

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств
Кафедра систем управления и мехатроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы блока подготовки газа

УДК 622.279.5.05-52:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Павлов Станислав Анатольевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Пякилля Борис Иванович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сегреевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
 Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств
 Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой СУМ
 _____ Губин В.Е.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Павлову Станиславу Анатольевичу

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы блока подготовки газа

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: факельная система установки комплексной подготовки газа. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный. Объекты процесса: факельные сепараторы, емкости дренажные, факелы низкого и высокого давления. Повышенные требования к точности измерений.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Проектирование автоматизированной системы управления факельной системы блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа. Разработка структурной схемы. Разработка принципиальной технологической схемы. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса технических средств. Разработка схем соединений внешних проводок. Разработка чертежей видеокладов процесса.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема. Принципиальная технологическая схема. Схемы автоматизации.</p>

	Схемы соединений внешних проводок. Чертеж видеокадра.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ре- сурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном язы- ках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалифика- ционной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Пякилля Борис Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Павлов Станислав Анатольевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств
Кафедра систем управления и мехатроники
Уровень образования – бакалавр
Период выполнения – весенний семестр 2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Пякилля Борис Иванович			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 150 страниц машинописного текста, 62 рисунка, 42 таблицы, 1 список использованных источников на 45 наименований, 7 приложений.

Ключевые слова: автоматизированная система, установка, подготовка газа, комплекс технических средств, газ, модернизация, SCADA-система, видеокадр, мнемосхема, система измерения количества и показателей качества газа, факельная система, автоматизированное рабочее место, структура, иерархия, схема, технология, процесс.

Объектом исследования является факельная система установки комплексной подготовки газа.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления факельной системы блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа.

Работа представляет собой проект по разработке автоматизированной системы управления факельной системы блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2016;
- Autodesk AutoCAD 2016;
- Mathcad Prime 3.0;
- Simple SCADA 2.0.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения	9
Введение	11
1 Техническое задание	13
1.1 Назначение, цели и функции АСУ ТП	13
1.2 Характеристика объекта автоматизации	14
1.3 Требования к АСУ ТП	14
1.3.1 Общие требования	14
1.3.2 Объемы автоматизации АСУ ТП	15
1.3.3 Требования к структуре АСУ ТП	19
1.3.4 Требования к перспективам развития и модернизации АСУ ТП	21
1.3.5 Требования по стандартизации и унификации	21
1.4 Требования к видам обеспечений	22
1.4.1 Требования к техническому обеспечению	22
1.4.2 Требования к программному обеспечению	28
1.4.3 Требования к информационному обеспечению	29
1.4.4 Требования к математическому обеспечению	29
2 Описание технологического процесса	32
3 Разработка структурной схемы	34
4 Разработка схем автоматизации	39
5 Выбор комплекса технических средств	40
5.1 Выбор контроллерного оборудования	40
5.1.1 Модуль центрального процессора 1756-L62	44
5.1.2 Источник питания 1756-PA72	45
5.1.3 Шасси 1756-A4, 1756-A7	46
5.1.4 Модуль коммуникационный Ethernet 1756-EN2TR	46
5.1.5 Модуль резервирования 1756-RM2	47
5.1.6 Модуль ввода дискретных сигналов 1756-IB32	47
5.1.7 Модуль вывода дискретных сигналов 1756-OB32	48
5.1.8 Модуль ввода аналоговых сигналов 1756-IF16H	50
5.1.9 Модуль коммуникационный RS-232/422/485 MVI56E-MCM	50
5.2 Выбор полевого оборудования	51
5.2.1 Манометр WIKA PG23LT	51
5.2.2 Термометр WIKA S5551	53
5.2.3 Датчик избыточного давления Метран-150CG	54
5.2.4 Преобразователь температуры Метран-286-Ex	55
5.2.5 Термопреобразователь сопротивления Метран-2000	56
5.2.6 Вихревой расходомер Rosemount 8800D	57
5.2.7 Радарный уровнемер Rosemount 5600	58
5.2.8 Вибрационный сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120	59
5.2.9 Вибропреобразователь ВК-310С	59
5.2.10 Газоанализатор ИДК-09	60
5.3 Выбор исполнительных устройств	61
5.3.1 Световые и светозвуковые сигнализаторы	61

5.3.2	Электропривод АУМА	62
5.4	Нормирование погрешности канала измерения	62
6	Разработка схем соединений внешних проводов	65
7	Разработка алгоритмов управления	69
7.1	Обработка входного дискретного сигнала	71
7.2	Обработка дискретного выходного сигнала	73
7.3	Обработка входного аналогового сигнала	74
7.4	Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок	81
8	Разработка мнемосхем	86
8.1	Общая информация	86
8.2	Основные функции	88
8.2.1	Управление	88
8.2.2	Отображение	89
8.2.3	Перечень соглашений	90
8.2.4	Аварийные сообщения	93
8.2.5	Регистрация процесса	96
8.2.6	Дистанционное управление электроприводными задвижками	96
9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	94
9.1	Цели и задачи	94
9.2	Организация и планирование комплекса работ	94
9.3	Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений	98
9.4	Расчет затрат на проектирование	99
9.5	Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	101
9.6	Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и сококупаемости капитальных затрат	102
10	Социальная ответственность	107
10.1	Аннотация	107
10.2	Введение	107
10.3	Производственная безопасность	108
10.4	Производственная санитария	109
10.4.1	Шум	109
10.4.2	Микроклимат	109
10.4.3	Освещенность	110
10.4.4	Электромагнитное излучение	114
10.5	Техника безопасности	114
10.5.1	Электрическая безопасность	114
10.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	116
10.6.1	Пожарная безопасность	116
10.7	Экологическая безопасность	118
10.8	Правовые и организационные требования	119
	Заключение	121
	Список использованных источников	122
	Приложение А. Схема принципиальная технологическая	125
	Приложение Б. Схема структурная комплекса технических средств	126

Приложение В. Схемы автоматизации	105
Приложение Г. Схемы соединений внешних проводок	133
Приложение Д. Мнемосхема факельной системы	139
Приложение Е. Перечень входных / выходных сигналов	140
Приложение Ж. Линейный график работ	150

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Расшифровка
АР	Автоматическое регулирование
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
АС (АСУ)	Автоматизированная система (автоматизированная система управления)
БД	База данных
ГОСТ	Государственный стандарт
ЗИП	Запасные части, инструменты и принадлежности
ЗРА	Запорно-регулирующая аппаратура
ИК	Измерительный канал
ИМ	Исполнительный механизм
ИС	Измерительная система
ИБП	Источник бесперебойного питания
КИП	Контрольно-измерительные приборы
КТС	Комплекс технических средств
ЛВС	Локальная вычислительная сеть
МИ	Методика измерений
НТД	Нормативно-техническая документация
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
СВТ	Средства вычислительной техники
РЭ	Руководство по эксплуатации
СКУ	Средства контроля и управления
ТЭП	Технико-экономические показатели
ТЗ	Техническое задание
УСО	Устройство связи с объектом
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс
ТР	Технологический регламент
ФВД	Факел высокого давления
ФНД	Факел низкого давления
ФС	Факельный сепаратор / факельная система
ГС	Газовый сепаратор-каплеуловитель
БПГ	Блок подготовки газа
УПТГ	Установка подготовки топливного газа
УКПГ	Установка комплексной подготовки газа
СИКГ	Система измерений количества и показателей качества газа
КМХ	Контроль метрологических характеристик
СИ	Средство измерения
ДВК	Датчик взрывной концентрации
НКПР	Нижний концентрационный предел распространения

Аббревиатура	Расшифровка
ИМ (ИУ)	Исполнительный механизм (исполнительное устройство)
ЕК	Емкость сбора конденсата
ДВК	Довзрывная концентрация
НКПР	Нижний концентрационный предел распространения
СОИ	Система сбора и обработки информации
ШОИ	Шкаф обработки информации
ЛСУ	Локальная система управления
ППО (ПО)	Прикладное программное обеспечение (программное обеспечение)
ПТ	Преобразователь температуры
ТС (ТСП)	Термопреобразователь сопротивления (платиновый)

ВВЕДЕНИЕ

Когда речь заходит о современном промышленном предприятии по добыче нефти или газа, связанным с наличием сложного и современного оборудования, имеет место, говорить, в первую очередь, об автоматизации этого производства. В связи со сложным технологическим процессом добычи сырья, а также заботой о безопасности этого производства, наличие автоматизированных процессов просто необходимо.

Система автоматизации обеспечивает централизованный контроль над работой технологических агрегатов, сигнализацию отклонений параметров от регламентных норм, дистанционное управление исполнительными механизмами, регулирование отдельных технологических параметров, защиту технологического процесса и оборудования при возникновении аварийных ситуаций [1].

С учетом вышесказанного, актуальность затронутой темы в работе – а именно, модернизация автоматизированной системы с целью повышения степени автоматизации технологического процесса – с трудом может быть подвержена каким-либо сомнениям.

В составе заводов по производству нефти и газа имеются различные объекты, которые разделены по типу производимых работ. Одним из таких объектов в газовой промышленности является установка комплексной подготовки газа, в состав которой входят различные узлы, блоки и технологические модули. Одним из главных является блок подготовки газа, и в частности, факельная система в составе этого блока.

Таким образом, данная работа заключается в проектировании принципиально новой автоматизированной системы управления объекта на основе исходных данных.

Реализация данной работы включает в себя:

- 1 разработку графических материалов:
 - принципиальной технологической схемы;
 - структурной схемы комплекса технических средств;
 - схем автоматизации;

- схем соединений внешних проводок;
 - чертежей видеокадров (мнемосхем);
- 2 разработку перечней входных и выходных сигналов и данных;
 - 3 подбор комплекса технических средств;
 - 4 разработку программно-алгоритмического обеспечения.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение, цели и функции АСУ ТП

Целью создания автоматизированной системы управления (АСУ) факельной системы (ФС) блока подготовки газа (БПГ) установки комплексной подготовки газа (УКПГ) является реализация функций автоматизированного управления технологическим процессом, а также эффективной защиты и своевременной остановки технологического процесса при угрозе аварии и ее локализации по заданным алгоритмам.

Основные цели и задачи АСУ ТП:

- безопасность персонала;
- охрана окружающей среды;
- контроль и управление технологическими и вспомогательными процессами;
- предоставление достаточного объема информации оперативному персоналу в целях обеспечения безопасного и эффективного управления процессом.

Основные функции АСУ ТП:

- сбор текущих значений параметров технологического процесса (ТП);
- контроль соответствия значение параметров ТП технологическому регламенту ТР и сигнализация нарушений;
- регулирование параметров ТП в заданных режимах работы;
- управление исполнительными устройствами (ИУ) по разработанным алгоритмам в соответствии с нормами ТП;
- контроль и сигнализация состояния технологического оборудования;
- контроль и сигнализация предаварийных состояний;
- сигнализация нештатных и аварийных ситуаций;
- блокировка оборудования по сигналам технологических защит;
- сигнализация отказов функций управления;
- визуализация текущих значений параметров в цифровом виде, в виде графиков, цветных мнемосхем и т.п.;
- вычисление расчетных параметров;

- контроль и регистрация действий оператора;
- регистрация данных, нарушений регламентных норм, нештатных и аварийных ситуаций.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Факельная система предназначена для бездымного сжигания горючих и токсичных газов и паров в результате их постоянного, периодического или аварийного сброса с целью предотвращения их попадания в атмосферу.

Расчетная температура окружающего воздуха на открытых площадках находится в диапазоне от минус 35 до плюс 40 °С. Расчетная температура окружающего воздуха в закрытых помещениях – от плюс 18 до плюс 25 °С.

Режим работы объекта – круглосуточный, круглогодичный.

Перечень технологических объектов и сооружений приведен в таблице .

Таблица 1 – Перечень технологических объектов и сооружений

№	Наименование объекта / сооружения	Позиция
1	Площадка сбора конденсата в составе: <ul style="list-style-type: none"> – факельный сепаратор ФС-1, ФС-2 (2 шт.); – емкость сбора конденсата ЕК-1, ЕК-2 (2 шт.); – система измерений количества и показателей качества газа СИКГ-6, СИКГ-7 (2 шт.) 	7
2	Площадка розжига в составе: <ul style="list-style-type: none"> – газовый сепаратор-каплеуловитель ГС-3 (1 шт.); – система измерений количества и показателей качества газа СИКГ-5 (1 шт.); – блок управления факела БУФ-1, БУФ-2 (2 шт.); – контроллер запала факела КЗФ-1, КЗФ-2 (2 шт.) 	8
3	Факел высокого давления ФВД	9
4	Факел низкого давления ФНД	10

1.3 Требования к АСУ ТП

1.3.1 Общие требования

АСУ ТП должна строиться как распределенная система управления (PCY), основной целью и назначением которой является обеспечение безопасного и эффективного управления ТП в реальном масштабе времени.

Программно-технические средства системы, входящие в комплекс технических средств (КТС) должны иметь необходимые сертификаты соответствия.

Связь между оборудованием полевого (нижнего) и контроллерного (среднего) уровней должна осуществляться при помощи проводных связей, посредством цифровых и унифицированных аналоговых, дискретных электрических сигналов через шкафы РСУ, построенные на программируемых логических контроллерах (ПЛК).

Обмен данными между оборудованием среднего и верхнего уровней должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей высокой производительности.

Структура РСУ должна быть предусмотрена такой, чтобы исключить наличие узлов (единичных элементов и связей), отказ которых приведет к отказу РСУ в целом. Для обеспечения минимальной вероятности отказов должно быть предусмотрено резервирование ответственных элементов и сетей системы.

1.3.2 Объемы автоматизации АСУ ТП

Автоматизация объектов АСУ ТП должна быть предусмотрена нижеследующем объеме.

Автоматизация факельных сепараторов ФС-1, ФС-2 (2 шт.) должна включать в себя:

- 1 Местный контроль:
 - температуры конденсата на выходе из аппарата;
 - давления газа на входе и выходе аппарата.
- 2 Дистанционный контроль:
 - температуры конденсата на выходе из аппарата;
 - давления газа на входе и выходе аппарата.
- 3 Дистанционную сигнализацию

– минимальной допустимой температуры конденсата на выходе из аппарата;

– максимального предельного уровня жидкости в аппарате.

Автоматизация емкостей для сбора конденсата ЕК-1, ЕК-2 (2 шт.) должна включать в себя:

1 Местный контроль давления в нагнетательных линиях насосов.

2 Дистанционный контроль:

– загазованности на площадке сбора конденсата;

– температуры в аппарате;

– температуры подшипников электродвигателей насосов;

– вибрации насосов;

– давления в нагнетательных линиях насосов;

– уровня в аппарате.

3 Местная сигнализация при достижении до взрывной концентрации (ДВК) горючих газов и паров на площадке сбора конденсата 10 % и 20 % от нижнего концентрационного предела распространения (НКПР).

4 Дистанционная сигнализация:

– при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке сбора конденсата 10 % и 20 % от НКПР;

– минимальной допустимой температуры в аппарате;

– максимальной допустимой и предельной температуры подшипников электродвигателей насосов;

– максимальной предельной вибрации насосов;

– максимального предельного уровня затворной жидкости;

– минимального и максимального предельного и допустимого давления в нагнетательных линиях насосов;

– минимального и максимального допустимого уровня в аппарате;

– максимального предельного уровня в аппарате.

5 Автоматическое управление:

- отключение насоса при:
 - а) достижении ДВК горючих газов и паров на площадке сбора конденсата 20 % от НКПР;
 - б) максимальной предельной температуре подшипников электродвигателей насосов;
 - в) максимальной предельной вибрации насосов;
 - г) минимальном допустимом уровне в аппарате;
- включение насоса при максимальном допустимом уровне в аппарате;
- открытие задвижки при максимальном допустимом и предельном уровне в аппарате;
- закрытие задвижки при минимальном допустимом уровне в аппарате.

6 Автоматическая блокировка пуска насоса при достижении значения уровня в аппарате 640 мм.

7 Контроль состояния, местное и дистанционное (ручное с АРМ оператора и автоматическое (АСУ ТП)) управление электроприводными задвижками.

Дополнительно предусмотреть следующие автоматизируемые функции:

1 Автоматическое отключение рабочего насоса, включение резервного насоса при минимальном и максимальном предельном значении давления в нагнетательных линиях насосов в течение 30 секунд.

2 Автоматическое открытие электроприводной задвижки на нагнетании насоса при достижении давления в линии нагнетания.

3 Автоматическое закрытие задвижки на линии нагнетания насоса при остановке этого насоса.

Автоматизация площадки розжига (поз. 8) должна включать в себя:

1 Местный контроль:

- давления газа на выходе из сепаратора ГС-3;
- температуры конденсата на выходе из сепаратора ГС-3;
- уровня жидкости в сепараторе ГС-3.

2 Дистанционный контроль:

- загазованности на площадке;

- температуры в сепараторе ГС-3;
- давления в сепараторе ГС-3;
- уровня жидкости в сепараторе ГС-3.

3 Местная сигнализация при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке розжига 10 % и 20 % от НКПР.

4 Дистанционная сигнализация:

- при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке розжига 10 % и 20 % от НКПР;
- минимальной допустимой температуры в сепараторе ГС-3;
- минимального и максимального допустимого давления в сепараторе ГС-3;
- минимального и максимального допустимого и предельного уровня жидкости в сепараторе ГС-3.

5 Автоматическое управление:

- открытие клапана при максимальном допустимом уровне жидкости в сепараторе ГС-3;
- закрытие клапана при минимальном допустимом уровне жидкости в сепараторе ГС-3.

6 Контроль состояния, местное и дистанционное (ручное с АРМ оператора и автоматическое (АСУ ТП)) управление электроприводным клапаном.

Обработка информации от первичных датчиков и преобразователей СИКГ-5...7 осуществляется системой сбора и обработки информации (СОИ), конструктивно выполненной в шкафах обработки информации (ШОИ). ШОИ и первичные датчики и преобразователи СИКГ-5...7 поставляются комплектно в рамках локальной системы управления (ЛСУ).

Автоматизация СИКГ-5...7 должна включать в себя:

- 1 Местный контроль давления и температуры газа.
- 2 Дистанционный контроль давления, температуры и расхода газа.
- 3 Дистанционную сигнализацию минимального допустимого значения расхода газа (только для СИКГ-6, 7).

4 Автоматическое управление:

- открытие клапана Кг12 в системе подачи азота ФВД (для СИКГ-6);
- открытие клапана Кг13 в системе подачи азота ФНД (для СИКГ-7).

Автоматизация ФНД и ФВД (поз. 9, 10) должна включать в себя:

- 1 Местный контроль давления запального и сжигаемого газа.
- 2 Дистанционный контроль давления запального газа.
- 3 Дистанционная сигнализация минимального допустимого давления запального газа.

БУФ и КЗФ оснащаются ЛСУ, поставляемыми комплектно.

Автоматизация БУФ должна включать в себя:

- 1 Дистанционную сигнализацию:
 - состояния оборудования;
 - наличия пламени и питания;
 - погасания пламени.
- 2 Автоматическое управление оборудованием и включение зажигания.

1.3.3 Требования к структуре АСУ ТП

Проектируемая АСУ ТП должна строиться по трехуровневому иерархическому принципу.

К нулевому (нижнему) уровню АСУ ТП должны относиться:

- местные и показывающие приборы;
- первичные средства измерения и датчики технологических параметров;
- исполнительные механизмы;
- аппаратура местного управления.

