очистки сточных вод НПС. На основании характеристик поступающих сточных вод, принята технологическая схема, обеспечивающая качество очистки сточных вод до уровня значений соответствующих ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения, которая включает в себя:

- механическую очистку;
- усреднение расхода и состава поступающих сточных вод;

- приготовление и дозирование питательного раствора;
- подогрев поступающих на очистку сточных вод;
- биологическую очистку;
- приготовление и дозирование коагулянта;
- доочистку сточных вод;
- обеззараживание сточных вод;
- приготовление и дозирование флокулянта;
- дезинвазию сточных вод;

Очищенные и обеззараженные хозяйственно-бытовые и дренажные сточные воды после очистки отводятся по коллектору в водные объекты различных рыбохозяйственных категорий [20].

В структурных подразделениях предусмотрен контроль за состоянием водных объектов:

- введение паспортов, документации по технологическому контролю и техническому обслуживанию, отчетов обследования и наладки очистных сооружений;
- наличие нормативной правовой и разрешительной документации в области водопользования;
- предоставления корректных данных учета объема забора(изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и дренажных вод, их качества;
- эффективную работу очистных сооружений;
- своевременное проведение работ ТО и ТР механо-технологическому оборудованию очистных сооружений.

8.5 Осуществление мониторинга за объектами окружающей среды

Для оценки воздействия на окружающую среду от деятельности структурных подразделений организован эколого-аналитический контроль за объектами окружающей среды в подразделениях РНУ «Белогорск» аккредитованной лабораторией, согласно требованиям законодательства РФ- лаборатория эколого-аналитического контроля НПС№27

Мониторинг окружающей среды осуществляется по следующим объектам контроля:

- атмосферный воздух на границе санитарно-защитной зоны подразделения;
- промышленные выбросы;
- неочищенные/очищенные сточные воды;
- подземная вода (артезианские скважины);
- питьевая вода;
- природная поверхностная вода;
- почва и донные отложения.

Для осуществления эколого-аналитического мониторинга привлекаются следующие испытательные лаборатории:

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Амурской области» (микробиологические и паразитологические исследования питьевой, сточной очищенной, природной поверхностной воды, радиологические исследования питьевой, сточной очищенной, природной поверхностной воды, радиологические исследования артезианских скважин, проведение замеров физических факторов (замеры шума)[20].

ФГБУ ЦАС «хабаровский» (исследования промышленных выбросов котельной).

ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Дальневосточному федеральному округу» (исследование поверхностных вод на показатель хронической токсичности).

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Еврейской автономной области» проведение замеров физических факторов.

Лаборатория эколого-аналитического контроля НПС № 34 РНУ «Дальнереченск» (гидрохимические исследования питьевой, сточной, поверхностной воды, исследования атмосферного воздуха, промышленных выбросов, почвы).

8.6 Чрезвычайные ситуации

Ответственность за несоблюдение установленного противопожарного режима на каждом рабочем местечке возлагается на лицо, реализующее свою трудовую деятельность на данном трудовом месте.

Все работники, занятые на работках по техническому обеспечению и ремонту безопасности станции хозяйственно - питьевого водоснабжения НПС № 29, должны пройти обучение в области пожарной безопасности, знать и выполнять инструкции по пожарной безопасности на трудовом месте, уметь пользоваться вторичными средствами пожаротушения [20].

Все работники ОСТ, а также работники субподрядных организаций должны:

- знать и выполнять установленные в ОСТ. филиале ОСТ, структурном подразделении филиала ОСТ предписания пожарной безопасности, не допускать деяний, которые могут привести к пожару или купанию;

- пользоваться только неисправными инструментами, приборами, оборудованием, соблюдать требования эксплуатационных документов изготовителя и указания руководителей и лиц, ответственных за обеспечение противопожарной безопасности при проведении работ на объектах с наличием взрывопожароопасных и пожароопасных технологических сред;

- проводить своевременную приборку рабочих мест от горючих излучений и материалов, отключать электроприемники по окончании работы, за исключением дежурного освещения, УПЗ/СПЗ, электрических установок, которые по условиям технологических процессов должны трудиться круглосуточно, а также приборов, которые могут и/или должны находиться в ежедневном режиме работы в соответствии с проектными документами производителя;

- уметь использовать имеющиеся на объекте первичные средства пожаротушения;

- надзирать за сохранностью и исправностью первичных средств пожаротушения, закрепленных за своим рабочим местом;

- уметь применять и следить за сохранностью закрепленных самоспасателей;

- немедленно вызывать пожарную охрану при зарождении пожара, приступать к депортации людей, а при отсутствии угрозы жизни и самочувствию к ликвидации поджога имеющимися в отсутствие средствами тушения;

- сообщать лицу, ответственному за обеспечение противопожарной безопасности соответственного объекта, и административному лицу пожарной охраны объекта (работнику СПб) обо всех замеченных на участке своей работы или в других местечках объектов нарушениях мер противопожарной безопасности, а также о неполадке или об использовании не по назначению противопожарного оборудования или средств связи с пожарной охраной.

8.7 Действия работников при возникновении пожара

Каждый работник ОСТ при обнаружении пожара или признаков сгорания (задымление, аромат гари, понижение температуры и т. п.) нужен:

а) немедленно известить об этом в подразделение противопожарной охраны объекта на котором появился пожар или, при отсутствии, в ГПС по номерам мобильного 101, 112. При этом необходимо назвать адрес объекта, местечко возникновения пожара, а также сообщить свою кличку;

б) принять посильные меры по депортации людей и, по способности, сохранности нематериальных ценностей, нейтрализации пожара вторичными и стационарными средствами тушения;

в) известить о пожаре диспетчеру (оператору) объекта или руководителю ОСТ, филиала ОСТ, структурного подразделения филиала ОСТ (старшему должностному лицу объекта);

г) оказание пожарной охране при тушении пожаров (при необходимости).

Порядок действий диспетчера (оператора) объекта при предоставлении сообщения о поджоге должен быть детально определен в рекомендациях о

мерах противопожарной безопасности. При предоставлении сообщения о поджоге (в т. ч. сигнала о пожаре от УПС) диспетчер (оператор) объекта должен включить обще-объектовую обеспокоенность, оповестить сотрудников объекта о поджоге по громкоговорящей связи, известить о возникновении поджога:

- а) в пожарную охрану объекта и в территориальное подразделение противопожарной службы;
- б) в подразделение СПБ, реализующее дежурство на объекте (при его наличии);
- в) руководителю ОСТ, филиала ОСТ, структурного подразделения филиала ОСТ;
- г) в вышестоящую диспетчерскую службу;
- д) дежурному электромонтеру, а также проверить включение в работу автоматических УПЗ/СПЗ.