Первый (средний) уровень проектируемой АСУ ТП должен быть представлен РСУ, которая, в свою очередь, должна быть представлена шкафами РСУ, выполненными на базе ПЛК. ПЛК обеспечивают сбор информации, поступающей с датчиков технологических параметров и формирование команд управления на исполнительные механизмы. Для обеспечения высокой надежности центрального процессора (ЦП) должно быть применено резервирование контролле-

ров. Для ввода и вывода сигналов контроля с удаленных объектов дополнительно должны устанавливаться стойки удаленного ввода и вывода (расширения).

Связь резервированных контроллеров со стойками расширения должна осуществляться по резервированной (топология "кольцо") сети Ethernet. Для трансляции диагностических данных с датчиков на АРМ СТОиР в контроллере должны быть использованы аналоговые модули с поддержкой HART-протокола.

Контроллерное оборудование и вторичные преобразователи должны размещаться в шкафах одностороннего обслуживания напольного исполнения, степень защиты которых по ГОСТ 14254 не ниже IP42.

Дополнительно, должны быть предусмотрены средства защиты интерфейса от импульсных перенапряжений, а также терминальные панели, для питания датчиков, установленных во взрывоопасных зонах.

Обработка информации от первичных датчиков и преобразователей СИКГ-5...7 должна осуществляться СОИ, конструктивно выполненной в ШОИ. ШОИ и первичные датчики и преобразователи СИКГ-5...7 поставляются комплектно в рамках ЛСУ.

Второй (верхний) уровень АСУ ТП должен быть представлен автоматизированными рабочими метами (АРМ) оператора (основным и резервным) и АРМ СТОиР. АРМ выполняют функции предоставления оператору необходимой информации и приема от него команд управления автоматизируемыми объектами.

АРМ оператора предоставляет персонализированный доступ к данным по любым функциональным задачам как в мнемографическом представлении (мнемосхемы, тренды, гистограммы и пр.), так и в табличном виде (сводки, рапорты, отчёты и т.д.).

Так же ко второму уровню АСУТП относится серверное оборудование, размещённое в серверной стойке в здании операторной (помещение серверной). Сервера выполняют функции хранения, обработки и обмена информацией.

Резервирование сети Ethernet выполнено на физическом уровне посредством установки в серверной стойке отдельных коммутаторов и подключением их к телекоммуникационному шкафу. Также все АРМ оснащены дополнительной сетевой платой, позволяющей подключаться к резервированной сети Ethernet.

Системное и прикладное программное обеспечение АРМ операторов включает: операционная система (лицензия), SCADA-система, база данных реального времени с функцией архивирования, средства антивирусной защиты, средства резервного копирования и восстановления систем.

1.3.4 Требования к перспективам развития и модернизации АСУ ТП

В шкафах РСУ должно быть предусмотрено не менее 15 % свободного места для размещения дополнительного оборудования. Контроллеры должны иметь 20 % запас по аналоговым входам / выходам и 30 % запас по дискретным входам / выходам. Также, должны быть предусмотрены дополнительные барьеры искрозащиты, реле, клеммные блоки и др. компоненты в объеме не менее 20 % от числа использованных.

Должна обеспечиваться возможность по наращиванию АСУ ТП путем непосредственного дополнения, а не изменения, технических средств и минимального изменения ПО и конфигурации АСУ ТП.

1.3.5 Требования по стандартизации и унификации

Проектируемая АСУ ТП должна быть универсальной и соответствовать современным тенденциям в области создания систем по функциональному развитию, удобству эксплуатации и обслуживания.

Технические и программные решения, применяемые в проектируемой АСУ ТП, должны быть максимально унифицированы.

При создании АСУ ТП необходимо руководствоваться следующей нормативно-технической документацией (НТД):

- Приказ от 12 марта 2013 года №101 "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности".
- ПУЭ. Правила устройства электроустановок.
- ГОСТ Р 50571.1-2009 (МЭК 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения;
- ГОСТ 30852.13-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок).
- СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства.
- СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации.
- ВСН 64-86. Методические указания по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля до взрывоопасных и предельно допустимых концентраций химических веществ в воздухе производственных помещений.
- ВСН 205-84 Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов.
- ТУ-газ-86 Требования к установке сигнализаторов и газоанализаторов.
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
- ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности.

1.4 Требования к видам обеспечений

1.4.1 Требования к техническому обеспечению

Оборудование нижнего уровня должно удовлетворять следующим требованиям:

– местный контроль давления: манометр; измерительная система: трубка Бурдона; с гидрозаполнением; класс точности: 1,5; тип присоединения: резьба наружная М20х1,5; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65;

– местный контроль температуры: термометр; класс точности: 1; тип присоединения: резьба наружная М20х1,5; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65;

– дистанционный контроль избыточного давления: датчик избыточного давления; выходной сигнал: 4...20 мА с цифровым сигналом по протоколу HART; предел допускаемой относительной погрешности: $\pm 0,05$ %; тип присоединения: резьба наружная М20х1,5; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– дистанционный контроль температуры: датчик температуры; выходной сигнал: 4...20 мА с цифровым сигналом по протоколу HART; предел допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm 0,25$ %; тип присоединения: резьба наружная М20х1,5; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– дистанционный контроль температуры подшипников: термопреобразователь сопротивления платиновый; количество чувствительных элементов: 1; схема соединения: четырехпроводная; класс допуска: В; тип присоединения: резьба наружная М12х1,5; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65;

– дистанционный контроль расхода: расходомер вихревой; выходной сигнал: 4...20 мА с цифровым сигналом по протоколу HART; предел допускаемой относительной погрешности: $\pm 0,1$ %; тип присоединения: фланцевое; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP66; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– дистанционный контроль уровня: датчик уровня радарный; выходной сигнал: 4...20 мА с цифровым сигналом по протоколу HART; тип присоединения: резьбовое; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– дистанционная сигнализация уровня: сигнализатор уровня; тип зонда: вибрационная вилка; тип присоединения: резьбовое; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: взрывонепроницаемая оболочка;

– непрерывный вибрационный контроль и вибродиагностика: пьезоэлектрический преобразователь с выносным согласующим усилителем (вибропреобразователь); степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– дистанционный контроль загазованности: датчик загазованности оптический; выходной сигнал: 4...20 мА с цифровым сигналом по протоколу HART; предел допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 5\%$; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: искробезопасная электрическая цепь;

– местное световое и светозвуковое оповещение: световой и светозвуковой сигнализаторы; напряжение питания: 24VDC; степень защиты по ГОСТ 14254: не ниже IP65; маркировка взрывозащиты: взрывонепроницаемая оболочка.

Исполнение датчиков выбирается исходя из следующих предпочтений:

- выходной сигнал: 4...20 мА / HART;
- присоединение к процессу: резьбовое;
- взрывозащищенное исполнение.

Оборудование, размещаемое во взрывоопасных зонах, должно иметь вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" или "взрывонепроницаемая оболочка" и уровень взрывозащиты не хуже, чем "взрывобезопасное электрооборудование".

Контроль и управления электроприводными задвижками и клапанами из PCY должен быть выполнен по интерфейсу RS-485 с протоколом Modbus RTU.

Все передаваемые в АСУ ТП и из нее сигналы должны иметь следующие параметры:

- аналоговые: 4...20 мА / HART;
- цифровые: по протоколу Modbus RTU;

- дискретные:
 - 1 "сухой контакт";
 - 2 Namur;
 - 3 24 VDC.

Монтаж приборов и преобразователей предусматривается непосредственно на технологических трубопроводах или оборудовании с помощью закладных конструкций и отборных устройств. Для возможности монтажа датчика давления, без остановки технологического процесса, конструкцией отборного устройства предусмотрен вентиль, а для монтажа датчика температуры, установленного на трубопроводе – защитная гильза.

Контроллерное оборудование и вторичные преобразователи среднего уровня должны размещаться в шкафах одностороннего обслуживания напольного исполнения, степень защиты которых по ГОСТ 14254 не ниже IP42.

В шкафах предусмотреть клеммники входных и выходных цепей для присоединения медных проводов сечением до 2,5 мм².

Для обеспечения высокой надежности ЦП применять резервирование контроллеров.

Дополнительно, должны быть предусмотрены средства защиты интерфейса от импульсных перенапряжений, а также терминальные панели, для питания датчиков, установленных во взрывоопасных зонах.

"Искробезопасные" цепи должны быть разделены с "неискробезопасными".

Шасси центрального контроллера должно иметь состав:

- источник питания;
- процессорный модуль;
- коммуникационный модуль (модуль Ethenet, подключения стоек расширения к стойкам ЦП по топологии "кольцо");
- коммуникационный модуль (модуль Ethenet, для подключения стоек ЦП к оборудованию связи);

- коммуникационный модуль (модуль Ethernet, синхронизация резервированных ЦП по оптической линии связи).

Процессорный модуль предназначен для построения систем управления способных адресовать большое число точек ввода/вывода (максимально 128 000 дискретных / 4000 аналоговых) и должен иметь технические характеристики не хуже следующих:

- память данных и логики: 4 Мб;
- память ввода/вывода: 478 Кб;
- возможность резервирования;
- максимальное поддерживаемое количество соединений: 250.

Коммуникационный модуль предназначен для одновременного поддержания передачи данных ввода / вывода в реальном масштабе времени, обмен сообщениями и синхронизации. Модуль связи работает как адаптер для распределённого ввода / вывода в удалённой сети и управляет вводом / выводом по сети. Коммуникационный модуль также маршрутизирует сообщения устройствам в других сетях. Модуль должен поддерживать не менее 128 TCP/IP соединений, 256 соединений Logix.

Технические характеристики коммуникационных модулей должны быть не хуже следующих:

- количество портов Ethernet: не менее 2;
- скорость передачи: 10/100 Мбит/с.

Для питания модулей, установленных в шасси ПЛК и шасси расширения, должны быть предусмотрены источники питания.

Технические характеристики источников питания должны быть не хуже следующих:

- номинальное входное напряжение: 120/220 VAC;
- диапазон входного рабочего напряжения: 85...265 VAC;
- диапазон входной частоты напряжения: 47...63 Гц;
- выходная мощность источника: 75 Вт/60 °С.

Модули ввода / вывода должны размещаться в шасси расширения в составе:

- источник питания;
- коммуникационные модули (модуль Ethenet, подключения стоек расширения к стойкам ЦП по топологии «кольцо»);
- модули аналогового ввода;
- модули дискретного ввода;
- модули дискретного вывода;
- коммуникационные модули (модуль Modbus).

Емкость шасси (количество слотов), количество модулей ввода-вывода и коммуникационных модулей должно быть достаточным с учетом требований п.1.3.4.

Коммуникационные модули Modbus позволяют осуществлять взаимодействие с оборудованием других производителей по универсальным портам RS-232 / RS-422 / RS485.

Технические характеристики модулей дискретного и аналогового ввода / вывода должны быть не хуже указанных в таблице .

Таблица 2 – Характеристики модулей дискретного / аналогового ввода / вывода

Технические характеристики модуля дискретного ввода	
Количество входов	32 (16 точек / общих)
Номинальное входное напряжение	24 VDC
Защита от перемены полярности	Да
Рабочая температура	0...60 °С
Технические характеристики модуля дискретного вывода	
Количество выходов	32 (индивидуальные изолированные)
Номинальное выходное напряжение	24 VDC
Ток:	
– на точку (макс.)	0,5 А / 50 °С
– на модуль (макс.)	16 А / 50 °С
Технические характеристики модуля аналогового ввода	
Количество входов	16
Входной диапазон	0...20,5 мА
Разрешение	16 бит

Входное сопротивление	> 1 МОм – по напряжению 249 Ом – по току
Защита от перенапряжения	30 VDC – по напряжению 8 VDC – по току

Основной и резервный контроллеры РСУ должны размещаться в одном шкафу со стойкой расширения с коммуникационными модулями. Для автоматизации объектов, в т.ч. и удаленных, должны использоваться стойки расширения РСУ, размещенные в отдельных шкафах.

Второй уровень АСУ ТП должен быть представлен резервированным АРМ оператора, предназначенный для автоматизации следующих функций:

- 1 дистанционный контроль за:
 - ходом ТП;
 - состоянием технологического оборудования;
 - состоянием средств КИПиА;
- 2 выполнение автоматического, дистанционного ручного управления технологическим оборудованием;
- 3 настройка параметров функционирования объекта;
- 4 ведение архива технологической информации;
- 5 изготовление печатных копий отчетов и сообщений АСУ ТП.

1.4.2 Требования к программному обеспечению

Прикладное программное обеспечение (ППО) контроллерного оборудования должно разрабатываться на стандартных языках программирования в соответствии с требованиями нормативного документа ИЕС (МЭК) 61131-3. Проектируемая АСУ ТП должна иметь полный набор аппаратного и программного обеспечения для создания и редактирования аппаратной конфигурации и баз данных системы. Загрузка измененных или созданных программ в отдельные узлы при работе системы должна осуществляться без нарушения ее работы.

Программное обеспечение АСУ ТП должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- отображение на мнемосхемах АРМ оператора / диспетчера данных о состоянии оборудования и ходе технологического процесса;
- операции над переменными – их вычисление, масштабирование, линеаризация и т.д.;
- управление контурами регулирования: выполнение последовательности операций по алгоритму, ПИД-регулирование, двухпозиционное регулирование;
- алгоритмы технологических защит и блокировок.

1.4.3 Требования к информационному обеспечению

Для обеспечения консервативности восприятия информации у оператора и выработки им рабочих навыков в системе должна быть предусмотрена иерархическая организация соответствующей технологической информации в естественной, привычной для технологического персонала форме:

- установка;
- технологический блок или участок;
- единица оборудования;
- параметр.

1.4.4 Требования к математическому обеспечению

Алгоритмы, входящие в состав математического обеспечения АСУ ТП, должны обладать полнотой и четкостью, а также предусматривать выполнение всех требуемых функций системы.

Под полнотой алгоритма следует понимать охват им всей совокупности вспомогательных процессов ТП и их отдельного взаимодействия друг с другом, под четкостью – охват всех возможных вариантов исхода возникающих в системе ситуаций и содержание конкретных действий для их предотвращения.

В рамках математического обеспечения должны быть разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритмы регулирования параметров вспомогательных процессов ТП;

- алгоритмы управления исполнительными механизмами и сигнализаторами;
- алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций;
- алгоритмы расчета технико-экономических показателей работы установки.

Аварийная ситуация должна быть определена при достижении параметра аварийной (максимальной предельной) границы. В случаях контроля физического параметра несколькими датчиками, определение аварийной ситуации должно быть основано на показаниях как минимум двух датчиков (дискретных и / или аналоговых).

Предаварийная ситуация – достижение переменной по аналоговому сигналу технологической границы (предельного допустимого значения) или появление соответствующего дискретного сигнала – должна предусматривать сообщение оператору и включение соответствующих сигнализаторов предаварийной ситуации.

Алгоритмы регулирования технологических параметров должны обеспечивать оптимальные режимы работы объекта.

Алгоритмы управления исполнительными механизмами должны представлять собой последовательность действий для дистанционного управления, включая блокировки и отключение / включение (открытие / закрытие), если хотя бы одно из условий требуемого действия над исполнительным механизмом выполняется или результат воздействия может привести к нарушению режима функционирования отдельных объектов и установки в целом.

Алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций, должны представлять собой последовательность действий управления исполнительными механизмами, изменение параметров ведения технологического процесса и т.д. с целью стабилизации работы агрегата в случае нарушения нормального технологического режима, если при этом параметры не достигли аварийных значений.

В алгоритмах также должно быть предусмотрено автоматическое включение резерва технологического оборудования (там, где это требуется).

При разработке математического обеспечения должны быть учтены процедуры диагностики программных и технических средств системы управления.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В составе ФС предусматриваются две факельные установки высокого и низкого давления (ФВД и ФНД), предназначенные для приема и безопасного сжигания постоянных и аварийных сбросов газа высокого и низкого давления.

В факельный коллектор высокого давления осуществляются аварийные сбросы газа от УПТГ-2 и других технологических объектов технологических площадок №№ 1...5.

В факельный коллектор низкого давления направляются сдувки от УПТГ-2 и парогазовый поток от других технологических объектов технологических площадок №№ 1...5.

Измерение (регистрация и суммирование) количества газа, подаваемого на факельные установки высокого и низкого давления, осуществляется посредством СИКГ-6 и СИКГ-7 соответственно.

Подача газа на ФВД и ФНД осуществляется через факельные сепараторы (ФС-1, ФС-2), установленные на факельных коллекторах высокого и низкого давления соответственно. Работа факельных сепараторов предусматривается по принципу «сухое дно». Отделившийся конденсат из ФС-1 отводится в емкость сбора конденсата ЕК-1, из ФС-2 – в емкость сбора конденсата ЕК-2.

В начало факельных коллекторов предусмотрена подача продувочного газа для предотвращения образования взрывоопасной смеси в факельных коллекторах. Постоянный расход газа на продувку факельных коллекторов высокого и низкого давления регулируется в автоматическом режиме клапанами Кг10 и Кг11 соответственно по показаниям систем СИКГ-2 и СИКГ-3. При снижении расхода газа на продувку ниже минимального допустимого автоматически в начало факельных коллекторов подается азот системами подачи азота (СПА-1, СПА-2).

Дополнительная очистка топливного газа от капельной жидкости, подаваемого на розжиг факельных установок, осуществляется в сепараторе-каплеуловителе (ГС-3). Регулирование уровня в сепараторе ГС-3 происходит дискретно по сигналам автоматизации (при минимальном уровне – закрытие

клапана Кж28, при максимальном уровне – открытие клапана). Конденсат из сепаратора ГС-3 направляется в емкость сбора конденсата ЕК-1.

После очистки в ГС-3, количество топливного газа измеряется системой СИКГ-5, далее газ с давлением до 0,4 Мпа поступает в блок запорно-регулирующий (БЗР-1, БЗР-2, БЗР-3), где происходит редуцирование топливного газа с давления сети до давления питания дежурных горелок (регулирующим клапаном в составе БЗР), доочистка газа с использованием сетчатого фильтра, и осуществляется его подача на дежурные горелки факельной установки.

Принципиальная технологическая схема факельной системы приведена в приложении А.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурная схема АСУ ТП построена по трехуровневому иерархическому принципу.

К нулевому уровню относятся:

- манометры;
- термометры;
- датчики избыточного давления;
- датчики температуры;
- термопреобразователи сопротивления;
- вихревые расходомеры;
- датчики уровня радарные;
- сигнализаторы уровня;
- вибропреобразователи;
- датчики загазованности;
- световые и светозвуковые сигнализаторы;
- электроприводные клапаны и задвижки.

На нулевом уровне обеспечиваются:

- первичные измерения технологических параметров;
- контроль состояния технологического оборудования;
- формирование световых и звуковых предупредительных и аварийных сигналов;
- формирование управляющих воздействий с помощью кнопок местного управления;
- передача значений технологических параметров и информации о состоянии оборудования на первый уровень системы;
- исполнение команд управления.

Первый уровень АСУ ТП представлен РСУ, которая состоит из шкафов РСУ №№ 1...4, построенных на базе ПЛК.

Основной резервированный контроллер РСУ размещается в шкафу РСУ № 1 в здании операторной в помещении аппаратной (поз. 24). В этом же шкафу на шасси установлена стойка расширения контроллера с коммуникационными модулями и модулями Modbus.