Руководители и уполномоченные лица ОСТ, филиала ОСТ, функционального подразделения филиала ОСТ, лица, в назначенном порядке назначенные ответственными за обслуживание пожарной безопасности, по прибытии к месту пожара, должны:

- а) сообщить о зарождении пожара в ГПС по номерам мобильного телефона 101, 112 или по номеру городского телефона 01, в спецподразделение пожарной охраны объекта, на котором возник пожар, поставить в известность руководство и дежурные службы объекта;
- б) при угрозе жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства;
- в) проверить подключение в работу автоматических УПЗ/СПЗ
- г) при надобности отключить сеть (за исключением УПЗ/СПЗ), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежном с ним помещениях

- д) прекратить все работы в здании кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- е) удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении поджога;
- ж) осуществить всеобщее руководство по возгоранию пожара до отбытия подразделения противопожарной охраны;
- и) обеспечить несоблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении поджога;
- к) одновременно с возгоранием пожара организовать эвакуацию и самозащиту материальных ценностей;
- л) организовать встречу спецподразделений пожарной охраны и наносить помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу поджога;
- м) информировать подразделения противопожарной охраны, привлекаемым для возгорания пожаров и проведения, связанных с ними первоочередных экстренно-спасательных работок, сведения о трансформируемых или хранящихся на объекте опасных взрывчатых, сильнодействующих ядовитых излучениях, необходимые для обеспечения безопасности состава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлена разработка автоматизированной системы станции хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции. Для этого было выбрано основное оборудование, выбраны измерительные приборы. В результате выполнения работы были решены следующие задачи.

- изучен объект автоматизации,
- рассмотрена структура существующей системы управления,
- разработана структурная схема автоматизации;
- произведен выбор технических средств автоматизации и разработана принципиальная электрическая схема их соединений;
- разработана имитационная модель в среде Simulink
- а также разработан щит управления

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Баки мембранные (гидроаккумуляторы) для систем водоснабжения Технический паспорт Модели: VT.AV.B-вертикальный VT.AO.B-горизонтальный. – 52 с.
- 2 Центробежные насосы серии CR [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://product-selection.grundfos.com/ru/products/cr-cre-cri-crie-crncrne-crt-crte/cr?Tab=explore>. – 20.04.2022
- 3 ГОСТ 19.701–90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 23.
- 4 220PRO.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа: выбор оборудования, технические характеристики. URL: <http://220pro.ru/products>. – 20.04.2022
- 5 Русавтоматизация [Электронный ресурс].-Режим доступа: выбор оборудования, технические характеристики. URL: <https://rusautomation.ru>. – 20.04.2022
- 6 ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с
- 7 Механизмы исполнительные электрические однооборотные МЭО(Ф). Руководство по эксплуатации ЯЛБИ.421321.073 РЭ // ОАО АБС ЗЭИМ Автоматизация [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.zeim.ru/production/docs/re/53.pdf. – 20.04.2022
- 8 Принцип работы и устройства насосной станции водоснабжения [Электронный ресурс].-Режим доступа: https://vtt14.ru/info/articles/2018/print_sip_raboty_i_ustroystvo_nasosnoy_stantsii_vodosnabzheniya_istochnik_http_ove_t_ingenera_com_vod/
- 9 БУ21 Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kubankipservice.pro/download/documentation/Pasport_na_BU_21.pdf

- 10 Мухамадеев, А.Р. Преобразователи частоты и устройства плавного пуска для электроприводов переменного тока // Энергетика Татарстана. 2010 - № 17 - С. 44-53.
- 11 ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 53 с.
- 12 Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. — М.: Колосс, 2006. - 352 с.
- 13 MATLAB и Simulink методические указания по применению. [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://exponenta.ru/academy/study-material>
- 14 Руководство пользователя по программированию ПЛК в codesys [Электронный ресурс].-Режим доступа:https://owen.ru/uploads/134/codesys_v23_ru.pdf
- 15 Руководство по обучению микроконтроллер Mitsubishi [Электронный ресурс].-Режим доступа:https://www.elinc.ru/Downloads/Mitsubishi/FX-Trening_Manual_Rus.pdf
- 16 Пожарная безопасность электроустановок./ Под ред. В.И. Кузнецова. – М.: Спецтехника, 2000. – 259 с.
- 17 Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках 153-34.03.603-2003 г. – 69 с.
- 18 Булгаков, А.Б. Охрана окружающей среды в электроэнергетике [Электронный курс]: учеб. Пособие / А.Б. Булгаков; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во АмГУ. 2020. – 90 с.
- 19 Электротехнический справочник/ Под общ. Ред. Герасимова и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 36 с.
- 20 Инструкция по эксплуатации станции хозяйственно-питьевого водоснабжения «ВОДЭКС» ПАО «Транснефть» / Под ред. А.Н. Карпиза, С.В. Москаленко. – Белогорск, 2021 - 37 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Программа PLC_PRG

```
PROGRAM PLC_PRG
```

```
VAR
```

```
    RS1:RS;
```

```
    a:BOOL;
```

```
END_VAR
```

```
rele;
```

```
RS1(SET:=start,RESET1:=stop);
```

```
a:=RS1.Q1;
```

```
IF a THEN (*aaoiiaoe?aneee ?a?ei aee??ai*)
```

```
    signal_stop:=0;
```

```
    signal_start:=1;
```

```
    IF NOT sa_6 THEN (*?aaioa e?aia a aaoiiaoa*)
```

```
        IF NOT up_lvl_bak_1 AND NOT up_lvl_bak_2 THEN
```

```
            open_valve:=1;
```

```
            close_valve:=0;
```

```
                IF opened_valve THEN
```

```
                    open_valve:=0;
```

```
                END_IF
```

```
        ELSE
```

```
            open_valve:=0;
```

```
            close_valve:=1;
```

```
                IF closed_valve THEN
```

```
                    close_valve:=0;
```

```
                END_IF
```

```
        END_IF
```

```
    END_IF
```

Продолжение приложение А

```
IF NOT sa_1 THEN (*?aaioa ianina neaa?eiu 1 aaoiiiao*)
    IF NOT up_lvl_bak_1 AND NOT up_lvl_bak_2 AND NOT re-
set THEN
        skv_1:=1;
        nasos_skv_1:=1;
        alarm_skv_1;
    ELSE
        skv_1:=0;
        nasos_skv_1:=0;
        alarm_skv_1;
    END_IF
END_IF
IF NOT sa_2 THEN
    IF a_skv_1 AND NOT reset THEN (*?aaioa ?aca?aiiai ianina
neaa?eiu aaoiiiao*)
        skv_2:=1;
        nasos_skv_1:=0;
        nasos_skv_2:=1;
        alarm_skv_2;
    ELSE
        skv_2:=0;
        nasos_skv_2:=0;
        alarm_skv_2;
    END_IF
END_IF
IF NOT sa_3 THEN (*?aaioa ianina aiau 1 *)
    IF pres_voda<4 AND NOT reset THEN
        v_1:=1;
```

Продолжение приложение А

```
        nasos_hoz_voda_1:=1;
        v_p;
        alarm_v_1;
ELSE
        v_1:=0;
        nasos_hoz_voda_1:=0;
        v_p;
        alarm_v_1;
END_IF
END_IF
IF NOT sa_4 THEN (*?aaioa ianina aiau 2*)
        IF pres_voda<4 AND timer_pres AND NOT reset THEN
                v_2:=1;
                nasos_hoz_voda_2:=1;
                alarm_v_2;
        ELSE
                v_2:=0;
                nasos_hoz_voda_2:=0;
                alarm_v_2;
        END_IF
END_IF
IF NOT sa_5 THEN (*?aaioa ?aca?aiiai ianina aiau*)
        IF a_v_2 OR a_v_1 AND NOT reset THEN
                IF a_v_1 THEN
                        nasos_hoz_voda_1:=0;
                END_IF
                IF a_v_2 THEN
                        nasos_hoz_voda_2:=0;
```

Продолжение приложение А

END_IF

v_3:=1;

nasos_hoz_voda_3:=1;

alarm_v_3;

ELSE

v_3:=0;

nasos_hoz_voda_3:=0;

alarm_v_3;

END_IF

END_IF

IF a_v_3 OR a_skv_2 OR bak_ochistki AND NOT reset THEN

(*aaa?ey*)

nasos_hoz_voda_3:=0;

nasos_hoz_voda_1:=0;

nasos_hoz_voda_2:=0;

nasos_skv_1:=0;

nasos_skv_2:=0;

alarm:=1;

ELSE

alarm:=0;

END_IF

ELSE (*inoaiia*)

signal_start:=0;

signal_stop:=1;

nasos_skv_1:=0;

nasos_skv_2:=0;

nasos_hoz_voda_1:=0;

Продолжение приложение А

```
nasos_hoz_voda_2:=0;
```

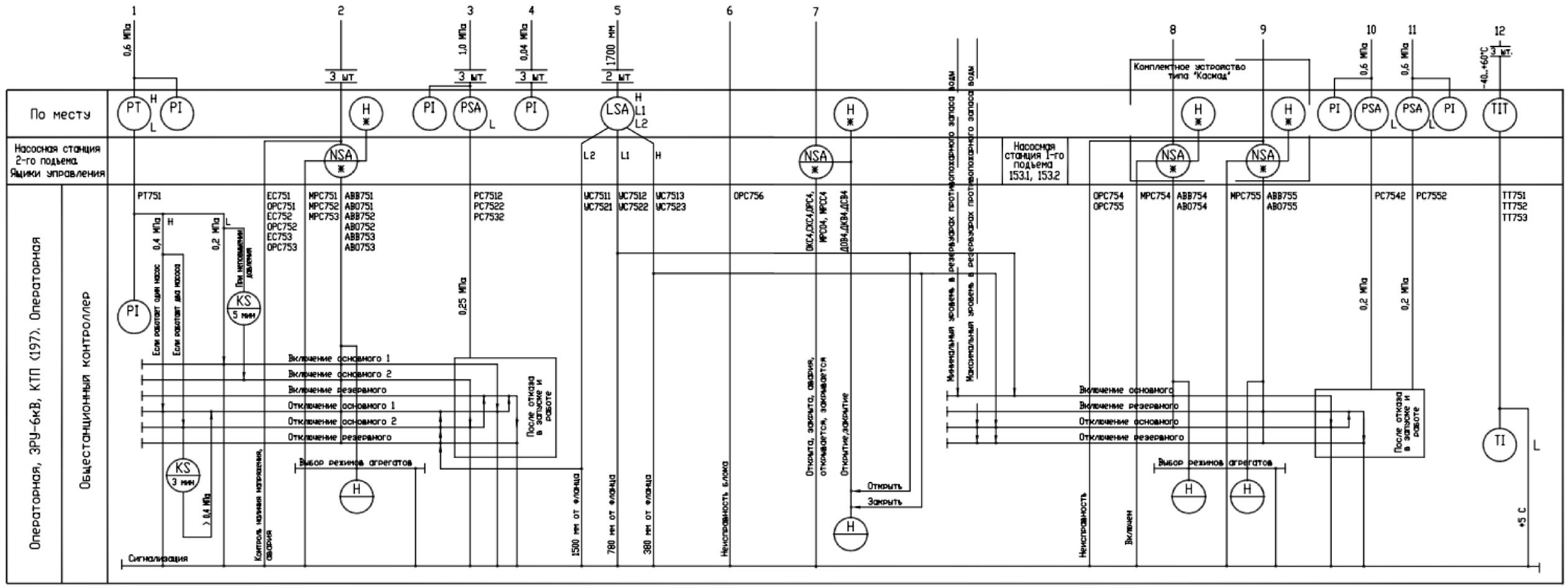
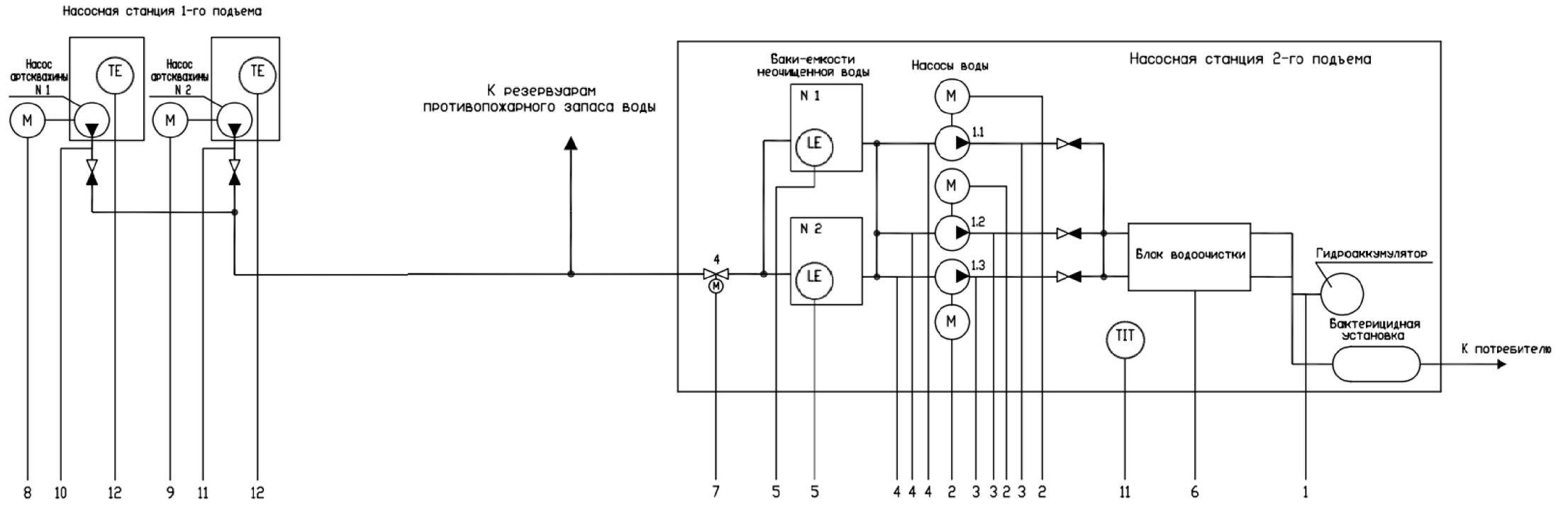
```
nasos_hoz_voda_3:=0;
```

```
IF sa_1 OR sa_2 OR sa_3 OR sa_4 OR sa_5 OR sa_6 THEN
```