Для автоматизации объектов в здании операторной в помещении аппаратной (поз. 24) размещен шкаф РСУ № 2, в котором на шасси располагается стойка расширения контроллера, с установленными модулями ввода.

Также, для ввода / вывода сигналов контроля и управления с удаленных объектов в блоке автоматики (поз. 32.2) дополнительно размещаются шкафы РСУ №№ 3, 4 с установленными на шасси стойками расширения, содержащие модули ввода / вывода и интерфейсные модули, а также коммуникационные модули.

Связь резервированных контроллеров со стойками расширения осуществляется по резервированной (топология «кольцо») сети Ethernet. Для трансляции диагностических данных с датчиков на АРМ СТОиР, в контроллере используются аналоговые модули с поддержкой HART-протокола.

В рамках одного помещения стойки расширения и основной резервированный контроллер связываются между при помощи коммуникационных модулей и коммутаторов Ethernet с оптическими портами.

Удаленное оборудование второго уровня связано посредством кроссов оптических через коммутаторы Ethernet с оптическими портами.

Для питания датчиков, установленных во взрывоопасной зоне, с выходным сигналом 4...20 мА предусмотрены терминальные панели, в состав которых входят искробезопасные повторители источника питания, поддерживающие передачу сигналов с HART-протоколом, устанавливаемые в объединительные платы.

Для питания температурных датчиков, установленных во взрывоопасной зоне, с выходным сигналом Pt100 проектом предусмотрены терминальные панели, в состав которых входят искробезопасные измерительные температурные преобразователи с гальванической развязкой, устанавливаемые в объедини-

тельные платы. В шкафах РСУ зажимы искробезопасных электрических цепей надёжно отделены от искроопасных. Электрический зазор между зажимами для присоединения искробезопасных и искроопасных цепей составляет не менее 50 мм, при этом, расположение зажимов и способ прокладки проводов исключает замыкания между искробезопасными и искроопасными цепями при обрыве или смещении проводника.

Защита интерфейса RS-485 от импульсных перенапряжений и помех осуществляется при помощи специальных устройств защиты.

Обработка информации от первичных датчиков и преобразователей СИКГ-5...7 осуществляется системой сбора и обработки информации (СОИ), конструктивно выполненной в шкафах обработки информации (ШОИ). ШОИ СИКГ-5...7 расположены в блоке автоматики (поз. 32.2).

Контроль и управление электроприводными задвижками и клапанами из РСУ выполняется по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU).

На первом уровне АСУ ТП выполняется:

- сбор и первичная обработка информации, поступающей от датчиков и измерительных преобразователей;
- сбор и первичная обработка информации по учету и контролю количества и сопутствующих параметров;
- передача данных, поступающих от контроллеров, встроенных в блоки управления технологических агрегатов и установок;
- обмен информацией (прием и передача) со средним уровнем управления;
- управление технологическим процессом на основе собранной информации и команд, поступивших со среднего уровня управления от оператора-технолога;
- автоматическое тестирование элементов местной автоматики и контроллеров блоков управления;
- передача информации на верхний уровень управления.

Второй уровень АСУ ТП представлен АРМ оператора (основной и резервный), и АРМ СТОиР, которые выполняют функции предоставления оператору необходимой информации и приема от него команд управления автоматизируемыми объектами.

АРМ оператора предоставляет персонализированный доступ к данным по любым функциональным задачам как в мнемографическом представлении (мнемосхемы, тренды, гистограммы и пр.), так и в табличном виде (сводки, рапорты, отчёты и т.д.).

Так же ко второму уровню АСУТП относится серверное оборудование, размещённое в серверной стойке в здании операторной в помещении серверной (поз. 24). Сервера выполняют функции хранения, обработки и обмена информацией.

Резервирование сети Ethernet выполнено на физическом уровне посредством установки в серверной стойке отдельных коммутаторов. Также все АРМ оснащены дополнительной сетевой платой, позволяющей подключаться к резервированной сети Ethernet.

АРМ оператора связаны с контроллерами первого уровня (шкаф РСУ №1) посредством резервированной сети Ethernet, через серверную стойку.

Системное и прикладное программное обеспечение АРМ операторов включает: операционная система (лицензия), SCADA-система, база данных реального времени с функцией архивирования, средства антивирусной защиты, средства резервного копирования и восстановления систем.

На втором уровне АСУ ТП выполняется:

- сбор и концентрация информации от контроллеров и станций нижнего уровня управления;
- сбор и концентрация информации по учету и контролю количества и сопутствующих параметров от контроллеров и станций нижнего уровня управления;
- внутренняя обработка и хранение информации, формирование базы данных;
- индикация и регистрация информации;

- составление оперативных сводок, отчетных и справочных документов;
- формирование и передача на нижний уровень управляющих воздействий по поддержанию заданных технологических режимов;
- диагностика работы технологического оборудования, технических и программных средств системы управления.

Структурная схема комплекса технических средств приведена в приложении Б.

4 РАЗРАБОТКА СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Схемы автоматического контроля и управления предназначены для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов.

Схемы автоматизации являются техническими документами, определяющими функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На схемах автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

При разработке схем автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса.

В данной работе схемы автоматизации разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 "Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах" и ГОСТ 21.408-2013 "Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов".

На схемах отображены автоматизируемые функции технологического процесса согласно п. 1.3.2.

Схемы автоматизации представлены в приложении В.

5 ВЫБОР КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП ФС включает в себя:

- измерительные устройства;
- исполнительные механизмы;
- контроллерное оборудование;
- коммутационную аппаратуру;
- вспомогательное оборудование.

Измерительные устройства осуществляют информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование обрабатывает сигналы, поступающие с измерительных устройств, осуществляет алгоритмы управления и выполнение задач вычисления, выдает сигналы управления на исполнительные устройства.

5.1 Выбор контроллерного оборудования

ПЛК предназначены для построения современных АСУ ТП и позволяют выполнять оперативное управление с использованием промышленных ЭВМ, автоматическое регулирование, программное управление, логическую защиту, блокировку, сигнализацию и регистрацию событий.

При выборе контроллерного оборудования были рассмотрены три варианта контроллеров, а именно:

- Allen Bradley 1756 ControlLogix (см. рис.);
- Schneider Electric Modicon Quantum (см. рис.);
- Siemens SIMATIC S7-300 (см. рис.).

Сравнительный анализ рассматриваемого контроллерного оборудования приведен в таблице [4, 5, 6].

Таблица 3 – Сравнительный анализ ПЛК

Параметр	<i>Allen Bradley 1756 ControlLogix</i>	<i>Schneider Electric Modicon Quantum</i>	<i>Siemens SIMATIC S7-300</i>
<i>1</i>	2	3	4
Архитектура	модульная	модульная	модульная
Языки программирования	<ul style="list-style-type: none"> - LD; - FBD; - ST; - SCL 	<ul style="list-style-type: none"> - LD; - ST; - FBD; - SFC; - IL 	<ul style="list-style-type: none"> - LAD; - FBD; - STL; - SCL; - CFC; - GRAPH; - HiGraph
Резервирование	полная поддержка	возможность горячего резервирования	возможность горячего резервирования
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до плюс 60	от 0 до плюс 60	от 0 до плюс 60
Опции связи	<ul style="list-style-type: none"> - Ethernet/IP; - ControlNet; - DeviceNet; - Data Highway Plus; - Remote I/O; - SynchLink; - Third-party process and device networks 	<ul style="list-style-type: none"> - Ethernet TCP/IP; - AS-I; - Modbus Plus; - INTERBUS; - PROFIBUS DP; 	<ul style="list-style-type: none"> - MPI; - PROFIBUS; - Industrial Ethernet; - PROFINet; - AS-I; - BAC-net; - Modbus TCP; - Modbus RTU
Память данных и логики	4 Мб	7 Мб	8 Мб
Память ввода вывода	478 Кб	не менее 512 Кб	384 Кб (+ 128 Кб flash)
Количество входных / выходных каналов	суммарно не более 128 000, из которых не более 128 000 дискретных и не более 4 000 аналоговых	не более 63 488 дискретных и не более 3 968 аналоговых	не более 65 536 дискретных и не более 4 096 аналоговых

В соответствии с требованиями таблицы (см. п. 1.4.1) для реализации РСУ был выбран Allen Bradley 1756 ControLogix (см. рис.). Дальнейший выбор составляющих системы осуществлялся по [4, 7 ... 1614] в соответствии с требованиями таблицы (см. п. 1.4.1).



Рисунок 1 – Allen Bradley 1759 ControLogix



Рисунок 2 – Schneider Electric Modicon Quantum



Рисунок 3 – Siemens SIMATIC S7-300

Таким образом, в соответствии с требованиями пп. 1.3.1, 1.3.3, 1.4.1 были выбраны следующие модули, входящие в состав ПЛК, для реализации РСУ:

- модуль центрального процессора (ЦП) ControlLogix 1756-L62 (см. рис. Рисунок 4 – Модуль ЦП 1756-L62);
- модуль источника питания (ИП) ControlLogix 1756-PA72 (см. рис.);

- шасси на 4 и 7 слотов ControlLogix 1756-A4 (см. рис.) и 1756-A7 (см. рис.) соответственно;
- модуль коммуникационный Ethernet ControlLogix 1756-EN2TR (см. рис.);
- модуль резервирования ControlLogix 1756-RM2 (см. рис.);
- модуль ввода дискретных сигналов ControlLogix 1756-IB32 (см. рис. 10);
- модуль вывода дискретных сигналов ControlLogix 1756-OB32 (см. рис. 11);
- модуль ввода аналоговых сигналов с поддержкой протокола HART ControlLogix 1756-IF16H (см. рис. 12);
- модуль коммуникационный RS-232/422/485 (Modbus) MVI56E-MCM (см. рис. 13).

В качестве устройства защиты от импульсных перенапряжений и помех (УЗИП) интерфейса RS-485 выбран УЗИП DTR 2/6/1500-L.

Для организации связи контроллерного оборудования с АРМ оператора выбрано компактные неуправляемые коммутаторы MOXA EDS-205 для монтажа на DIN-рейку.



Рисунок 4 – Модуль ЦП 1756-L62



Рисунок 5 – ИП 1756-PA7

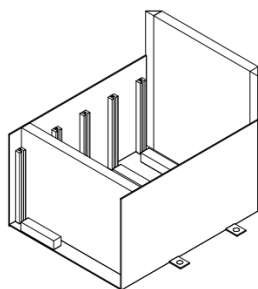


Рисунок 6 – Шасси 1756-A4

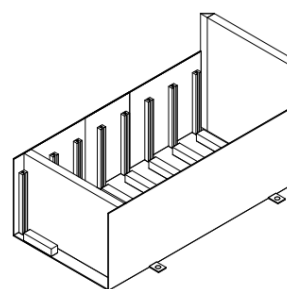


Рисунок 7 – Шасси 1756-A7



Рисунок 8 – Модуль коммуникационный Ethernet 1756-EN2TR



Рисунок 9 – Модуль резервирования 1756-RM2



Рисунок 10 – Модуль DI 1756-IB32



Рисунок 11 – Модуль DO 1756-OB32



Рисунок 12 – Модуль AI 1756-IF16N



Рисунок 13 – Модуль коммуникационный RS-232/422/485 MVI56E-MCM

5.1.1 Модуль центрального процессора 1756-L62

Модуль центрального процессора предназначен непосредственно для контроля и управления ходом ТП. Внешний вид выбранного модуля ЦП приведен на рисунке . Основные технические характеристики модуля приведены в таблице [4].

Таблица 4 – Технические характеристики модуля ЦП 1756-L62

Технические характеристики	Значение
Задачи контроллера	<ul style="list-style-type: none"> – 32 задачи; – 100 программ / задач; – задачи при событиях: все триггеры событий;
Встроенный порт	RS-232

Таблица 4 – Технические характеристики модуля ЦП 1756-L62

Технические характеристики	Значение
Опции связи	<ul style="list-style-type: none"> – EtherNet/IP; – ControlNet; – DeviceNet; – Data Highway Plus; – Remote I/O; – SynchLink; – Third-party process and device networks
Количество соединений, макс.	250
Сетевые соединения (на один модуль)	256 Ethernet/IP; 128 TCP
Поддержка резервирования	полная
Языки программирования	LD; ST; FBD; SFC
Память:	
– программная	4 Мб
– ввода / вывода	478 Кб
Количество входных / выходных каналов (не более):	
– всего	128 000
– дискретных	128 000
– аналоговых	4 000
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.2 Источник питания 1756-PA72

Источники питания предназначены для подачи электрической энергии в шасси контроллера. Внешний вид выбранного источника питания приведен на рисунке . Технические характеристики источника питания приведены в таблице [11].

Таблица 5 – Технические характеристики ИП 1756-PA72

Технические характеристики	Значение
Входное напряжение:	
– диапазон, VAC	85 ... 265
– номинальное, VAC	120 / 240
– частота, Гц	47 ... 63
Мощность (не более):	
– входная	100 В·А / 100 Вт
– выходная	75 Вт @ 0 ... + 60 °С
Пусковой ток, А	20
Значения тока, А	1,5 @ 1,2 VDC 4 @ 3,3 VDC 10 @ 5,1 VDC

Таблица 5 – Технические характеристики ИП 1756-РА72

Технические характеристики	Значение
	2,8 @ 24 VDC
Напряжение изоляции, В	250 (продолж.)
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.3 Шасси 1756-A4, 1756-A7

Шасси предназначено для организации высокоскоростного канала связи и распределения питающего напряжения (мощности) между подключенными в шасси модулями. Внешний вид шасси 1756-A4 и 1756-A7 показан на рисунках и соответственно. Технические характеристики шасси указаны в таблице [4, 7].

Таблица 6 – Технические характеристики шасси 1756-A4 и 1756-F7

Технические характеристики	Значение
Количество слотов, шт.:	
– 1756-A4	4
– 1756-A7	7
Рассеиваемая мощность (не более), Вт:	
– 1756-A4	4
– 1756-A7	4,5
Распределяемый ток, А:	
– шасси / слот @ 1,2 VDC	1,5 / —
– шасси / слот @ 3,3 VDC	4 / 4
– шасси / слот @ 5,1 VDC	10 / 6
– шасси / слот @ 24 VDC	2,8 / 2,8
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.4 Модуль коммуникационный Ethernet 1756-EN2TR

Коммуникационный модуль Ethernet предназначен для маршрутизации и обмена данными между контроллерным оборудованием и стойками расширения контроллера, а также для организации связи между первым и вторым уровнями АСУ ТП.

В соответствии с требованиями п. 1.4.1, а также разработанной структурной схемой (см. п. 3) выбранные коммуникационные модули используются для:

- подключения стоек расширения к стойкам ЦП по топологии "кольцо";
- подключения стоек ЦП к оборудованию связи.

Внешний вид коммуникационного модуля Ethernet 1756-EN2TR показан на рисунке . Технические характеристики модуля приведены в таблице [9].

Таблица 7 – Технические характеристики коммуникационного модуля 1756-EN2TR

Технические характеристики	Значение
Скорость соединения, Мбит / с	10 / 100
Ток потребления, А	1
Рассеиваемая мощность, Вт	5,1
Напряжение изоляции, В	30 (продолж.)
Количество портов	– 2 Ethernet RJ45 Cat.5; – USB 1.1 (12 Мбит / с)
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.5 Модуль резервирования 1756-RM2

Модуль резервирования предназначен для синхронизации резервированных ЦП по оптической линии связи согласно требованиям п. 1.4.1 и разработанной структурной схеме (см. п. 3). Внешний вид модуля резервирования 1756-RM2 представлен на рисунке .

Технические характеристики модуля аналогичны обычному коммуникационному модулю Ethernet 1756-EN2TR (см. табл.). Отличие заключается в наличии у модулей резервирования специальной логики, позволяющей обеспечить непрерывное функционирование системы в случае возникновения таких событий, как отказ основного контроллера [12].

5.1.6 Модуль ввода дискретных сигналов 1756-IB32

Модуль ввода дискретных сигналов предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы и переменные. Внешний вид модуля ввода дискретных сигналов 1756-IB32 показан на рисунке 10. Технические характеристики модуля приведены в таблице [8, 13].

Таблица 8 – Технические характеристики модуля ввода дискретных сигналов 1756-IB32

Технические характеристики	Значение
Количество вводов	32 (16 точек / общих)
Напряжение, VDC:	
– диапазон	10 ... 31,2
– номинальное	24
Рассеиваемая мощность, Вт	6,2 @ + 60 °С
Напряжение изоляции, В	250 (продолж.)
Задержка переключения, мс (не более):	
– из лог. "0" в лог. "1"	2,38
– из лог. "1" в лог. "0"	18,42
Цикл опроса, мс	0,2 ... 750
Защита от перемены полярности	да
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.7 Модуль вывода дискретных сигналов 1756-OB32

Модуль вывода дискретных сигналов предназначен для преобразования внутренних логических сигналов и переменных контроллера в его выходные дискретные сигналы. Внешний вид модуля вывода дискретных сигналов 1756-OB32 показан на рисунке 11. Технические характеристики модуля приведены в таблице [8, 13].

Таблица 9 – Технические характеристики модуля вывода дискретных сигналов 1756-OB32

Технические характеристики	Значение
Количество выводов	32 (16 точек / общих)
Выходное напряжение, VDC:	
– диапазон	10 ... 31,2
– номинальное	24
Ток, А (не более):	
– на точку	0,5 @ + 50 °С
– на модуль	16 @ + 50 °С
Рассеиваемая мощность, Вт	4,8 @ + 60 °С
Напряжение изоляции, В	250 (продолж.)
Задержка переключения, мс (не более):	
– из лог. "0" в лог. "1"	1 / 0,06 ном.
– из лог. "1" в лог. "0"	1 / 0,2 ном.
Цикл опроса, мс	0,2 ... 750
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.8 Модуль ввода аналоговых сигналов 1756-IF16H

Модуль ввода аналоговых сигналов предназначен для аналого-цифрового преобразования входных аналоговых сигналов контроллера и формирования цифровых величин, используемых центральным процессором в ходе выполнения программы. Внешний вид модуля ввода аналоговых сигналов показан на рисунке 12. Технические характеристики модуля приведены в таблице [8, 14].

Таблица 10 – Технические характеристики модуля ввода аналоговых сигналов 1756-IF16H

Технические характеристики	Значение
Количество вводов	16 / 1 HART-модем на модуль
Диапазон входного тока	0 ... 20 мА; 4 ... 20 мА
Разрешающая способность	16 ... 21 бит
Входное сопротивление	> 1 МОм – по напряжению 249 Ом – по току
Защита от перенапряжения	30 VDC – по напряжению 8 VDC – по току
Напряжение изоляции, В	250 (продолж.)
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.1.9 Модуль коммуникационный RS-232/422/485 MVI56E-MCM

Коммуникационный модуль RS-232/422/485 предназначен для организации связи и обмена входными / выходными сигналами по стандартному промышленному интерфейсу между контроллерным и полевым оборудованием. Внешний вид модуля коммуникационного RS-232/422/485 MVI56E-MCM показан на рисунке 13. Технические характеристики приведены в таблице 11 [15, 16].