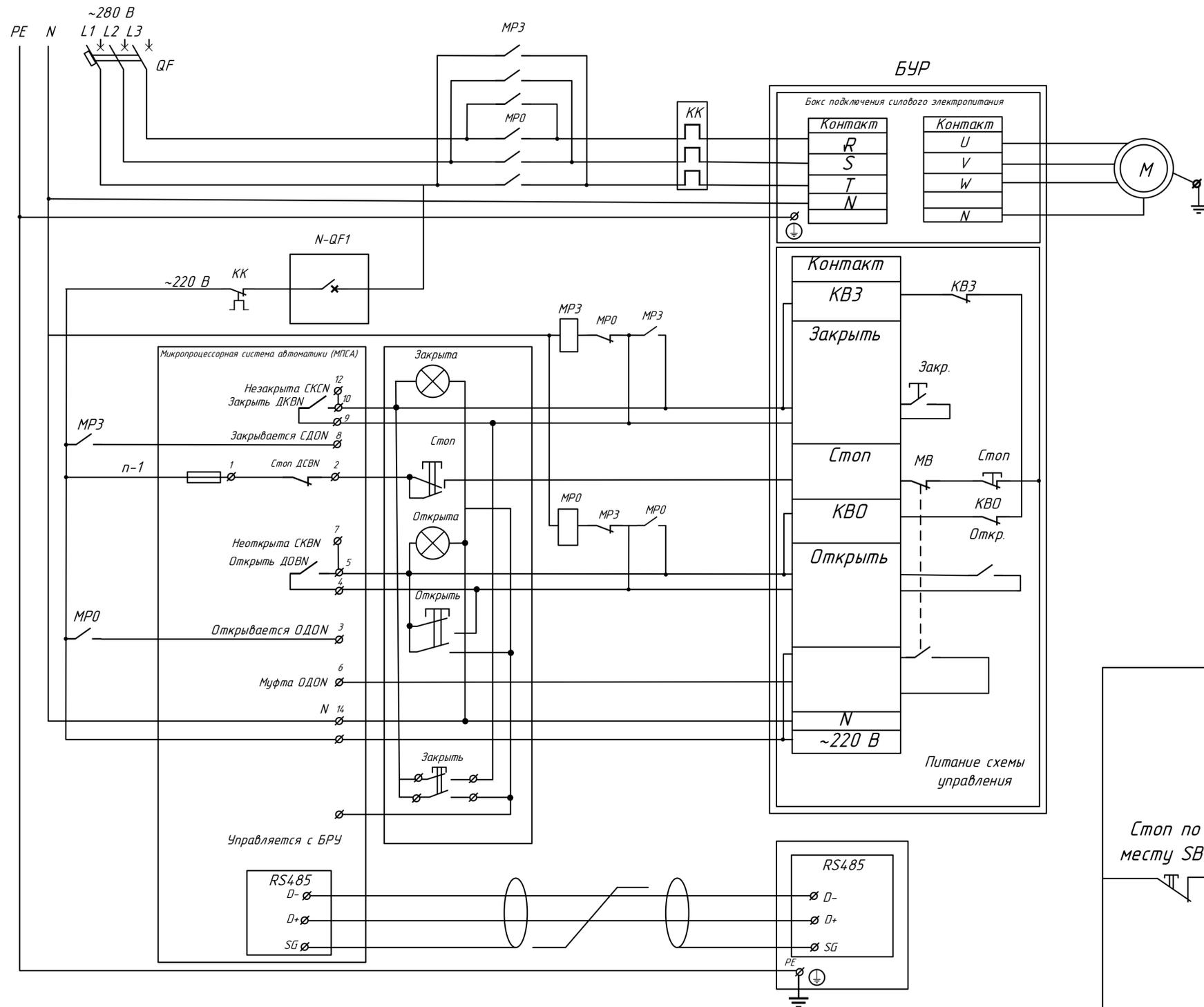
```
    rele;
```

```
END_IF
```

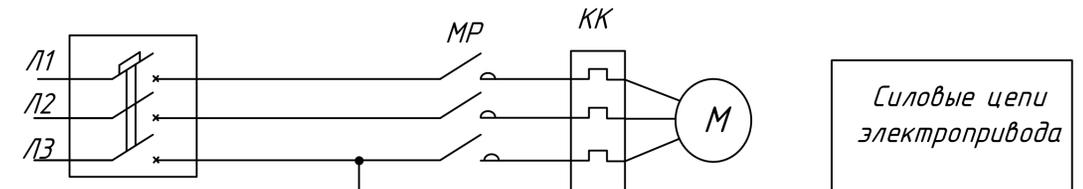
```
END_IF
```

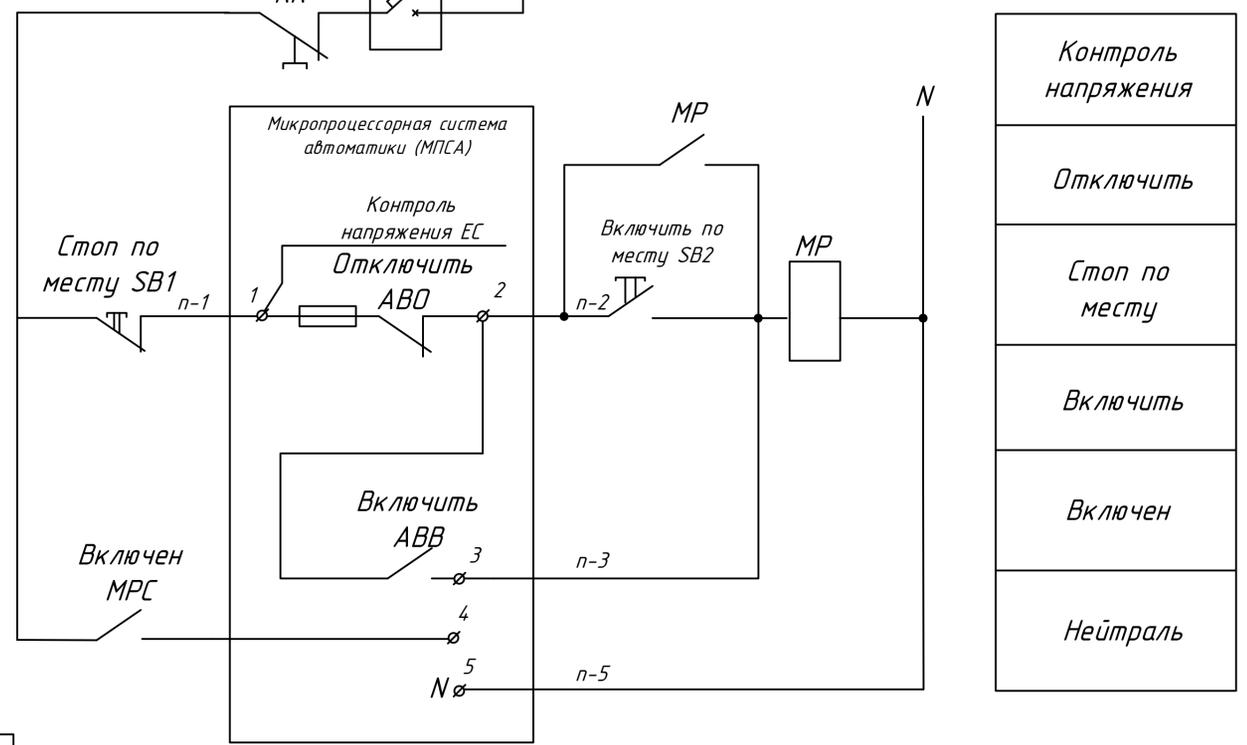
					ВКР.184.003.150304.Сх		
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Функциональная схема системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции Разработка автоматизированной системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции		
Разработ	Гришь В.К.						
Проверил	Рыбалев А.Н.						
Т.Контр	Рыбалев А.Н.						
Н.Контр	Скрипко О.В.						
Утвержда	Скрипко О.В.				Лист	Масштаб	Масштаб
					Лист 2	Листов 6	
					АМГУ Кафедра АППиЭ		



Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
	Аппаратура, устанавливаемая в ЩСУ		
QF	Автоматический выключатель	1	
QF1	Автоматический выключатель	1	
MP	Магнитный пускатель	1	
	По месту		
SB1, SB2	Пост управления кнопочный взрывозащищенный	2	



Силовые цепи электропривода



Контроль напряжения
Отключить
Стоп по месту
Включить
Включен
Нейтраль

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
	Аппаратура устанавливаемая в ЩСУ-0,4 кВ		
MP0, MP3	Магнитный пускатель	2	
QF	Автоматический выключатель	1	
QF1	Автоматический выключатель	1	

Диаграмма замыканий контактов конечных выключателей задвижки

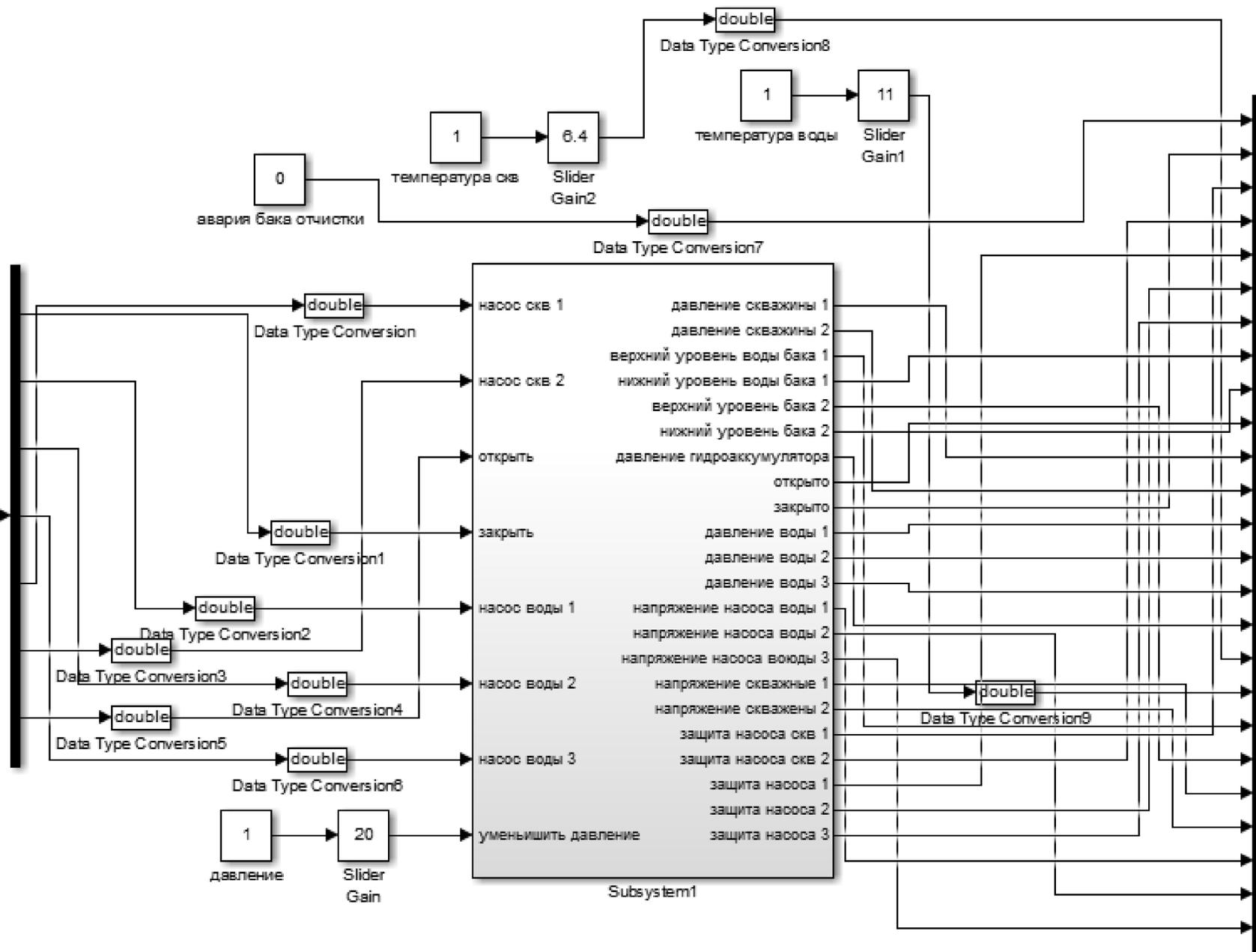
Обозначение	Положение задвижки			
	Открыто	Промежуточное положение	Отсутствие напряжения	Закрота
КВ0 N				
КВ3 N				

Simulink модель

OPC Config
Real-Time
OPC Configuration

OPC Read (Cache):
PLC1::..._valve
PLC1::...voda_1
PLC1::...voda_2
PLC1::...voda_3
PLC1::...skv_1
PLC1::...skv_2
PLC1::..._valve

write_group



OPC Write (Sync):
PLC1::bak_ochistki
PLC1::closed_valve
PLC1::kk_1
PLC1::kk_2
PLC1::kk_3
PLC1::kk_4
PLC1::kk_5
PLC1::low_lvl_bak_1
PLC1::low_lvl_bak_2
PLC1::opened_valve
PLC1::pres_1
PLC1::pres_2
PLC1::pres_3
PLC1::pres_4
PLC1::pres_5
PLC1::pres_voda
PLC1::temp_skv
PLC1::temp_voda
PLC1::up_lvl_bak_1
PLC1::up_lvl_bak_2
PLC1::volt_1
PLC1::volt_2
PLC1::volt_3
PLC1::volt_4
PLC1::volt_5

read_group

Входные переменные:

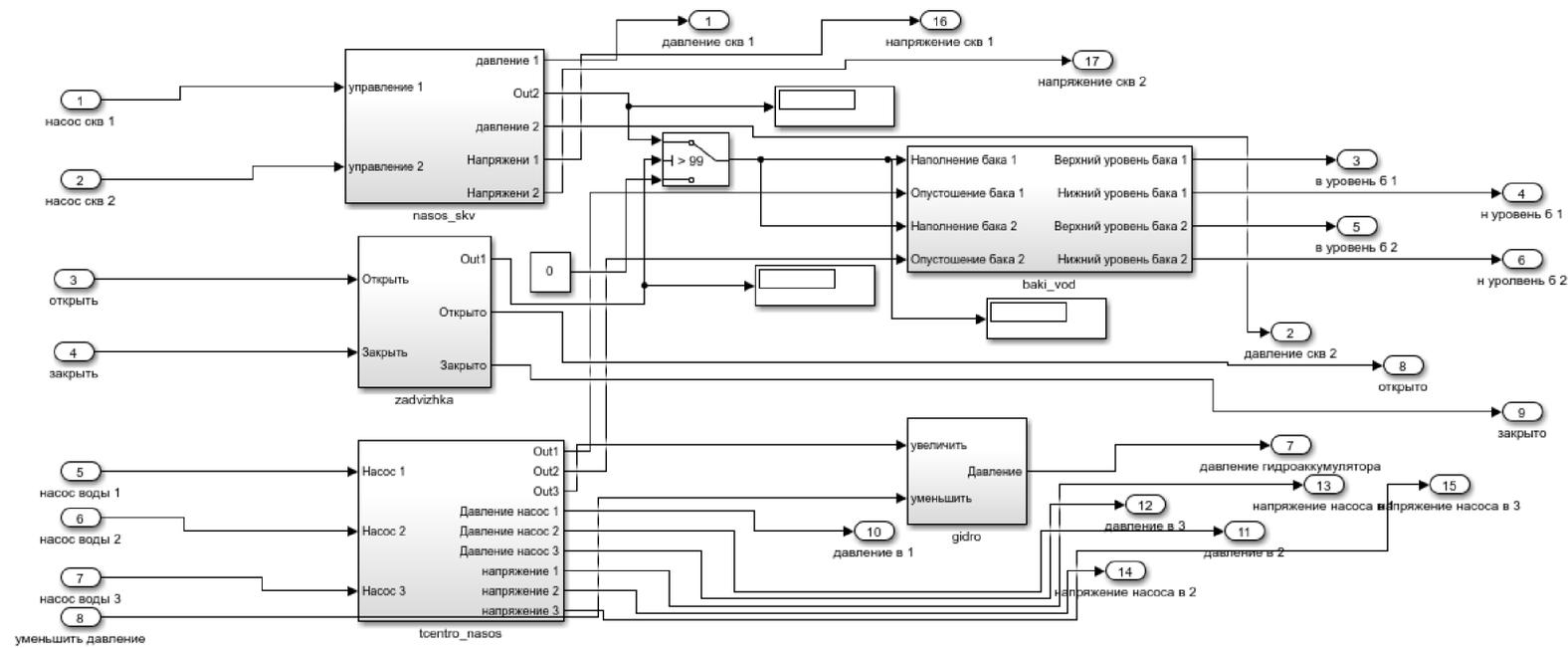
- 1) Центробежный насос 1
- 2) Центробежный насос 2
- 3) Центробежный насос 3
- 4) Артезианский насос 1
- 5) Артезианский насос 2
- 6) Задвижка открыта
- 7) Задвижка закрыта
- 8) Давление перед гидроаккумулятором

Выходные переменные

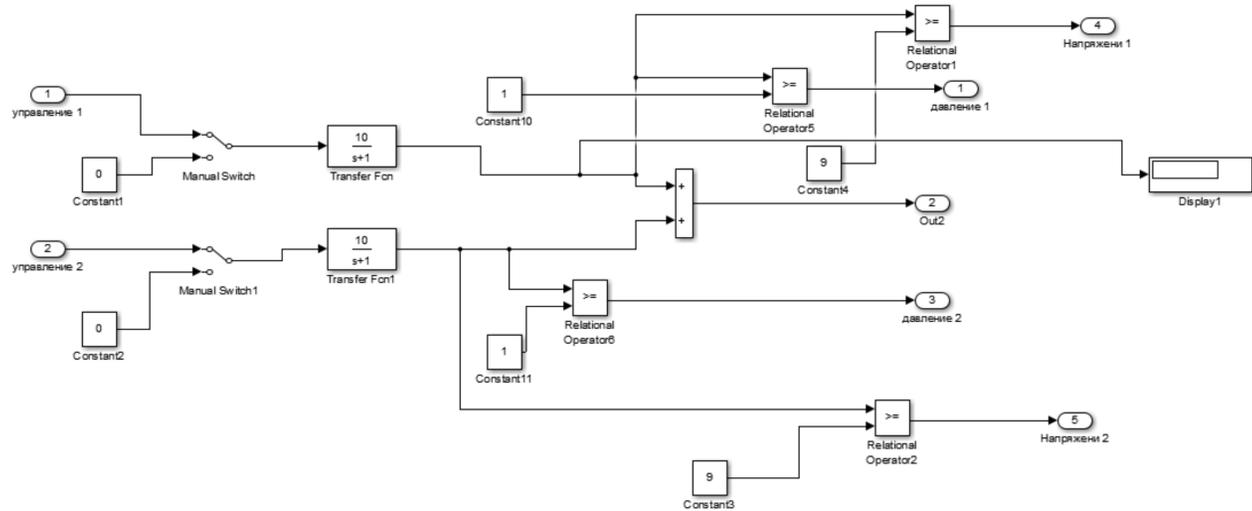
- 1) Давление на артезианском насосе 1
- 2) Давление на артезианском насосе 2
- 3) Верхний уровень воды в баках исходной воды 1
- 4) Верхний уровень воды в баках исходной воды 2
- 5) Нижний уровень воды в баках исходной воды 1
- 6) Нижний уровень воды в баках исходной воды 2
- 7) Напряжение на артезианском насосе 1
- 8) Напряжение на артезианском насосе 2
- 9) Давление на центробежном насосе 1
- 10) Давление на центробежном насосе 2
- 11) Давление на центробежном насосе 3
- 12) Напряжение на центробежном насосе 2
- 13) Напряжение на центробежном насосе 3
- 14) Напряжение на центробежном насосе 3
- 15) Давление перед гидроаккумулятором
- 16) Защита артезианского насоса 1
- 17) Защита артезианского насоса 2
- 18) Защита центробежного насоса 1
- 19) Защита центробежного насоса 2
- 20) Защита центробежного насоса 3
- 21) Задвижка открыта
- 22) Задвижка закрыта

				ВКР.184.003.150304.Сх		
Имя	Тип	И. значения	Тип	Имитационная модель системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции	Лит	Масштаб
Разраб	Гринь В.К.				д	
Проверил	Рыбалов А.Н.				Лист 4	Листов 6
Т.Контр	Рыбалов А.Н.			Разработка автоматизированной системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станции		АМГУ Кафедра АППиЭ
И.Контр	Скрипко О.В.					
Утвержда	Скрипко О.В.					