Таблица 11 – Технические характеристики коммуникационного модуля RS-232/422/485 MVI56E-MCM

Технические характеристики	Значение
Количество вводов	16 / 1 HART-модем на модуль
Диапазон входного тока	0 ... 20 мА; 4 ... 20 мА
Разрешающая способность	16 ... 21 бит
Входное сопротивление	> 1 МОм – по напряжению 249 Ом – по току

Технические характеристики	Значение
Защита от перенапряжения	30 VDC – по напряжению 8 VDC – по току
Напряжение изоляции, В	250 (продолж.)
Характеристики окружающей среды	температура 0 ... + 60 °С влажность 5 ... 95 %

5.2 Выбор полевого оборудования

Выбор полевого оборудования осуществлялся в соответствии с требованиями пп. 1.3.2, 1.4.1. В процессе выбора оборудования были множество вендоров, производящих различные типы оборудования (манометры, термометры, датчики давления и температуры и др.) в результате чего были подобраны максимально удовлетворяющие выдвинутым требованиям приборы.

5.2.1 Манометр WIKA PG23LT

Манометр WIKA PG23LT (см. рис. 14) с трубкой Бурдона предназначен для измерения и местной индикации давления невязких, жидких некристаллизующихся и газообразных сред.



Рисунок 14 – Манометр WIKA PG23LT

Технические характеристики выбранных манометров приведены в таблице 12 [17].

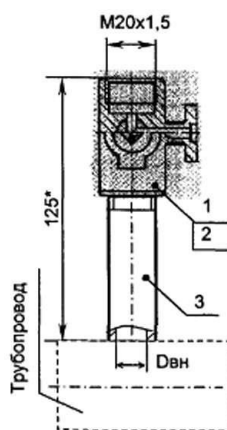
Таблица 12 – Технические характеристики манометра WIKA PG23LT

Технические характеристики	Значение
Измерительная система	трубка Бурдона
Номинальный размер	160 мм
Диапазон измерений	от 0 ... 0,6 до 0 ... 1000 бар
Предельное давление	диапазон измерений 0,9 · диапазона измерений
– постоянное	
– переменное	

Таблица 12 – Технические характеристики манометра WIKA PG23LT

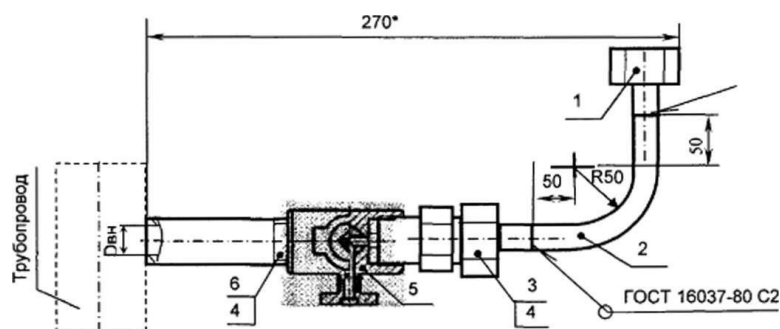
Технические характеристики	Значение
– кратковременное	1,3 · диапазона измерений
Допустимая температура	
– окружающая	– 70 ... + 60 °С
– измеряемой среды	не более + 100 °С
Класс точности	1,5
Степень пылевлагозащиты	IP66 / IP67
Присоединение к процессу	M20x1,5
Материалы:	
– чувствительный элемент	нержавеющая сталь
– механизм	нержавеющая сталь
– корпус	нержавеющая сталь
– стекло	ламинированное, безопасное
– кольцо	байонетное, нержавеющая сталь
– гидрозаполнение	силиконовое масло

Для крепления манометров на горизонтальных и вертикальных трубопроводах, а также на крышках и стенках аппаратов предлагается использование закладных конструкций ЗК14-2-1-2009 (см. рис. 15) и ЗК14-2-7-2009 (см. рис. 16) соответственно.



1 – клапан КТН 1,6; 2 – прокладка ПМ18х7, 3 – штуцер ШцМ20х1,5

Рисунок 15 – ЗК14-2-1-2009



1 – соединение НСН14хМ20; 2 – труба 14х2 (l = 180 мм); 3 – соединение НСВ14хМ20; 4 – прокладка ПП18х10;
5 – клапан КТН 1,6; 6 – штуцер ШцМ20х1,5

Рисунок 16 – ЗК14-2-7-2009

5.2.2 Термометр WKA S5551

Биметаллический термометр WKA S5551 поворотного-наклонного исполнения (см. рис. 17) предназначен для измерения и местной индикации температуры вязких, жидких некристаллизующихся и газообразных сред.



Рисунок 17 – Термометр WKA S5551 Рисунок 18 – Защитная гильза TW35-4

Модель термометра с поворотным-наклонным исполнением выбрана с целью унификации (см. п. 1.3.5) и удобства крепления на горизонтальных и вертикальных трубопроводах, а также на крышках и стенках аппаратов.

Для защиты чувствительного элемента термометра от воздействий измеряемой среды предлагается использование защитной гильзы WKA TW35-4 (см. рис. 18).

Основные технические характеристики термометра и защитной гильзы приведены в таблице 13 [18, 19].

Таблица 13 – Технические характеристики

Технические характеристики	Значение
Термометр WIKA S5551	
Чувствительный элемент	биметаллическая спираль
Номинальный размер	160 мм
Тип присоединения к защитной гильзе	гайка накидная M24x1,5
Класс точности	1
Температура окружающей среды, °C	– 40 ... + 70
Степень пылевлагозащиты	IP65
Диапазон измерений, °C	– 40 ... + 40
Материалы:	
– корпус	нержавеющая сталь
– шток	нержавеющая сталь
– стекло	поликарбонат
– гидрозаполнение	силиконовое масло
Защитная гильза WIKA TW35-4	
Материал	нержавеющая сталь
Подключение:	
– к термометру	гайка накидная M24x1,5
– к процессу	резьба наружная M20x1,5

5.2.3 Датчик избыточного давления Метран-150CG

Датчик избыточного давления Метран-150CG (см. рис. 19) предназначен для преобразования избыточного давления рабочих сред: жидкости, пара, газа в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола [20].



Рисунок 19 – Метран-150CG

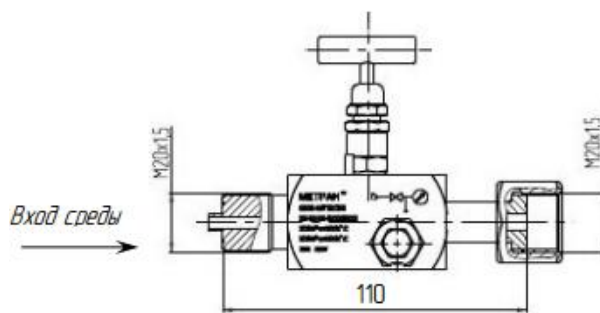


Рисунок 20 – Клапанный блок

Установку датчиков давления на трубопроводы и технологические аппараты предлагается осуществлять с помощью клапанных блоков 0106MT12CB1 (см. рис. 20)

Технические характеристики датчика избыточного давления и клапанного блока приведены в таблице [20, 21].

Таблица 14 – Технические характеристики

Технические характеристики	Значение
Датчик избыточного давления Метран-150CG	
Диапазон измерений	-97,85 кПа ... 1,6 МПа
Заполняющая жидкость	силикон
Наличие ЖКИ	нет
Тип присоединения к клапанному блоку	резьба наружная М20х1,5
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIICT5
Температура окружающей среды, °С	- 40 ... + 80
Степень пылевлагозащиты	IP66
Допускаемая относительная погрешность	не более ± 0,05 %
Выходной сигнал	4 ... 20 мА / HART
Клапанный блок 0106MT12CB1	
Тип блока	запорно-сравливающий
Материал	нержавеющая сталь
Уплотнение	фторопласт (PTFE)
Подключение:	
– к датчику	гайка накидная М20х1,5
– к процессу	резьба наружная М20х1,5

5.2.4 Преобразователь температуры Метран-286-Ex

Преобразователь температуры (ПТ) с термопреобразователем сопротивления ТСП Метран-286-Ex (см. рис. 21) предназначен для измерения температуры различных сред путем преобразования сигнала первичного преобразователя температуры (ППТ или сенсора) в унифицированный выходной сигнал постоянного тока и наложенный на него цифровой сигнал на базе HART-протокола [22].



Рисунок 21 – ТСП Метран-286-Ex

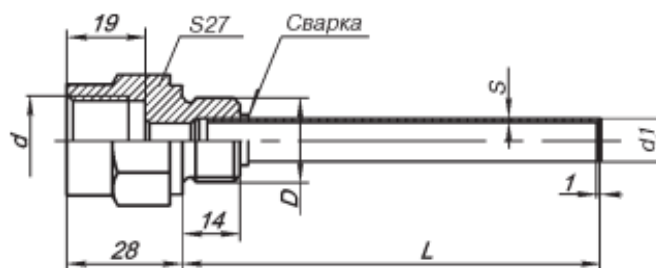


Рисунок 22 – Гильза защитная

Для установки датчика температуры и защиты чувствительного элемента датчика от воздействий измеряемой среды предлагается использование штуцерной защитной гильзы 2001-01-M20x1,5-M20x1,5-H10 (см. рис. 22).

Технические характеристики датчика температуры и защитной гильзы приведены в таблице 15 [22, 23].

Таблица 15 – Технические характеристики

Технические характеристики	Значение
Датчик температуры Метран-286-Ex	
Тип НСХ	Pt100
Диапазон измерений, °С	- 50 ... + 500
Тип присоединения к защитной гильзе	резьба наружная M20x1,5
Маркировка взрывозащиты	1ExiaIICT5 X
Температура окружающей среды, °С	- 40 ... + 70
Степень пылевлагозащиты	IP65
Допускаемая основная приведенная погрешность	не более ± 0,15 %
Выходной сигнал	4 ... 20 мА / HART
Гильза защитная 2001-01-M20x1,5-M20x1,5-H10	
Материал	12X18H10T
Условное давление, МПа	4
Подключение:	
– к датчику	гайка накидная M20x1,5 резьба наружная M20x1,5
– к процессу	

5.2.5 Термопреобразователь сопротивления Метран-2000

Термопреобразователь сопротивления (ТС) Метран-2000 (см. рис. 23) предназначен для измерения температуры малогабаритных подшипников и поверхности твердых тел.

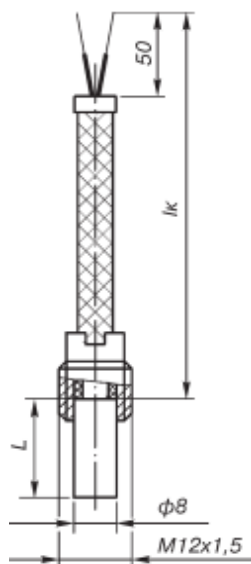


Рисунок 23 – ТСП Метран-2000

Основные технические характеристики ТСП Метран-2000 приведены в таблице 16 [23].

Таблица 16 – Технические характеристики ТСП Метран-2000

Технические характеристики	Значение
Тип НСХ	Pt100
Диапазон измерений, °С	- 50 ... + 120
Класс допуска	В
Схема соединения	четырёхпроводное
Количество чувствительных элементов	1
Исполнение	подшипниковый ТС в гильзе Ø 8 мм
Тип присоединения к процессу	резьба наружная M12x1,5
Маркировка взрывозащиты	1ExdIICT6 X
Температура окружающей среды, °С	- 40 ... + 60
Степень пылевлагозащиты	IP65

5.2.6 Вихревой расходомер Rosemount 8800D

Вихревой расходомер Rosemount 8800D (см. рис. 24) предназначен непосредственно для измерения расхода газа в составе СИКГ.



Рисунок 24 – Вихревой расходомер Rosemount 8800D

Основные технические характеристики расходомера приведены в таблице 17 [24].

Таблица 17 – Технические характеристики вихревого расходомера Rosemount 8800D

Технические характеристики	Значение
Наличие ЖКИ	нет
Диапазон температур, °С	
– измеряемой среды	– 40 ... + 232
– окружающей среды	– 60 ... + 70
Тип присоединения к процессу	фланцевое
Маркировка взрывозащиты	0ExiaПСТ4
Степень пылевлагозащиты	IP66
Выходной сигнал	4 ... 20 мА / HART

5.2.7 Радарный уровнемер Rosemount 5600

Радарный уровнемер Rosemount 5600 (см. рис. 25) предназначен для проведения бесконтактного непрерывного измерения уровня в различных емкостях.



Рисунок 25 – Радарный уровнемер Rosemount 5600

Основные технические характеристики радарного уровнемера приведены в таблице 18 [25].

Таблица 18 – Технические характеристики радарного уровнемера Rosemount 5600

Технические характеристики	Значение
Тип уровнемера	радарный
Наличие ЖКИ	нет
Температура окружающей среды	– 40 ... + 70

Технические характеристики	Значение
Тип уровнемера	радарный
Тип присоединения к процессу	резьбовое
Маркировка взрывозащиты	2ExiaIICT6
Степень пылевлагозащиты	IP66 / IP67
Выходной сигнал	4 ... 20 мА / HART

5.2.8 Вибрационный сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120

Вибрационный сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120 (см. рис. 26) предназначен для контроля уровня практически любых жидкостей.



Рисунок 26 – Вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2120

Основные технические характеристики сигнализатора уровня приведены в таблице 19 [26].

Таблица 19 – Технические характеристики сигнализатора уровня Rosemount 2120

Технические характеристики	Значение
Тип зонда	вибрационная вилка
Температура окружающей среды	- 40 ... + 70
Тип присоединения к процессу	резьбовое
Маркировка взрывозащиты	2ExdIICT6
Степень пылевлагозащиты	IP66 / IP67

5.2.9 Вибропреобразователь ВК-310С

Вибропреобразователь ВК-310С (см. рис. 27) представляет собой пьезоэлектрические акселерометры с согласующими усилителями и предназначены для применения в составе аппаратуры непрерывного вибрационного контроля, защиты и вибродиагностики турбоагрегатов, питательных насосов двигателей нефтеперекачивающих и газокompрессорных станций, вибродиагностики электрических станций и других объектов [27].



Рисунок 27 – Вибропреобразователь ВК-310С

Основные технические характеристики вибропреобразователя приведены в таблице [27].

Таблица 20 – Технические характеристики вибропреобразователя ВК-310С

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерений, мм / с	0,1 ... 30
Температура окружающей среды, °С	– 40 ... + 80
Маркировка взрывозащиты	0ExiaПСТ5 X
Степень пылевлагозащиты	IP65
Выходной сигнал	4 ... 20 мА

5.2.10 Газоанализатор ИДК-09

Газоанализаторы ИДК-09 (см. рис. 28) предназначены для измерений дозврывоопасных концентраций метана, пропана, гексана и объемной доли диоксида углерода в воздухе рабочей зоны. [28].



Рисунок 28 – Газоанализатор ИДК-09 Рисунок 29 – Блок искрозащиты БИЗ-09

Для формирования питания и обеспечения искробезопасности цепей ИДК-09 используется блок искрозащиты БИЗ-09 (см. рис. 29) [28].

Основные технические характеристики газоанализатора и блока искрозащиты приведены в таблице 21 [28].

Таблица 21 – Технические характеристики

Технические характеристики	Значение
Газоанализатор ИДК-09	
Диапазон измерений, % НКПР	0 ... 100
Температура окружающей среды, °С	– 40 ... + 50
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности	± 5 %
Маркировка взрывозащиты	1ExiaПСТ4 X
Степень пылевлагозащиты	IP65
Выходной сигнал	4 ... 20 мА / HART
Блок искрозащиты БИЗ-09	
Маркировка взрывозащиты	[Exia] ПС
Степень пылевлагозащиты	IP20

5.3 Выбор исполнительных устройств

5.3.1 Световые и светозвуковые сигнализаторы

Сигнализаторы световые ВС-5-С (см. рис. 30) и светозвуковые ВС-5 (см. рис. 31) предназначены для светового и светозвукового оповещения и привлечения внимания персонала в случае возникновения аварийной или иной ситуации соответственно.



Рисунок 30 – Сигнализатор световой
ВС-5-С



Рисунок 31 – Сигнализатор светозвуковой
ВС-5

Технические характеристики сигнализаторов приведены в таблице 22 [29].

Таблица 22 – Технические характеристики сигнализаторов

Технические характеристики	Значение
Напряжение питания, VDC	20 ... 28
Потребляемый ток, мА (не более):	
– световой сигнализатор ВС-5-С	60
– светозвуковой сигнализатор ВС-5	210
Сила света, мкд (не менее)	1 000

Технические характеристики	Значение
Угол обзора, ° (не менее)	120
Звук (только для ВС-5): – уровень, дБА / м (не менее) – частота, Гц	100; 94 1 500 ... 4 000
Температура окружающей среды, °С	– 50 ... + 60
Маркировка взрывозащиты	1ExsIIТ3
Степень пылевлагозащиты	IP67

5.3.2 Электропривод AUMA

Многооборотные электроприводы AUMA SAExC 07.1 с блоком управления AUMATIC ACExС 01.1 (см. рис. 32) предназначены для управления промышленной арматурой, например, вентилями, задвижками, заслонками или кранами [30].



Рисунок 32 – Электропривод AUMA SAExC 07.1 с БУ AUMATIC ACExС 1.01

Технические характеристики электропривода с блоком управления приведены в таблице 23 [30].

Таблица 23 – Технические характеристики электропривода AUMA SAExC 07.1 с блоком управления AUMATIC ACExС 1.01

Технические характеристики	Значение
Взрывозащита	II2G EEx de IIC T4
Режим работы	кратковременный
Блок концевых выключателей	1 НО + 1 НЗ
Блок моментных выключателей	1 НО + 1 НЗ
Ручной дублер	да
Внешнее питание электроники	24 VDC
Управление	RS-485 / Modbus RTU
Степень пылевлагозащиты	IP67
Температура окружающей среды, °С	– 40 ... + 40

5.4 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 "Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации" [31].

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры.

Требование к погрешности канала измерения не более $\pm 0,05$ %. Разрядность АЦП составляет 16 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерений датчика температуры производится по формуле (1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2)}, \quad (1)$$

где $\delta = 0,25$ % – требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 – погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая АЦП;

δ_4, δ_5 – дополнительные погрешности, вносимые температурой окружающего воздуха и продолжительностью эксплуатации соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений согласно рекомендаций РМГ 62-20003 [31]:

$$\delta_2 = \frac{0,25 \cdot 43}{100} = 0,1075. \quad (2)$$

Погрешность, вносимая 16-тиразрядным АЦП, рассчитывается по формуле (3):

$$\delta_3 = \frac{0,25 \cdot 100}{2^{16}} = 0,0004. \quad (3)$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- продолжительности эксплуатации.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003 [31]:

$$\delta_4 = \frac{0,25 \cdot 26}{100} = 0,065. \quad (4)$$

Дополнительная погрешность, вносимая продолжительностью эксплуатации, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003 [31]:

$$\delta_5 = \frac{0,25 \cdot 19}{100} = 0,0475. \quad (5)$$

Таким образом, с помощью формулы (1) с учетом результатов расчетов (2) ... (5) определим расчетную величину основной погрешности канала измерения температуры:

$$\delta_1 \leq \sqrt{0,25^2 - (0,1075^2 + 0,0004^2 + 0,065^2 + 0,0475^2)} = 0,2161. \quad (6)$$

Как видно по результатам расчетов (6), расчетная основная погрешность выбранного канала не превышает допустимой погрешности. Следовательно, требования ТЗ соблюдены, и прибор пригоден для использования.

6 РАЗРАБОТКА СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Схемы соединений внешних проводов разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013. Схемы внешних проводов разрабатывались для следующего комплекса технических средств:

1 первичные и внешние приборы:

- манометры WIKA PG23LT;
- термометры WIKA S5551;
- датчики избыточного давления Метран-150CG;
- преобразователи температуры Метран-286-Ех;
- термопреобразователи сопротивления Метран-2000;
- вихревые расходомеры Rosemount 8800D;
- радарные уровнемеры Rosemount 5600;
- вибрационные сигнализаторы уровня жидкости Rosemount 2120;
- вибропреобразователи ВК-310С;
- газоанализаторы ИДК-09;

2 исполнительные устройства и механизмы

- световые сигнализаторы ВС-5-С;
- светозвуковые сигнализаторы ВС-5;
- электроприводы АУМА.

Согласно схемам соединений внешних проводов (см. приложение Г) для обмена информацией между полевым и контроллерным уровнем используются три типа кабелей:

- тип А 4х1,0;
- тип В 4х1,0;
- тип С 2х2х0,78.

Кабели типа А используются для прокладки искробезопасных и искроопасных аналоговых цепей (4 ... 20 мА / HART). В качестве кабеля типа А выбран кабель КВВГЭнг(А)-LS (см. рис. 33).

Кабели типа В используются для прокладки дискретных цепей (24DVC). В качестве кабеля типа В выбран кабель КВВГнг(А)-LS (см. рис. 34).

Кабели типа С используются для прокладки интерфейсных цепей (RS-485 / Modbus RTU). В качестве кабеля типа С выбран кабель КИПвЭВнг(А)-LS (см. рис. 35).



Рисунок 33 – Кабель КВВГЭнг(А)-LS Рисунок 34 – Кабель КВВГнг(А)-LS

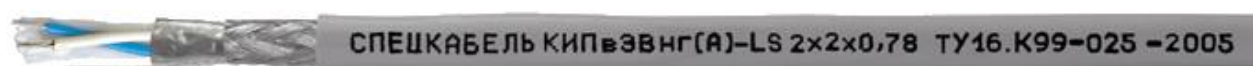


Рисунок 35 – Кабель КИПвЭВнг(А)-LS

Кабели контрольные с медными жилами с изоляцией из холодостойкого поливинилхлоридного пластиката и оболочкой из холодостойкого поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести, экранированные КВВГЭнг(А)-LS предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 0,66 кВ частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1 кВ [32].

Кабели контрольные с медными жилами с изоляцией из холодостойкого поливинилхлоридного пластиката и оболочкой из холодостойкого поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести КВВГнг(А)-LS предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 0,66 кВ частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1 кВ [32].

Кабели симметричные парной скрутки с медными жилами с изоляцией из пористого полиэтилена в общем экране из алюмолавсанвой ленты с оболочкой из поливинилхлоридного пластика пониженной пожароопасности, с низким дымо- и газовыделением КИПвЭВнг(А)-LS предназначены для групповой стационарной прокладки в системах распределённого сбора данных, использующих промышленный интерфейс RS-485 [33].

Технические характеристики кабельной продукции приведены в таблице 24 [32, 33].

Таблица 24 – Технические характеристики кабельной продукции

Технические характеристики	Значение
Кабель КВВГЭнг(А)-LS 4x1,0	
Диапазон эксплуатационных температур, °С	– 50 ... + 50
Номинальная толщина изоляции жил, мм	0,6
Электрическое сопротивление изоляции жил при температуре + 20 °С, МОм / 1 км (не менее)	10
Наружный диаметр кабеля, мм	7,9
Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, мм	47,4
Масса 1 км кабеля, кг	120
Срок службы, лет (не менее)	15
Кабель КВВГнг(А)-LS 4x1,0	
Диапазон эксплуатационных температур, °С	– 50 ... + 50
Номинальная толщина изоляции жил, мм	0,6
Электрическое сопротивление изоляции жил при температуре + 20 °С, МОм / 1 км (не менее)	10
Наружный диаметр кабеля, мм	7,6
Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, мм	45,6
Масса 1 км кабеля, кг	108
Срок службы, лет (не менее)	15
Кабель КИПвЭВнг(А)-LS	
Диапазон эксплуатационных температур, °С	– 50 ... + 70
Электрическое сопротивление жил постоянному току при температуре + 20 °С, Ом / 100 м (не более)	5,9
Асимметрия электрического сопротивления постоянному току проводников в паре, не более, %	3
Волновое сопротивление на частоте 1 МГц, Ом	120 ± 12
Электрическая емкость пары, не более, пФ/м	42
Коэффициент затухания при частоте 1 МГц при температуре + 20 °С, дБ / 100 м (не более)	1,65
Наружный диаметр кабеля, не более, мм	10,6
Минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, мм	106

Технические характеристики	Значение
Кабель КИПвЭВнг(А)-LS	
Расчетная масса 1 км кабеля, кг	117,6
Срок службы, не менее, лет	30

Схемы соединений внешних проводок площадки розжига и факельной системы АСУ ТП блока подготовки газа УКПГ приведены в приложении Г.

7 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Данный раздел предусматривает собой текстовое, графическое и табличное описание функций АСУ ТП, которые реализуются в программном обеспечении среднего уровня (ПО ПЛК):

- сбор информации о текущем состоянии технологического процесса;
- обработка технологических параметров;
- контроль состояния технологического оборудования;
- автоматическое управление ТП, в т.ч. аварийные блокировки и защиты;
- обработка и выполнение команд оператора.

Алгоритм контроля и управления АСУ ТП имеет иерархическую модульную структуру, где каждый алгоритмический модуль является отдельным, функционально законченным элементом алгоритма:

- 1-й уровень: модули контроля состояния и управления элементарными объектами и модули обработки технологических параметров;
- 2-й уровень: модули контроля технологических параметров и аварийной защиты и блокировок элементарных объектов;
- 3-й уровень: модули контроля состояния и аварийной защиты и блокировок технологических подсистем.

Алгоритм выполняется циклически. Все алгоритмические модули выполняются один раз за цикл.

Приведенные алгоритмические модули в качестве входной / выходной информации используют типы данных, указанные в таблице 25.

Таблица 25 – Типы данных

Размер	Тип	Описание
1 бит	BOOL	Логическая переменная, принимающая значения 0 или 1
8 бит	BYTE	Последовательность из 8 бит
16 бит	WORD	Последовательность из 16 бит
16 бит	INT	Целое число из диапазона – 32 768 ... 32 767
32 бита	REAL	Вещественное число из диапазона – $3,4 \cdot 10^{38}$... $+ 3,4 \cdot 10^{38}$
32 бита	DWORD	Последовательность из 32 битов

Нумерация отдельных битов в слове (WORD, DWORD) производится с учетом следующих соглашений:

- наименее значимый бит имеет номер 0;
- номер бита увеличивается по направлению к более значимому.

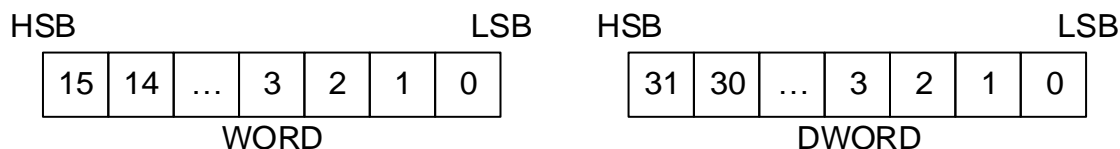


Рисунок 36 – Структура представления данных

Числа в двоичной системе счисления записываются с суффиксом 0b. Числа в десятичной системе счисления записываются без префикса и суффикса. Числа в шестнадцатеричной системе счисления записываются с префиксом 0x.

При необходимости формирования оперативного сообщения, контроллер устанавливает бит в соответствующем разряде таблицы сообщений. Бит сбрасывается ПО АРМ оператора при квитировании. Сообщение формируется ПО АРМ при переходе соответствующего бита таблицы из "0" в "1".

Аварийные сообщения сопровождаются звуковой сигнализацией в операторной. Команда на включение акустического элемента формируется непосредственно при возникновении аварийной ситуации и снимается при квитировании. Эта процедура считается стандартной для всех аварийных сообщений и в алгоритме не описывается.

Действующим значением бита дискретной переменной, не являющейся полевым сигналом, считается логическая единица.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы элементы, приведенные в таблице 26.

Таблица 26 – Элементы блок-схем


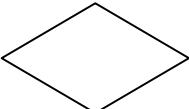
Элемент	Описание
	Терминатор (точка начала выполнения – входа / точка завершения выполнения – выхода)
	Проверка условия (выражение может быть построено с использованием побитовых логических операций)

Таблица 26 – Элементы блок-схем

Элемент	Описание
	Процесс присвоения значения (значение может быть переменной или выражением, построенным с использованием арифметических или побитовых логических операций)
	Предопределенный процесс
	Данные оперативного сообщения (информационного, предупредительного или аварийного)
	Перенаправление / назначение перенаправления на текущей странице схемы
	Перенаправление на следующий лист схемы
	Назначение перенаправления с предыдущего листа схемы

Разрабатываемые алгоритмы применимы для обработки сигналов, приведенных в приложении Е.

7.1 Обработка входного дискретного сигнала

Алгоритмический модуль предназначен для:

- установки режимов обработки и замены входного дискретного сигнала;
- обработки сигнала в различных режимах.

Активным уровнем входного дискретного сигнала может быть лог. "0" или лог. "1". В результате выполнения модуля формируется выходной сигнал-дубликат с активным уровнем лог. "1".

Предусматриваются следующие особые режимы обработки:

- режим имитации;
- режим маскирования.

Значение выходного сигнала в каждом из этих режимов задается оператором. Отличие режимов заключается в том, что в режиме имитации выходной сигнал считается достоверным. Режимы могут быть совмещены, при этом режим имитации имеет более высокий приоритет.

Входные / выходные данные алгоритмического модуля приведены в таблицах 27 и 28 соответственно.

Таблица 27 – Входные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
{sig1}_isi_{sig2}	{сигнал}. Необработанное значение	BOOL	—	0
{sig1}_isc_{sig2}	{сигнал}. Регистр команд	BYTE	—	0x0000
.MsV	Значение сигнала в режиме маскирования	—	4	—
.ImV	Значение сигнала в режиме имитации	—	3	—
.ctrm_Inv	Включить инвертирование сигнала	—	2	—
.ctrm_Mask	Установить режим маскирования	—	1	—
.ctrm_Imit	Установить режим имитации	—	0	—

где – {sig1} и {sig2} – символьное обозначение сигнала;

– {сигнал} – текстовое описание сигнала.

Таблица 28 – Выходные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
{sig1}_is_{sig2}	{сигнал}	BOOL	—	0
{sig1}_iss_{sig2}	{сигнал}. Регистр состояния	BYTE	—	0x0000
.is_Inv	Включено инвертирование сигнала	—	2	—
.is_Mask	Установлен режим маскирования	—	1	—
.is_Imit	Установлен режим имитации	—	0	—

где – {sig1} и {sig2} – символьное обозначение сигнала;

– {сигнал} – текстовое описание сигнала.

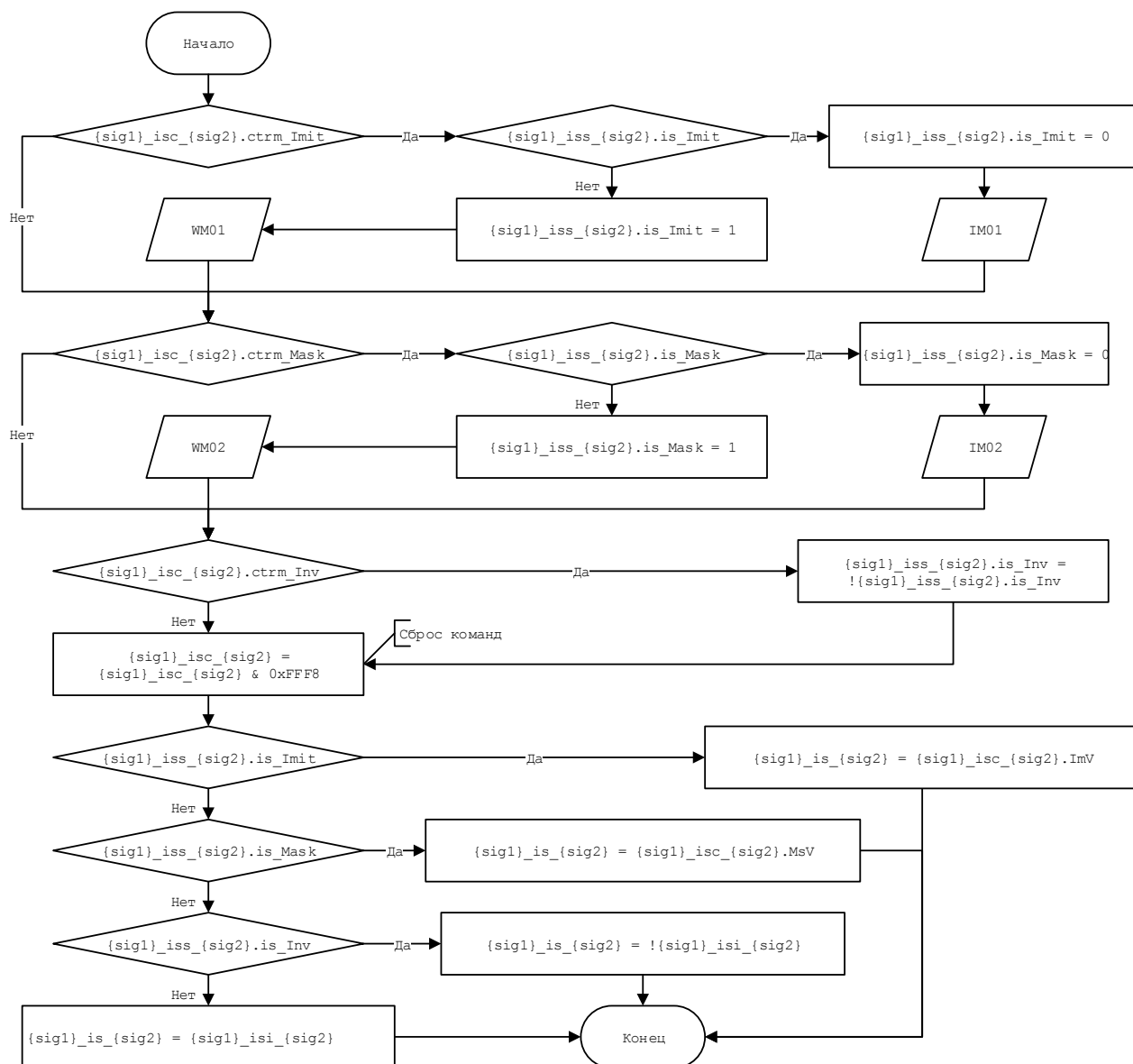


Рисунок 37 – Алгоритм обработки входного дискретного сигнала

7.2 Обработка дискретного выходного сигнала

Алгоритм применяется для обработки выходных дискретных сигналов.

Входные / выходные данные алгоритмического модуля приведены в таблицах 29 и 30 соответственно.

Таблица 29 – Входные данные алгоритма

Наименование	Тип	Обозначение
Значение программы контроллера	BOOL	DO
Включение режима имитации	BOOL	EN_MASK
Значение имитации	BOOL	MASK_DO

Таблица 30 – Выходные данные алгоритма

Наименование	Тип	Обозначение
Выходное значение	BOOL	SR

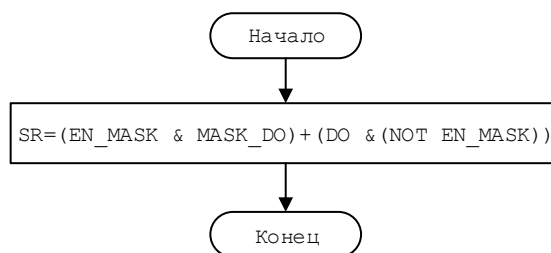


Рисунок 38 – Обработка дискретного выходного сигнала

7.3 Обработка входного аналогового сигнала

Алгоритмический модуль предназначен для:

- установки режимов обработки и замены входного аналогового сигнала;
- контроля выхода значения за пределы измерения;
- обработки сигнала в различных режимах;
- обработки сигнала при недостоверности;
- контроля допустимых и предельных значений параметра;
- пересчета.

Предусматриваются следующие особые режимы обработки:

- режим маскирования;
- режим имитации.

В режиме маскирования входной сигнал не контролируется, выходной сигнал принимает базовое значение (равноудаленное относительно уставок предельных значений).

В режиме имитации выходной сигнал принимает значение, заданное оператором. Режим имитации может быть совмещен с режимом маскирования, но имеет более высокий приоритет.

Недостоверность входного сигнала контролируется по признаку выхода за пределы измерения (Err6), формируемому данным модулем.

При наличии вышеуказанного признака выходной сигнал принимает значение, зависящее от установленного режима замены (в случае отсутствия режимов маскирования и имитации).

Предусматривается семь взаимоисключающих режимов замены:

- режим замены на базовое значение;
- режим замены на максимальное предельное значение;
- режим замены на максимальное допустимое значение;
- режим замены на минимальное допустимое значение;
- режим замены на минимальное предельное значение;
- режим замены на последнее достоверное значение;
- режим без замены.

Входные / выходные данные алгоритмического модуля приведены в таблицах 31 и 32 соответственно.

Таблица 31 – Входные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
Вход с модуля				
{sig}	{сигнал}. Необработанный значение	INT	—	—
Вход с АРМ оператора				
{sig}_ai_H3	{сигнал}. Верхний предел измерения в единицах АЦП	INT	—	—
{sig}_ai_L3	{сигнал}. Нижний предел измерения в единицах АЦП	INT	—	—
{sig}_fl_H3	{сигнал}. Верхний предел измерения в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_fl_H2	{сигнал}. Уставка максимального аварийного значения в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_fl_H1	{сигнал}. Уставка максимального предельного значения в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_fl_L1	{сигнал}. Уставка минимального предельного значения в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_fl_L2	{сигнал}. Уставка минимального аварийного значения в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_fl_L3	{сигнал}. Нижний предел измерения в технических единицах	FLOAT	—	—
Вход с АРМ оператора				
{sig}_fl_ImV	{сигнал}. Имитируемое значение в технических единицах	FLOAT	—	0
{sig}_RC	{сигнал}. Регистр команд	WORD	—	0x0000

Таблица 31 – Входные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
.ctrm_Rd	Готово для обработки	—	15	—
.ctrm_Set	Установить режим настройки	—	14	—
.ctrm_Inv	Данное недостоверно	—	13	—
.ctrm_ErNS	Установить режим без замены	—	8	—
.ctrm_ErLV	Установить режим замены на последнее достоверное значение	—	7	—
.ctrm_ErL2	Установить режим замены на минимальное аварийное значение	—	6	—
.ctrm_ErL1	Установить режим замены на минимальное предельное значение	—	5	—
.ctrm_ErH1	Установить режим замены на максимальное предельное значение	—	4	—
.ctrm_ErH2	Установить режим замены на максимальное допустимое значение	—	3	—
.ctrm_ErBs	Установить режим замены на базовое значение	—	2	—
.ctrm_Mask	Установить режим маскирования	—	1	—
.ctrm_Imit	Установить режим имитации	—	0	—
Внутренние данные				
{sig}_ai_ImV	{сигнал}. Имитируемое значение в единицах АЦП	INT	—	0
{sig}_ai_H2	{сигнал}. Уставка максимального аварийного значения в единицах АЦП	INT	—	{sig}_ai_H3
{sig}_ai_H1	{сигнал}. Уставка максимального предельного значения в единицах АЦП	INT	—	{sig}_ai_H2
{sig}_ai_L1	{сигнал}. Уставка минимального предельного значения в единицах АЦП	INT	—	{sig}_ai_L2
{sig}_ai_L2	{сигнал}. Уставка минимального аварийного значения в единицах АЦП	INT	—	{sig}_ai_L3
{sig}_State	{сигнал}. Состояние алгоритма	WORD	—	0

где — {sig} – символьное обозначение сигнала;

– {сигнал} – текстовое описание сигнала.