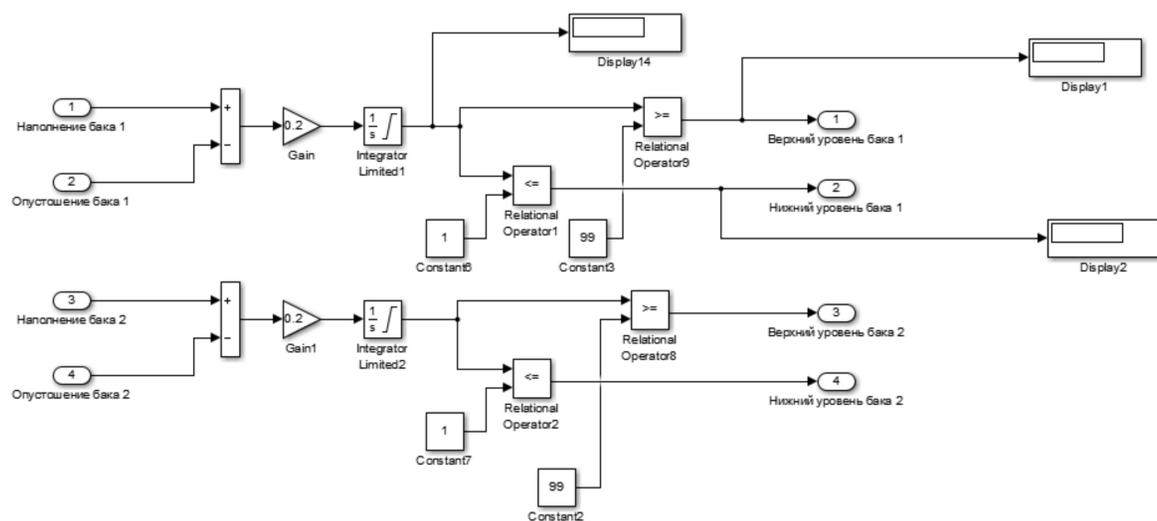
1. Подсистема Subsistem



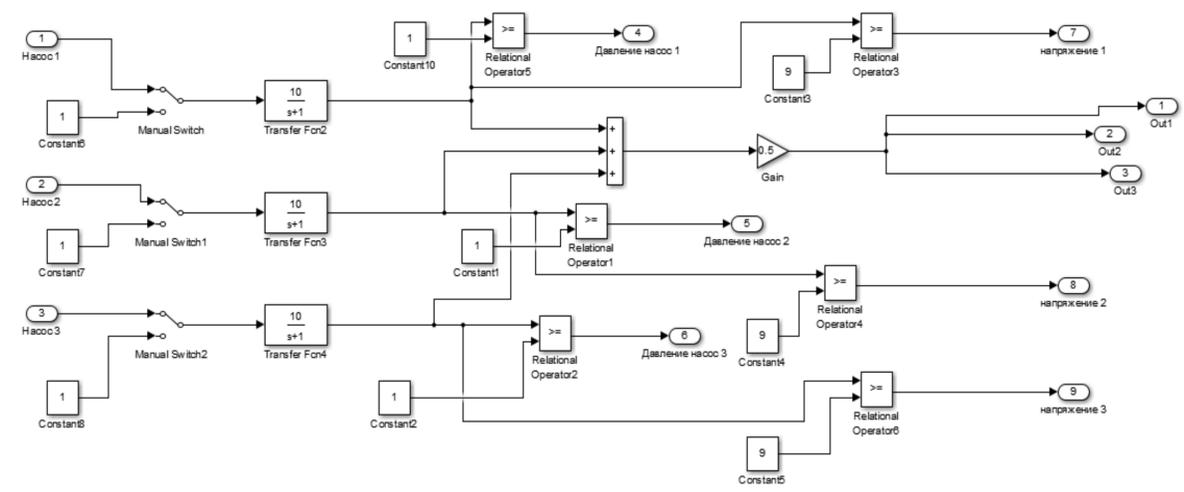
2. Функциональный блок насос_skv



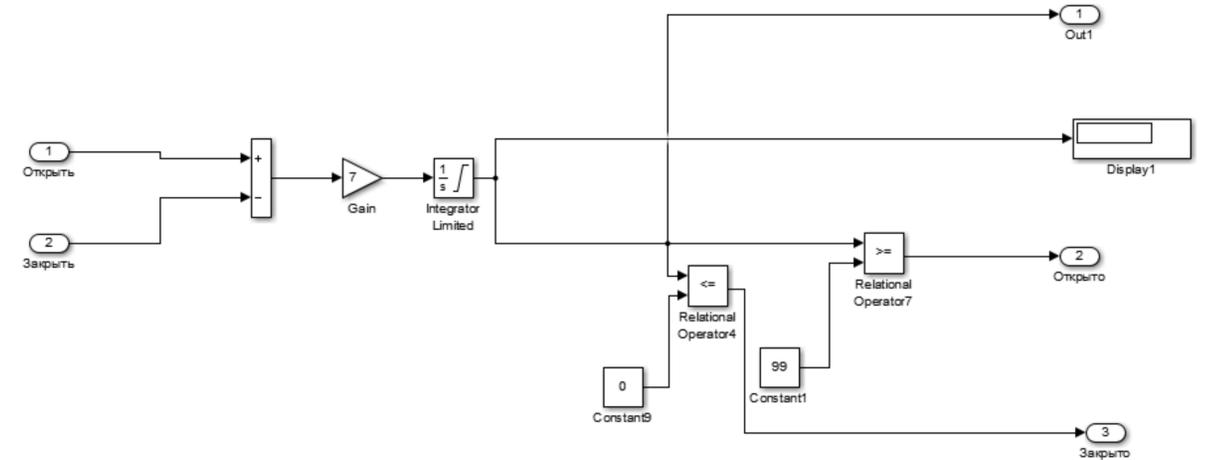
3. Функциональный блок бакi_vod



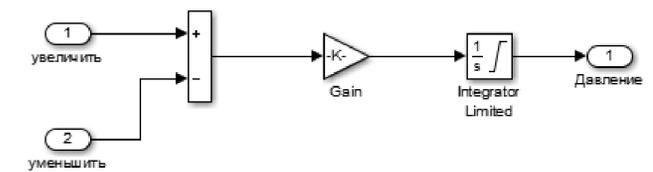
5. Функциональный блок tcentro_nasos



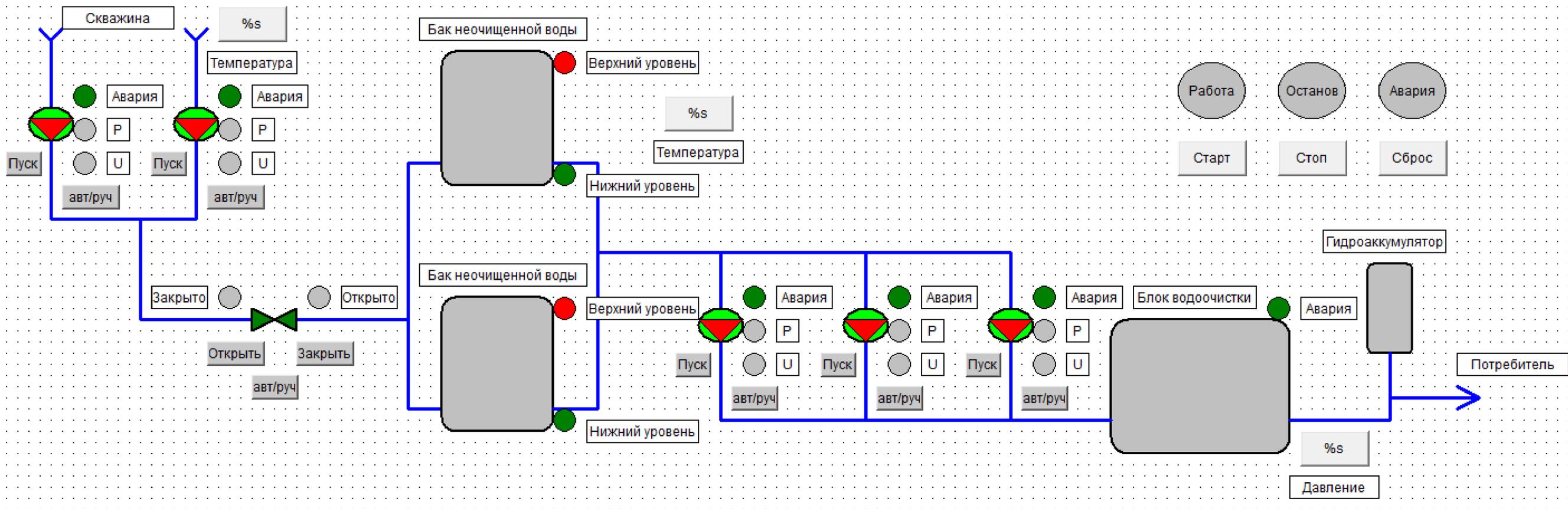
4. Функциональный блок zadvizhka



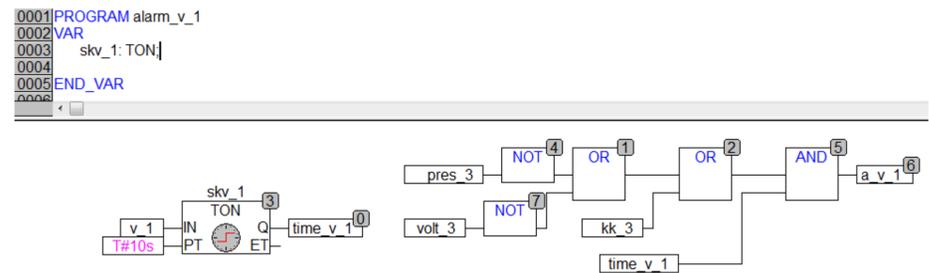
6. Функциональный блок gidro



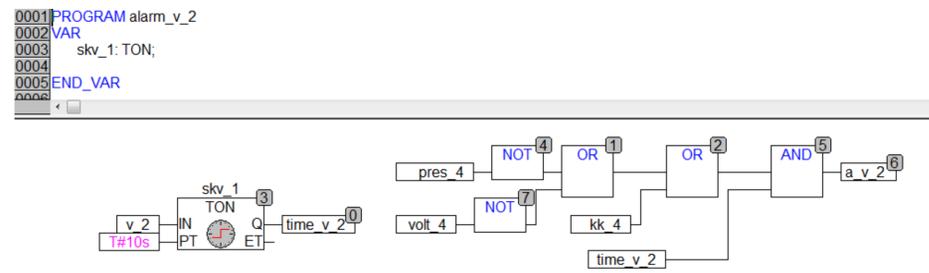
Экран визуализации



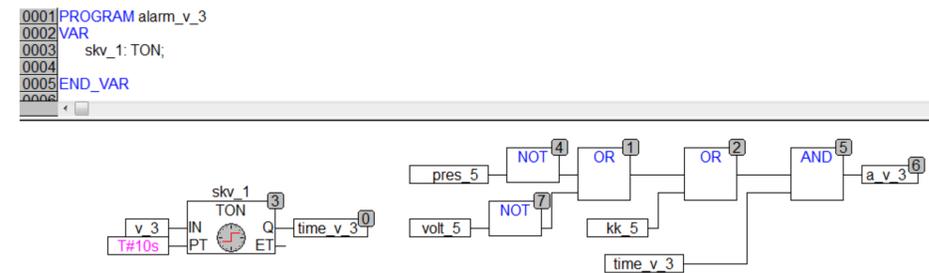
Функциональный блок аварии alarm_v_1



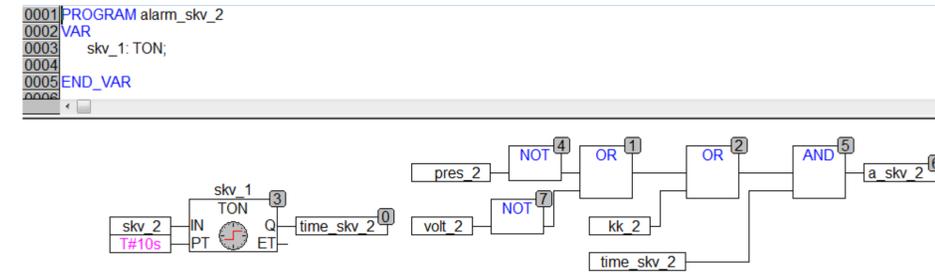