Таблица 32 – Выходные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
{sig}_ai	{сигнал}. Значение в единицах АЦП	INT	—	0
{sig}_fl	{сигнал}. Значение в технических единицах	FLOAT	—	—
{sig}_RS	{сигнал}. Регистр состояния	WORD	—	0x0000
.is_Err6	Значение недостоверно – выход за пределы измерения	—	13	—

Таблица 32 – Выходные данные алгоритма

Обозначение	Описание	Тип	Бит	Нач. знач.
	Резерв	—	7...12	—
	= 110b – установлен режим без замены = 101b – установлен режим замены на последнее достоверное значение = 100b – установлен режим замены на минимальное аварийное значение = 011b – установлен режим замены на минимальное предельное значение = 010b – установлен режим замены на максимальное предельное значение = 001b – установлен режим замены на максимальное аварийное значение = 000b – установлен режим замены на базовое значение	—	6...4	—
	Резерв	—	3	—
.is_Set		—	2	—
.is_Mask	Установлен режим маскирования	—	1	—
.is_Imit	Установлен режим имитации	—	0	—
{sig}_isa_HH	{сигнал}. Значение больше либо равно максимальному предельному	BOOL	—	0
{sig}_isa_H	{сигнал}. Значение больше либо равно максимальному допустимому	BOOL	—	0
{sig}_isa_L	{сигнал}. Значение меньше либо равно минимальному допустимому	BOOL	—	0
{sig}_isa_LL	{сигнал}. Значение меньше либо равно минимальному предельному	BOOL	—	0

где – {sig} – символьное обозначение сигнала;

– {сигнал} – текстовое описание сигнала.

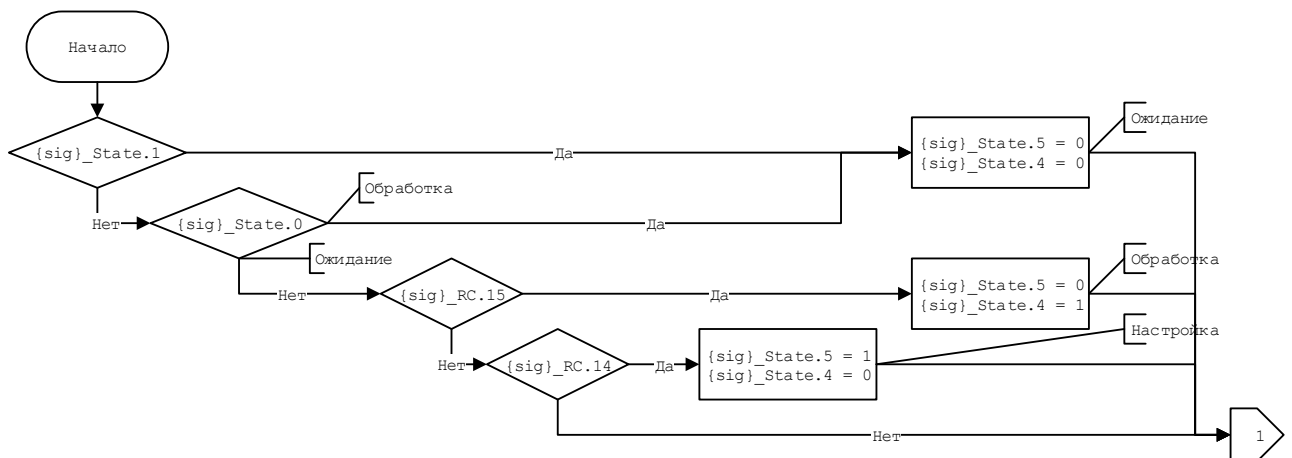


Рисунок 39 – Алгоритм обработки аналогового входного сигнала (лист 1 из 5)

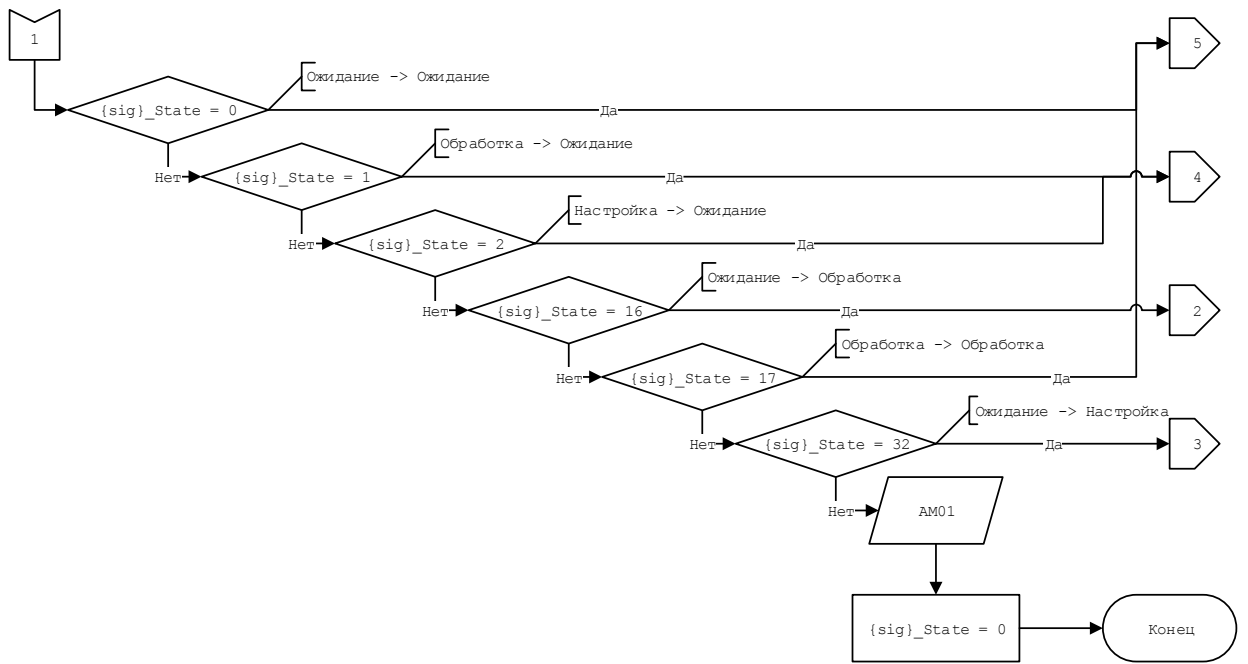


Рисунок 40 – Алгоритм обработки аналогового входного сигнала (лист 2 из 5)

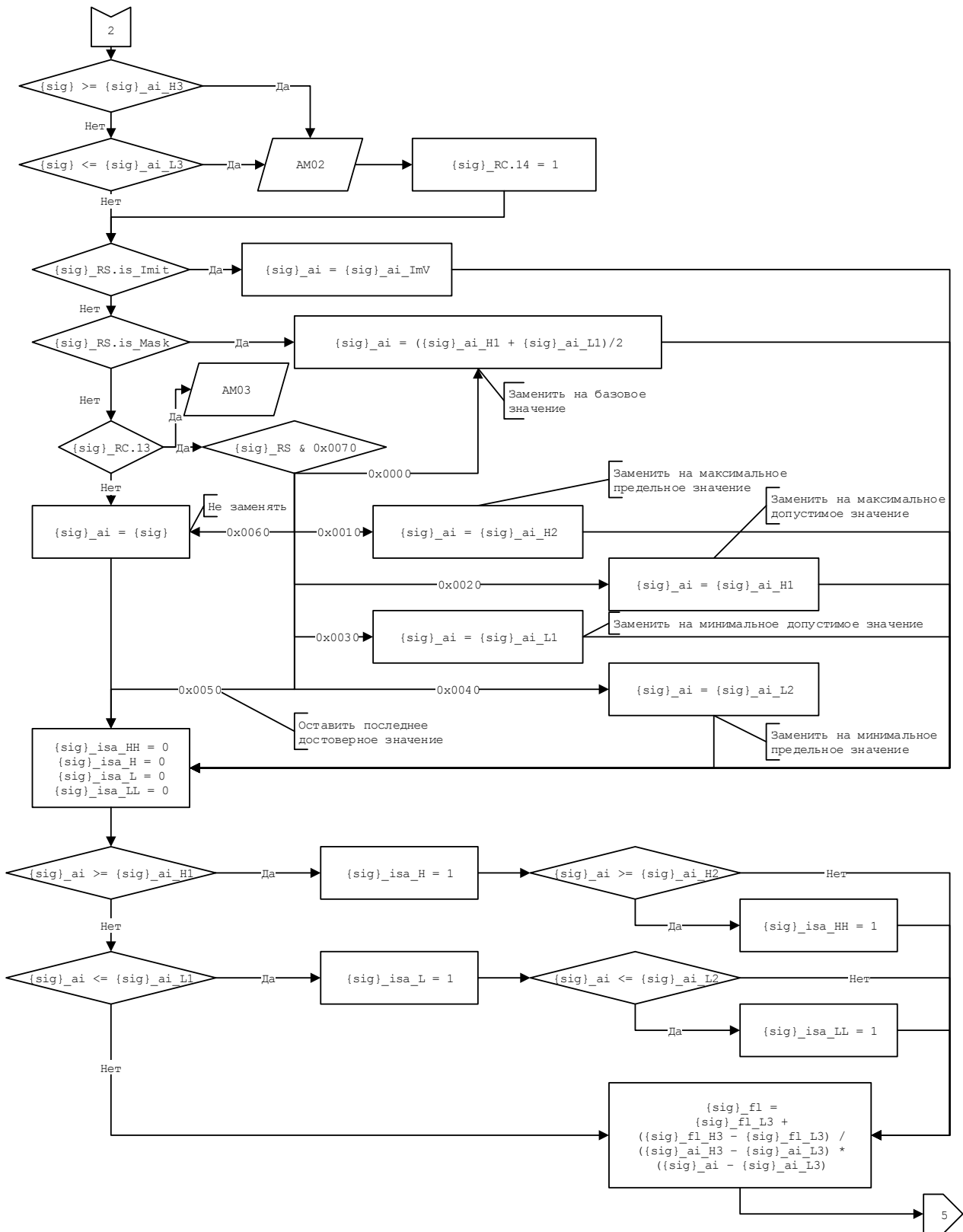


Рисунок 41 – Алгоритм обработки аналогового входного сигнала (лист 3 из 5)

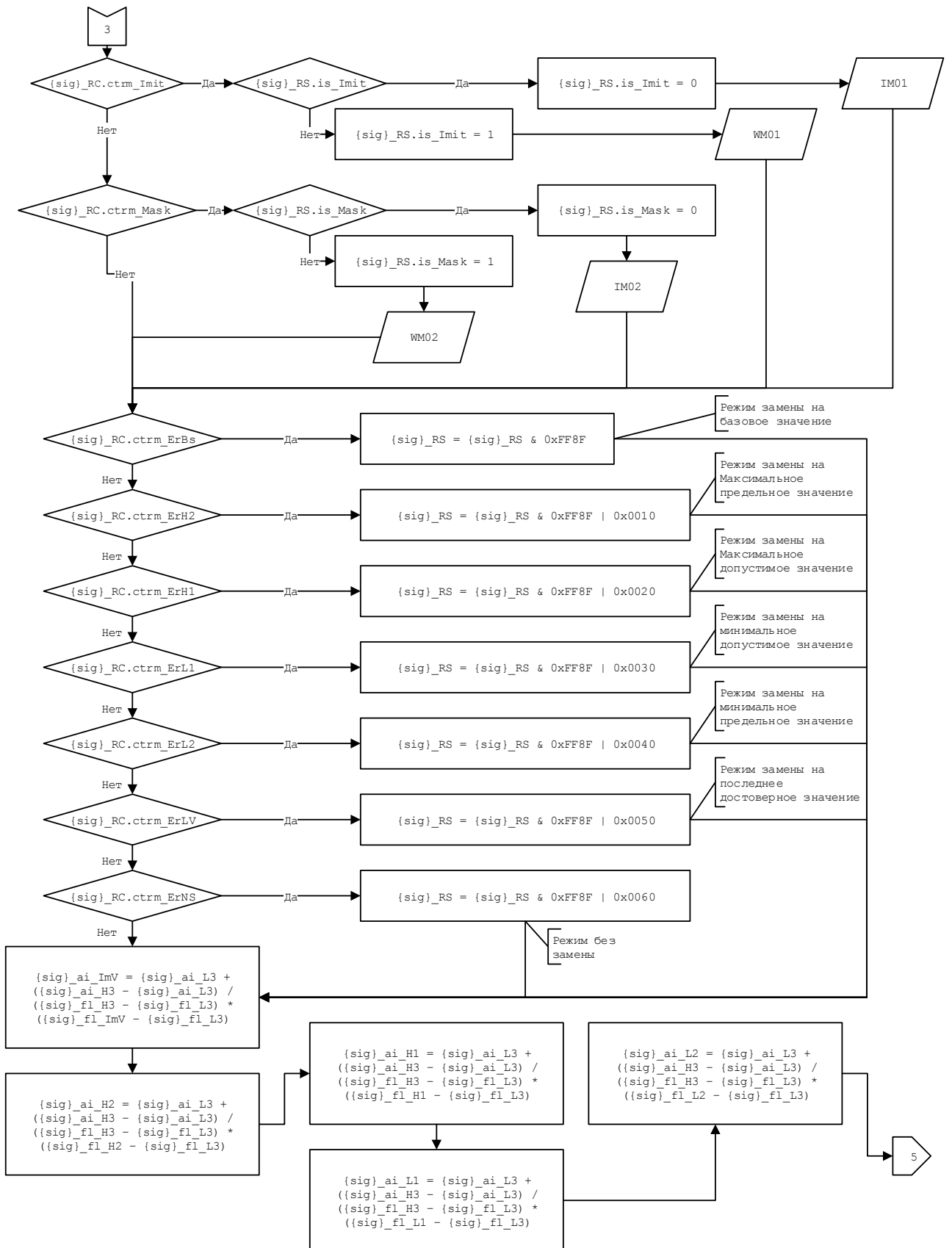


Рисунок 42 – Алгоритм обработки аналогового входного сигнала (лист 4 из 5)

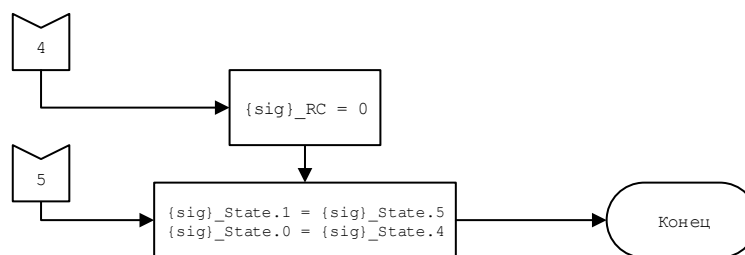


Рисунок 43 – Алгоритм обработки аналогового входного сигнала (лист 5 из 5)

7.4 Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок описаны в табличной форме (см. табл. 33).

Таблица 33 – Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Параметр	Тэг	Условие	Действие
Площадка сбора конденсата (поз. 7 по ГП)			
<i>Емкости сбора конденсата ЕК-1, ЕК-2</i>			
Загазованность на площадке	007-АТ-700/А 007-АТ-700/В 007-АТ-700/С 007-АТ-700/Д 007-АТ-700/Е 007-АТ-700/Ф 007-АТ-700/Г 007-АТ-700/Н	≥ 20 % НКПР	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Включение световой сигнализации: – 007-НЛ-700/А; – 007-НЛ-700/В; – 007-НЛ-700/С; – 007-НЛ-700/Д.
		≥ 50 % НКПР	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Включение светозвуковой сигнализации: – 007-НА-700/А; – 007-НА-700/В; – 007-НА-700/С; – 007-НА-700/Д. Отключение работающего насоса соответственно: – 007-НСА-501/Ф; – 007-НСА-510/Ф; – 007-НСА-502/Ф; – 007-НСА-520/Ф.
Температура в емкости	007-ТТ-501 007-ТТ-502	≤ – 5 °С	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Температура подшипников электродвигателей	007-ТЕ-501/А 007-ТЕ-501/В	≥ 70 °С	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.

Таблица 33 – Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Параметр	Тэг	Условие	Действие
тродвигателя насоса	007-TE-510/A 007-TE-510/B 007-TE-502/A 007-TE-502/B 007-TE-520/A 007-TE-520/B	≥ 90 °C	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Отключение работающего насоса соответственно: – 007-NSA-501/F; – 007-NSA-510/F; – 007-NSA-502/F; – 007-NSA-520/F.
Вибрация	007-VT-501 007-VT-510 007-VT-502 007-VT-520	$\geq 8,9$ мм / с	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Отключение работающего насоса соответственно: – 007-NSA-501/F; – 007-NSA-510/F; – 007-NSA-502/F; – 007-NSA-520/F.
Сигнализация уровня затворной жидкости	007-LA-501 007-LA-510 007-LA-502 007-LA-520	≥ 40 мм от нормы	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Давление в нагнетательной линии	007-PT-510 007-PT-501 007-PT-502 007-PT-520	± 10 % от $P_{\text{раб}}$ в теч. 20 сек.	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
		± 15 % $P_{\text{раб}}$ в теч. 30 сек.	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Отключение основного насоса, включение резервного насоса: – ЕК-1: а) 007-NSA-501/E (007-NSA-501/F); б) 007-NSA-510/F (007-NSA-510/E); – ЕК-2: а) 007-NSA-502/E (007-NSA-502/F); б) 007-NSA-520/F (007-NSA-520/E).

Таблица 33 – Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Параметр	Тэг	Условие	Действие
		$P_{\text{раб}}$	Открытие задвижки в нагнетательной линии №№ 189э (190э), 191э (192э) соответственно: – 007-NSA-189/P; – 007-NSA-190/P; – 007-NSA-191/P; – 007-NSA-192/P.
Уровень в емкости	007-LT-501 007-LT-502	≤ 500 мм	Предварительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Отключение работающего насоса соответственно: – 007-NSA-501/F; – 007-NSA-510/F; – 007-NSA-502/F; – 007-NSA-520/F. Закрытие соответствующей задвижки: – 007-NSA-189/R; – 007-NSA-190/R; – 007-NSA-191/R; – 007-NSA-192/R.
		≤ 640 мм	Блокировка пуска насоса: – 007-NSA-501/G; – 007-NSA-510/G; – 007-NSA-502/G; – 007-NSA-520/G.
		$\geq 2\ 200$ мм	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Включение основного насоса: – 007-NSA-501/E; – 007-NSA-510/E; – 007-NSA-502/E; – 007-NSA-520/E.