Функциональный блок аварии alarm_v_2



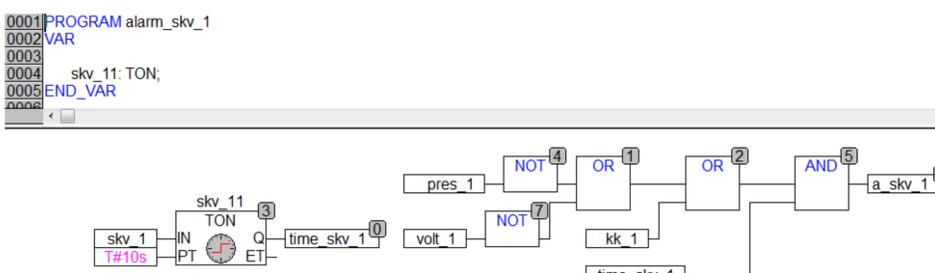
Функциональный блок аварии alarm_v_2



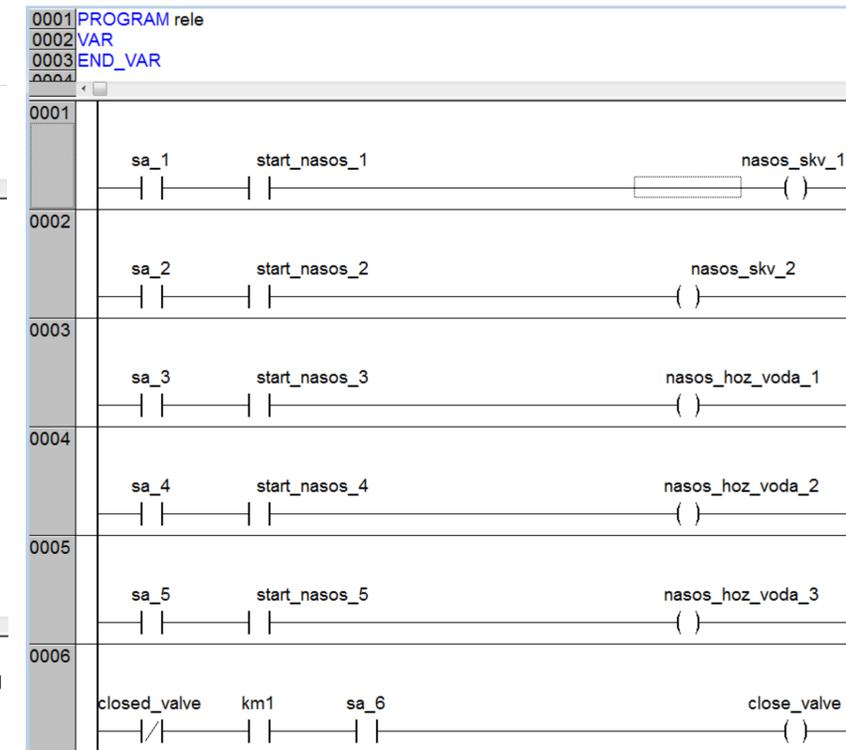
Функциональный блок аварии alarm_skv_1



Функциональный блок аварии alarm_skv_2



Функциональный блок Rele



ВКР.184.003.150304.Сх			
Имя	Имя	Имя	Имя
Лист	Лист	Лист	Лист
Разраб	Григорьев В.К.	Масштаб	
Проверил	Рыбалаев А.Н.	Лист 6	Листов 6
Т.Контр.	Рыбалаев А.Н.	Разработка автоматизированной системы управления хозяйственно-питьевого водоснабжения магистральной насосной станцией	
И.Контр.	Скрипко О.В.	АМГУ	
Утвержда	Скрипко О.В.	Кафедра АППиЭ	