Таблица 33 – Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Параметр	Тэг	Условие	Действие
		$\geq 2\ 300$ мм	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Отключение основного насоса, включение резервного насоса: – ЕК-1: а) 007-NSA-501/F (007-NSA-501/E); б) 007-NSA-510/E (007-NSA-510/F); – ЕК-2: а) 007-NSA-502/F (007-NSA-502/E); б) 007-NSA-520/E (007-NSA-520/F). Открытие соответствующей задвижки: – 007-NSA-189/P; – 007-NSA-190/P; – 007-NSA-191/P; – 007-NSA-192/P.
Отключение работающего насоса	007-NSA-501/F 007-NSA-510/F 007-NSA-502/F 007-NSA-520/F	—	Закрытие соответствующей задвижки: – 007-NSA-189/R; – 007-NSA-190/R; – 007-NSA-191/R; – 007-NSA-192/R.
<i>Факельный сепаратор высокого давления ФС-1</i>			
Температура конденсата	007-ТТ-201	≤ -5 °С	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Уровень жидкости в сепараторе аварийный	007-LA-201	≥ 500 мм	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
СИГК-6. Расход газа	007-FT-203	≤ 141 м ³ /ч	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Открытие клапана Кг12 007-NSA-012/P.
<i>Факельный сепаратор низкого давления ФС-1</i>			
Температура конденсата	007-ТТ-301	≤ -5 °С	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Уровень жидкости в сепараторе аварийный	007-LA-301	≥ 150 мм	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.

Таблица 33 – Алгоритмы управления, технологических защит и блокировок

Параметр	Тэг	Условие	Действие
СИГК-6. Расход газа	007-FT-303	$\leq 22,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Открытие клапана Кг13 007-NSA-013/Р.
Площадка розжига (поз. 8 по ГП)			
<i>Газовый сепаратор-каплеуловитель ГС-3</i>			
Загазованность на площадке	008-AT-800/A 008-AT-800/B 008-AT-800/C	$\geq 20 \%$ НКПП	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Включение световой сигнализации 008-NL-800.
		$\geq 50 \%$ НКПП	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Включение светозвуковой сигнализации 008-NA-800.
Температура в сепараторе	008-TT-800	$\leq + 5 \text{ }^\circ\text{C}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Давление в сепараторе	008-PT-800	$\leq 0,05 \text{ МПа}$ $\geq 0,25 \text{ МПа}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
Уровень жидкости в сепараторе	008-LT-800	$\leq 70 \text{ мм}$ $\geq 430 \text{ мм}$	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
		$\leq 100 \text{ мм}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Закрытие клапана Кж28 008-NSA-800/Р.
		$\geq 400 \text{ мм}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора. Открытие клапана Кж28 008-NSA-800/Р.
Уровень жидкости в сепараторе аварийный	008-LGA-800	$\leq 70 \text{ мм}$ $\geq 430 \text{ мм}$	Аварийная дистанционная сигнализация на АРМ оператора.
ФВД (поз. 9 по ГП), ФНД (поз. 10 по ГП)			
Давление	009-PT-900 010-PT-100	$\leq 0,02 \text{ МПа}$	Предупредительная дистанционная сигнализация на АРМ оператора

8 РАЗРАБОТКА МНЕМОСХЕМ

8.1 Общая информация

Управление в разрабатываемой АСУ ТП реализовано с использованием SCADA системы Simple SCADA 2.0. Данная SCADA-система предназначена для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Главная цель проекта – это простота и удобство для конечного пользователя. Simple SCADA 2.0 обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Иными словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры среднего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода / вывода, что позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей [34, 35].

Основные характеристики Simple SCADA 2.0 [34]:

- поддержка сенсорного экрана (протестировано на промышленных панелях и планшетах);
- наличие виртуальной клавиатуры;
- отправка E-mail сообщений;
- звонки, выполнение пользовательских AT-команд и отправка SMS сообщений через 3G / GSM модемы;
- горячее резервирование серверов Simple SCADA;
- возможность выполнения пользовательских SQL-запросов и обработки результата;
- полный доступ к БД из скриптов - создание, удаление таблиц и т.д.
- возможность организации клиент-серверной архитектуры с любым количеством клиентов.
- защищенный канал связи для безопасной работы в локальной сети и через интернет (защищается протоколом TLS);

- система скриптов с широким набором готовых процедур и функций для решения задач любой сложности;
- система событий для объектов (каждое событие может быть запрограммировано как угодно при помощи скриптов);
- работа с любым количеством (локальных или удаленных) OPC DA-серверов;
- редактор переменных и импорт тегов с OPC-серверов;
- наличие встроенного браузера OPC-серверов;
- возможность создания внутренних тегов;
- гибкая система прав пользователей;
- большая библиотека графики с изображениями, выполненными в едином минималистичном стиле с высоким качеством.
- база данных трендов и сообщений MySQL или MS SQL Server;
- неограниченное количество трендов, возможности просмотра минимума, максимума или среднего значения для любого тренда за выбранный интервал;
- групповое редактирование свойств объектов;
- импорт переменных из CSV файлов;
- группы трендов, сообщений, окон, переменных, текстур, скриптов (все списки могут быть разбиты на группы);
- ведение лога сообщений (аварии / предупреждения / оповещения – объем не ограничен);
- наличие журнала действий оператора;
- автоматическая цветовая подсветка элементов при выходе контролируемого значения за аварийные и предупреждающие границы.
- автоматически генерируемые сообщения при выходе контролируемого значения за аварийные и предупреждающие границы;
- возможность звукового оповещения при аварийных и предупреждающих сообщениях;

- возможность экспорта данных трендов и сообщений в Excel-файлы;
- автоматическая адаптация созданных мнемосхем под разрешение компьютера, на котором запускается проект;
- печать мнемосхем и графиков;
- возможность добавления пользовательских изображений в формате *.png (+ анимация);
- широкий набор компонентов для максимально быстрого создания мнемосхем;
- DirectX или OpenGL рендер по выбору пользователя;
- низкие системные требования;
- наличие подробной документации;
- компактность и переносимость.

8.2 Основные функции

8.2.1 Управление

Для ввода информации и управления приложением АРМ используются ПК-совместимая клавиатура и манипулятор типа "мышь". Клавиатура используется для ввода информации следующего типа:

- цифробуквенные строки текста в поля ввода;
- навигация по экранным формам;
- вызов специфических функций.

Цифробуквенные строки текста используются при вводе:

- целочисленных и вещественных значений при настройке и управлении регулирующими исполнительными механизмами;
- имени пользователя и пароля при регистрации;
- текстовой информации свободного формата.

Все управление АРМ реализовано с помощью манипулятора типа "мышь". Клавиатура используется для дублирования всех управляющих функций и для ввода цифробуквенной информации.

8.2.2 Отображение

Видимая часть экрана автоматизированного рабочего места (АРМ) делится на три области – сверху вниз (см. рис. 44):

- область навигации по экранным формам: 10 %;
- область отображения экранных форм: 85 %;
- область последних сообщений и текущего времени: 5 %.

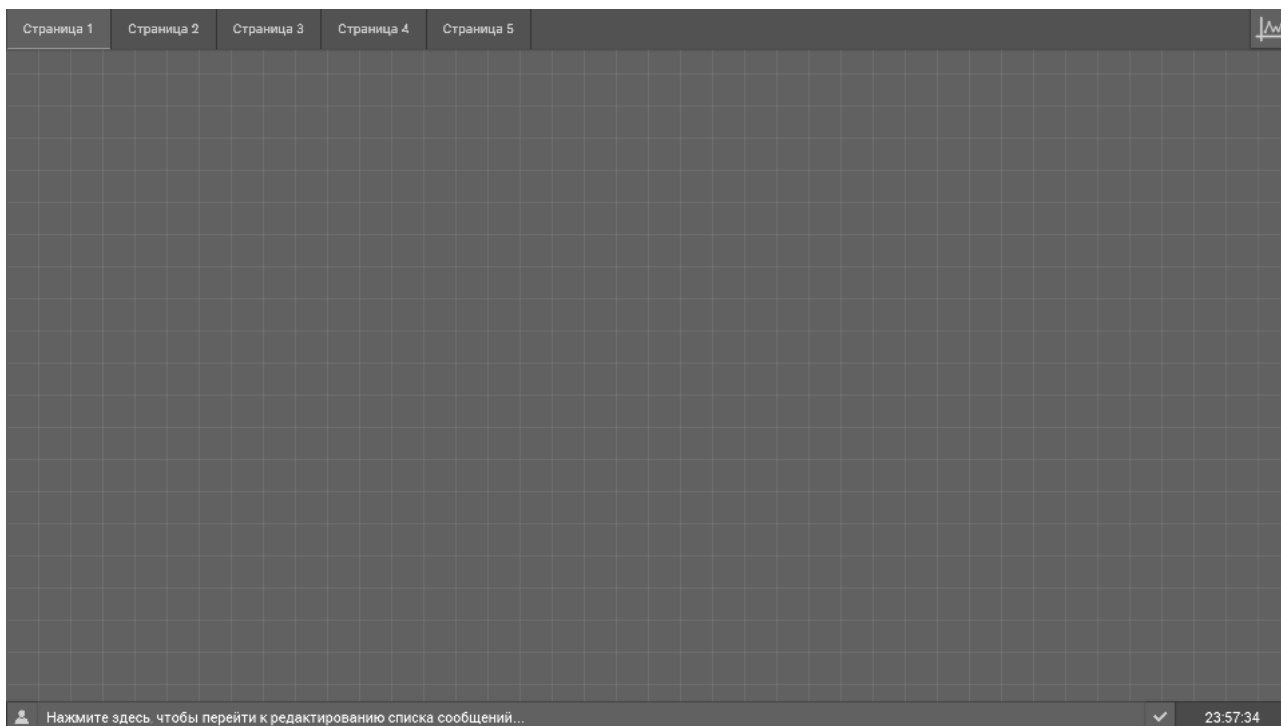


Рисунок 44 – Распределение экранного пространства дисплея

В области навигации по экранным формам размещены вкладки мнемосхем и кнопка трендов, нажатие на которую открывает соответствующее окно (см. рис. 59).

В области отображения экранных форм размещена непосредственно мнемосхема технологического процесса (см. прил. Д).

В области последних сообщений и текущего времени размещены кнопка смены пользователя и кнопка квитирования сообщений. Нажатие на кнопку смены пользователя вызывает открытие окна авторизации (см. рис. 45). Также,

клик по панели сообщений открывает соответствующее окно подтверждения сообщений (см. рис. 58).

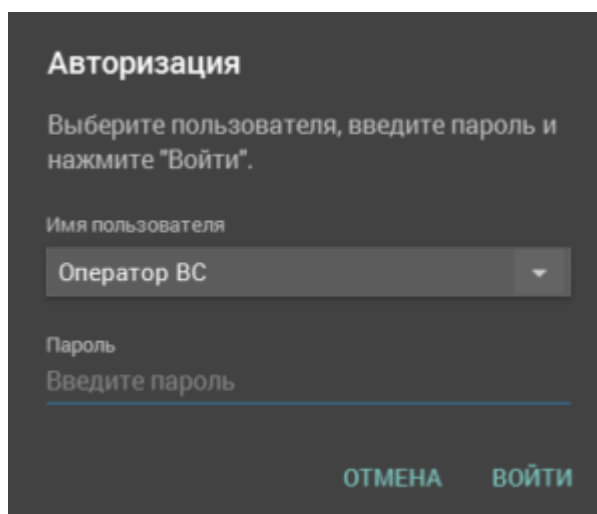


Рисунок 45 – Окно авторизации пользователя

Отображение заключается в выводе на экран АРМ следующей информации:

- состояния оборудования (электроздвижки, регуляторы, насосы), аварийных параметров;
- значений технологических параметров (давления, температуры, уровни, расходы вибрации);
- текущей даты и времени;
- аварийные сообщения.

8.2.3 Перечень соглашений

Структура элемента отображения технологического параметра приведена на рисунке 46.

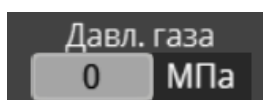


Рисунок 46 – Структура отображения технологического параметра

В проекте значения следующих технологических параметров выводятся в сером поле шрифтом черного цвета:

- уровни (мм);
- давления (МПа);
- температуры (°С);
- расходы (м³/ч);
- вибрации (мм/с).

Единицы измерения технологических параметров выводятся на черном поле шрифтом серого цвета. Каждый параметр подписывается сверху шрифтом серого цвета.

Если для технологического параметра определены допустимые и / или предельные границы, то при их нарушении поле вывода выглядит, как показано на рисунке 47.

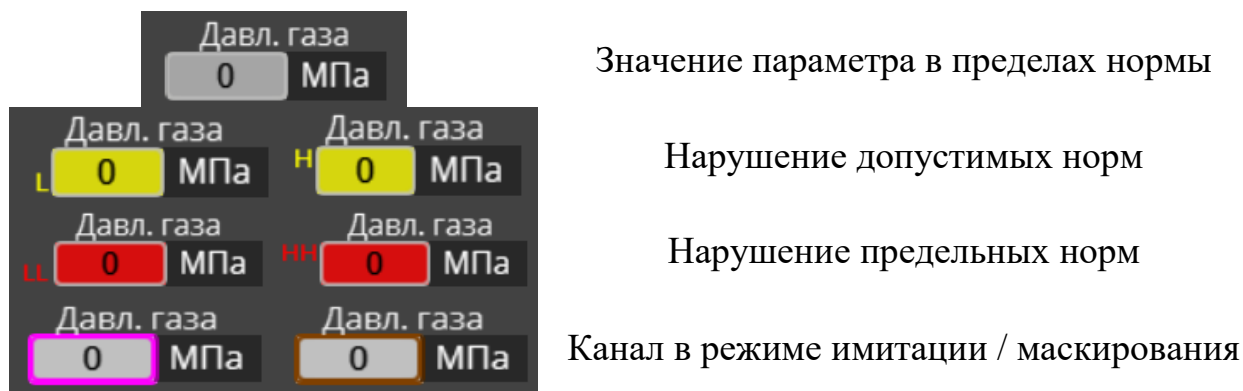


Рисунок 47 – Дерево состояний технологического параметра

Для индикации электроприводных задвижек и клапанов используются индикаторы, показанные на рисунках 48 и 49 соответственно.



Рисунок 48 – Индикатор электроприводной задвижки



Рисунок 49 – Индикатор электроприводного клапана

При изображении состояния аварии электроприводных задвижек и клапанов приняты следующие обозначения (см. рис. 50 и 51 соответственно).



Рисунок 50 – Электроприводная задвижка в состоянии "Авария"



Рисунок 51 – Электроприводной клапан в состоянии "Авария"

Для индикации положения клапана используется специальное поле, в котором отображается процент открытия клапана (см. рис. 49). Положение задвижек отображается на мнемосхемах как показано на рисунке 52.



Рисунок 52 – Дерево состояний электроприводных задвижек

Для индикации движения арматуры приняты обозначения, которые показаны на рисунке 53.

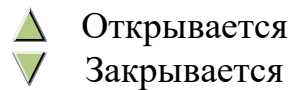


Рисунок 53 – Дерево состояний электроприводных задвижек

Для индикации состояния дискретных параметров принимаются обозначения, показанные на рисунке 54.

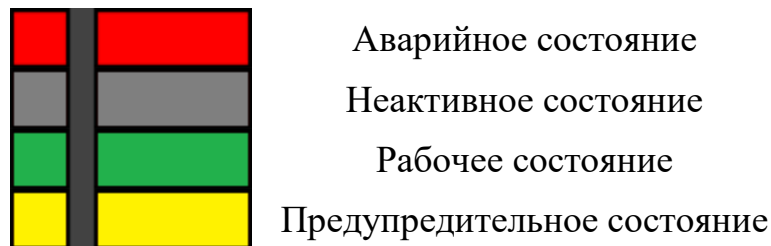


Рисунок 54 – Дерево состояний дискретного параметра

Для индикации состояний погружных насосов емкостей для сбора конденсата использованы следующие обозначения (см. рис. 55).



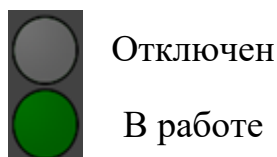


Рисунок 55 – Дерево состояний насосного оборудования

Для индикации состояния параметров "Верхний уровень" и "Нижний уровень" приняты следующие обозначения (см. рис. 56).

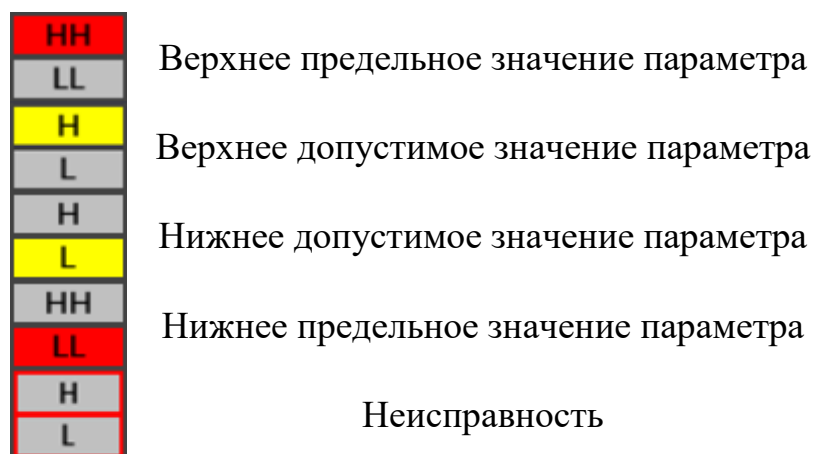


Рисунок 56 – Дерево индикации параметров "Верхний уровень" и "Нижний уровень"

Для индикации режимов работы оборудования приняты обозначения, показанные на рисунке 57.

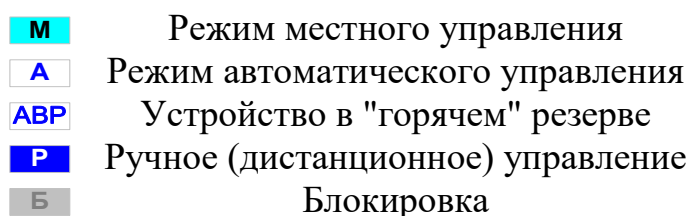


Рисунок 57 – Дерево состояний насосного оборудования

Разработанный с учетом принятых соглашений мнемокадр факельной системы приведен в приложении Д.

8.2.4 Аварийные сообщения

Окно подтверждения аварийных сообщений (см. рис. 58) вызывается путем клика левой кнопкой мыши по панели сообщений в нижней части главного экрана (см. рис. 44).

Все сообщения подразделяются на группы и доступны пользователям для просмотра согласно установленным правам доступа.

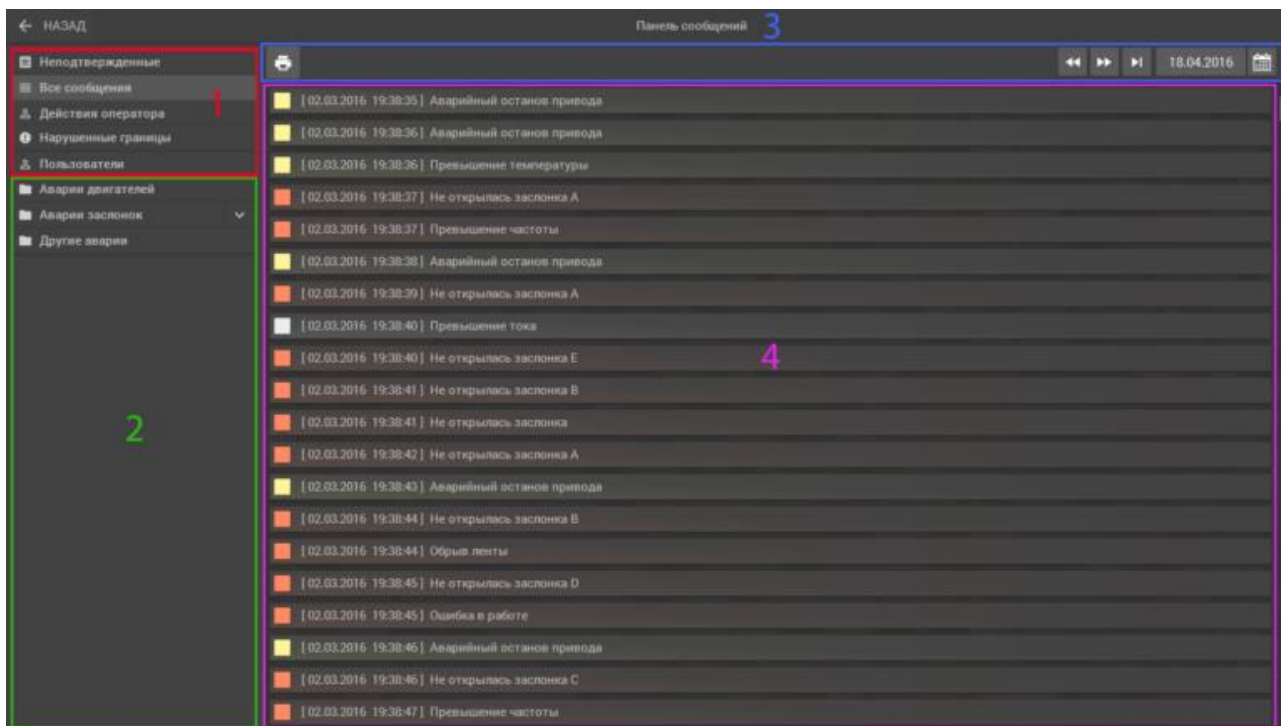


Рисунок 58 – Сообщения процесса

Окно сообщений может быть условно разделено на четыре части:

1 Стандартные группы сообщений – отображаются всегда независимо от настройки прав пользователей:

- Неподтвержденные (список активных сообщений, которые не были квитированы).
- Все сообщения (общий список сообщений, отсортированный по времени).
- Действия оператора (список действий оператора).
- Нарушенные границы (список сообщений о нарушении заданных границ).
- Пользователи (список сообщений об авторизации пользователей).

2 Пользовательские группы – отображаются согласно установленным правам доступа.

3 Кнопки навигации, печать и календарь.

4 Область сообщений.

8.2.5 Регистрация процесса

Переход к странице трендов основных рабочих параметров (см. рис. 59) происходит с помощью нажатия на кнопку трендов в главном окне (см. рис. 44).

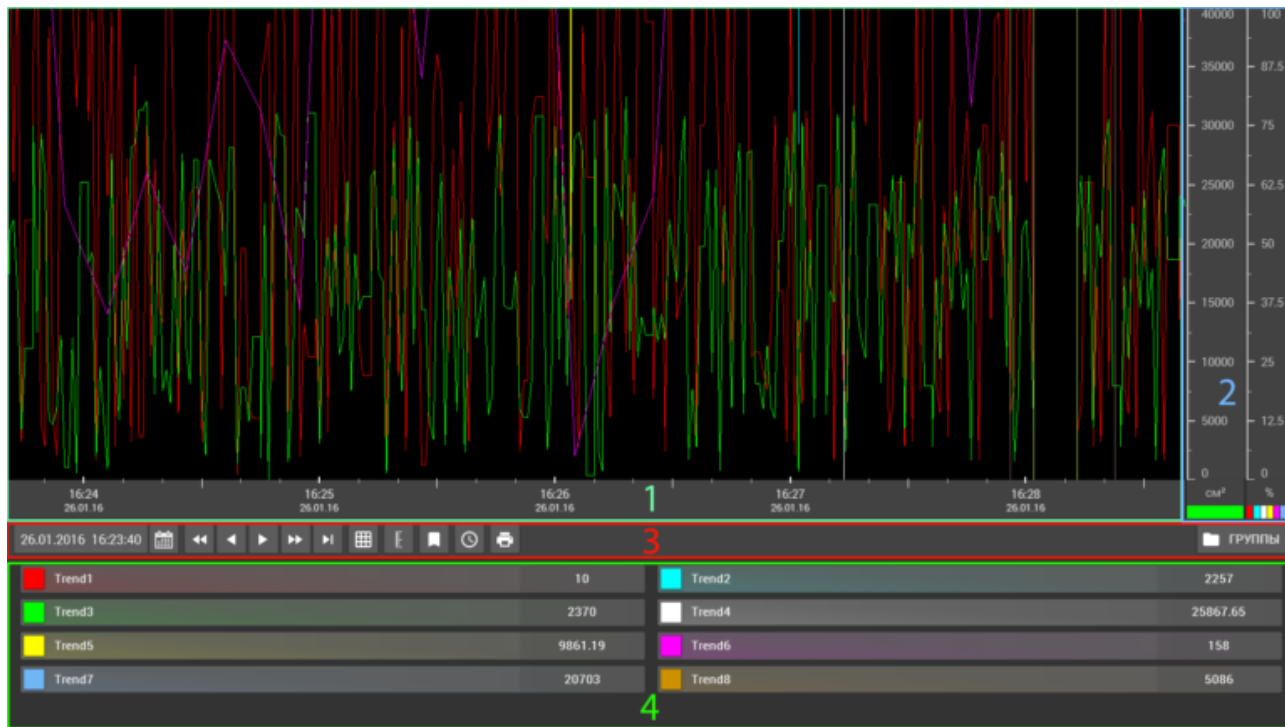


Рисунок 59 – Регистрация хода процесса

Окно трендов может быть условно разделено на четыре части:

1 Область просмотра – здесь выводятся непосредственно сами тренды технологических параметров со шкалой времени.

2 Шкалы трендов – здесь отображены шкалы трендов с отображением цвета тренда и единиц его измерения. Шкалы, которые совпадают по всем параметрам (минимум, максимум, единица измерения) группируются.

3 Панель управления – управление просмотром трендов.

4 Тренды текущей группы – цвет отображаемого тренда и его наименование.

8.2.6 Дистанционное управление электроприводными задвижками

Окно управления электроприводными задвижками показано на рисунке 60.

Кнопки управления доступны в ручном (дистанционном) режиме при соответствующем состоянии задвижки:

- в состоянии задвижки "Закрыта" кнопка "Заккрыть" недоступна;
- в состоянии Отдвижки "Открыта" кнопка "Открыть" недоступна;
- при остановке привода задвижки кнопка "Стоп" недоступна.

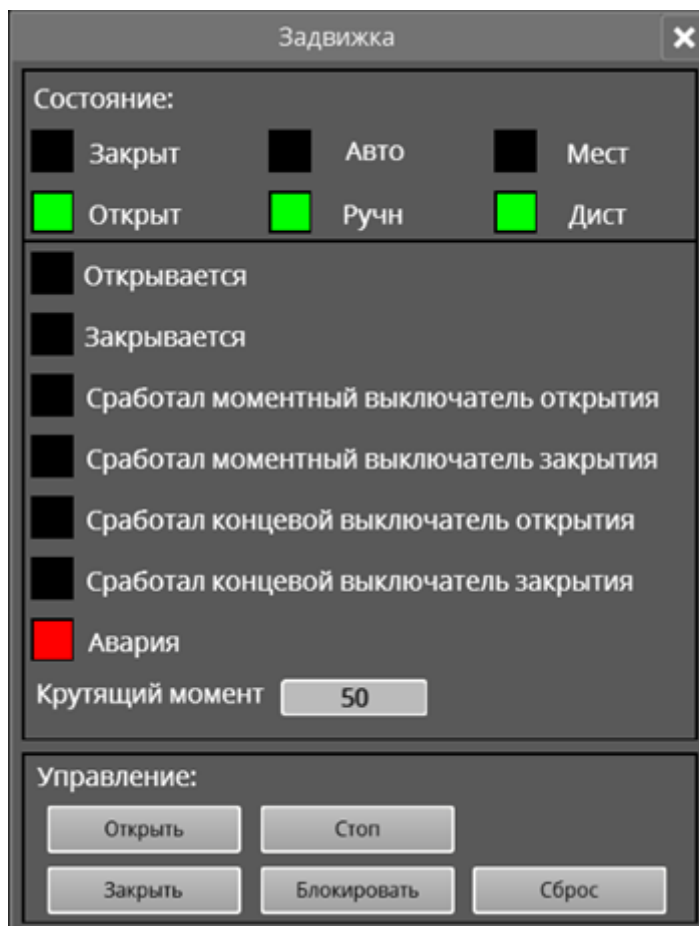


Рисунок 60 – Окно управления задвижкой

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления факельной системы блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа, соответствующая требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы были изучены технологического процесса, разработаны принципиальная технологическая схема, структурная схема комплекса технических средств, схемы автоматизации и соединений внешних проводов. Также, был осуществлен выбор комплекса технических средств, удовлетворяющего выдвинутым требованиям. Кроме того, были описаны алгоритмы управления, обработки, защит и блокировок. Помимо этого, много внимания уделено разработке чертежей видеокадров факельной системы.

На завершающем этапе работы было проведено технико-экономическое обоснование проекта и рассмотрены вопросы его экологической безопасности и производственной санитарии.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана современная автоматизированная система управления технологическим процессом факельной системы блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
- 2 Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 126 с.
- 3 Технологический регламент ТР 06-96-2013. – Нижневартовск, 2013. – 384 с.
- 4 Technical data. 1756 ControlLogix Controllers. Publication 1756-TD001L-EN-P – June 2016.
- 5 Quantum Series Automation. Технические средства. Справочное руководство. 840 USE 100 00.
- 6 Siemens ST 70 – 2015.
- 7 Selection guide. ControlLogix Systems. 1756 Series Catalog Numbers. Publication 1756-SG001U-EN-P – February 2016.
- 8 Technical data. 1756 ControlLogix I/O Specifications. Publication 1756-TD002J-EN-P – November 2016.
- 9 Technical data. 1756 ControlLogix Communication Modules Specifications. Publication 1756-TD003I-EN-E – January 2016.
- 10 Technical data. 1756 ControlLogix Chassis Specifications. Publication 1756-TD006E-EN-E – October 2014.
- 11 Technical data. 1756 ControlLogix Power Supplies Specifications. Publication 1756-TD005F-EN-E – May 2016.
- 12 User manual. ControlLogix Redundancy. Publication 1756-UM535E-EN-P – May 2016.
- 13 User manual. ControlLogix Digital I/O Modules. Publication 1756-UM058H-EN-P – May 2015.
- 14 ControlLogix HART I/O Modules. Publication 1756-PP016F-EN-P – November 2016.

- 15 Data sheet. MVI56E-MCM. ContoLogix Platform. Modbus Communication Module. February 11, 2016.
- 16 User manual. MVI56E-MCM. ContoLogix Platform. Modbus Communication Module. April 25, 2016.
- 17 WIKA Типовой лист PM 02.22 – 06/2015.
- 18 WIKA Типовой лист TM 55.01 – 11/2015.
- 19 WIKA Типовой лист TW 95.35 – 06/2012.
- 20 Датчики давления Метран-150. Руководство по эксплуатации СПГК.5225.000.00 РЭ, версия 2.13.
- 21 Клапанные блоки. Руководство по эксплуатации. СПГК.5291.000.00. РЭ.
- 22 Преобразователи температуры Метран-280, Метран-280-Ех. Руководство по эксплуатации. 281.01.00.000 РЭ, версия 2.5.
- 23 Тематический каталог "Датчики температуры" – Метран, 2016.
- 24 Расходомер-счетчик вихревой 8800. Руководство по эксплуатации. 00809-0107-4004 Рев.ВА. Август, 2010.
- 25 Радарный датчик уровня Rosemount серии 5600. Справочное руководство 00809-0107-4024, Вер.ВА. Сентябрь, 2015.
- 26 Сигнализатор 2120. Полнофункциональный вибрационный сигнализатор уровня жидкости. Справочное руководство 00809-0107-4030. Ред.ЕА. Ноябрь, 2012.
- 27 Вибропреобразователи пьезоэлектрические с предусилителями серии ВК-310. Руководство по эксплуатации 4277-03200205435-01 РЭ.
- 28 Приложение к свидетельству № 62825 об утверждении типа средств измерений. Описание типа средств измерений. Газоанализаторы ИДК-09.
- 29 Устройства "СЕНС". Сигнализаторы взрывозащищенные ВС-5, ВС-5-2СФ-ГС, ВС-5-С, ВС-5-3С, ВС-5-2СФ, ВС-5-3СФ, ВС-5-ГС. Руководство по эксплуатации.
- 30 Многооборотный привод SAExC 07.1 – SAExC 16.1/SARExС 07.1 – SARExС 16.1 Intrusive с блоком управления AUMATIC ACExС 01.1 Modbus.

Инструкция по монтажу, управлению и вводу в эксплуатацию Y004.636/009/ru/1.08.

31 РМГ 62-2003. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.

32 Каталог выпускаемой продукции ООО "Томский кабельный завод", 2016.

33 Кабели для промышленного интерфейса RS-485 групповой прокладки, пожаробезопасные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.spcable.ru/catalog/rs485/kipvev_nxls.htm, свободный.

34 Руководство Simple SCADA 2.0.

35 Руководство Simple SCADA 2.0. Скрипты.

36 IC CSR 26000:2011 Социальная ответственность организации. Требования. Международный стандарт.

37 ГОСТ 12.0.002-80 система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

38 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

39 СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

40 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования у естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий".

41 СНиП 23-05-95 "Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение".

42 СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".

43 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

44 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.
Общие эргономические требования.

45 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о
требованиях пожарной безопасности".

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

См. в отдельном файле (Приложение А (А3).pdf).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СХЕМА СТРУКТУРНАЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

См. в отдельном файле (Приложение Б (А3).pdf).

ПРИЛОЖЕНИЕ В. СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

См. в отдельных файлах:

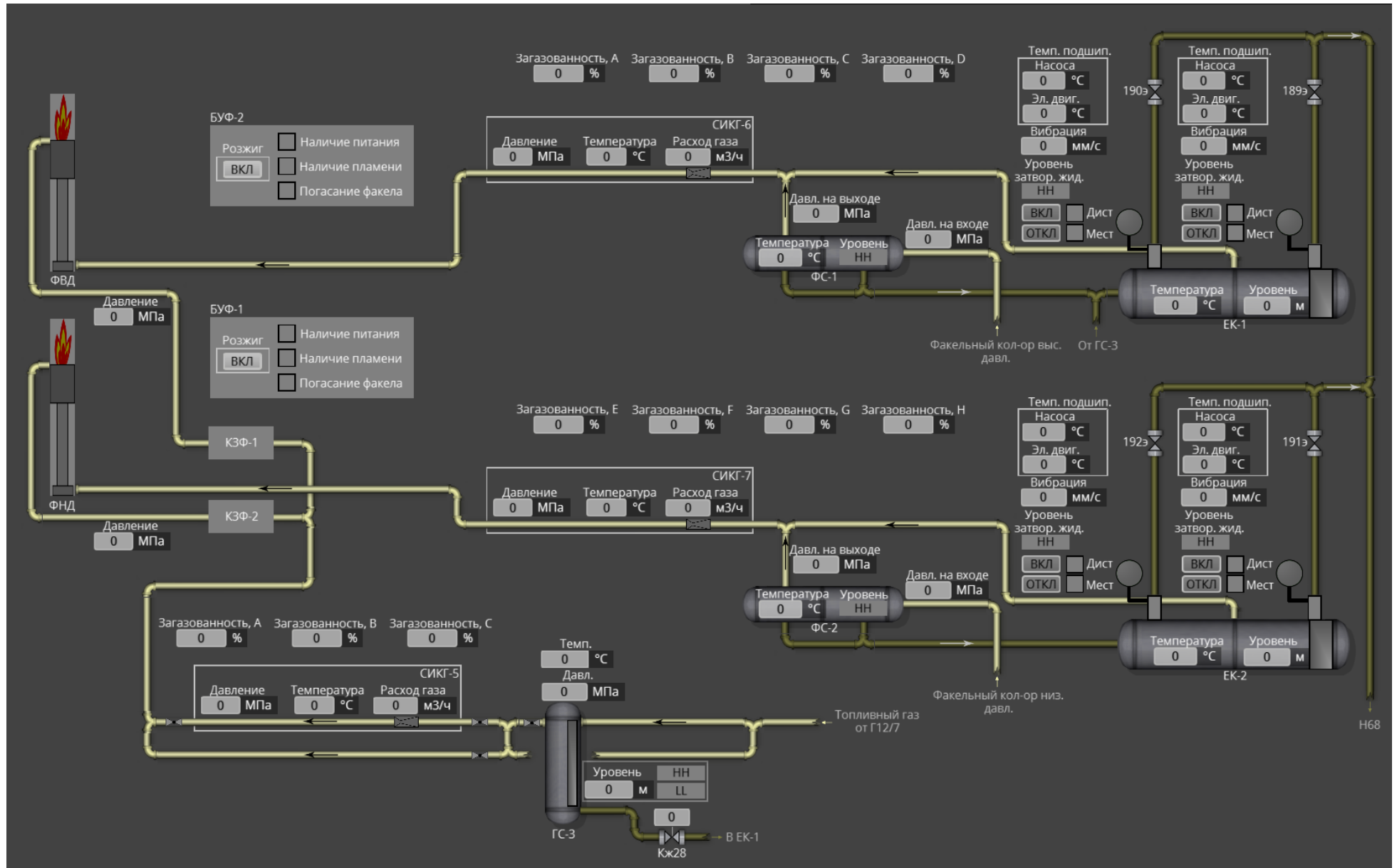
- Приложение В.1 (А3).pdf;
- Приложение В.2 (А3).pdf;
- Приложение В.3 (А3).pdf;
- Приложение В.4 (А3).pdf;
- Приложение В.5 (А3).pdf;
- Приложение В.6 (А3).pdf.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

См. в отдельных файлах:

- Приложение Г.1 (А4).pdf;
- Приложение Г.2 (А3).pdf;
- Приложение Г.3 (А4).pdf;
- Приложение Г.4 (А4).pdf;
- Приложение Г.5 (А4).pdf;
- Приложение Г.6 (А3).pdf.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. МНЕМОСХЕМА ФАКЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ПЕРЕЧЕНЬ ВХОДНЫХ / ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

Таблица Е.1 – Перечень входных аналоговых сигналов

Описание	Ter
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 1	007-АТ-700/А
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 2	007-АТ-700/В
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 3	007-АТ-700/С
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 4	007-АТ-700/Д
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 5	007-АТ-700/Е
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 6	007-АТ-700/Ф
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 7	007-АТ-700/Г
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Точка 8	007-АТ-700/Н
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Температура в емкости	007-ТТ-501
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Уровень в емкости	007-ЛТ-501
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 1	007-ТЕ-501/А
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 2	007-ТЕ-501/В
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Вибрация	007-ВТ-501
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Давление в нагнетательной линии насоса	007-РТ-501
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 1	007-ТЕ-510/А
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 2	007-ТЕ-510/В
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Вибрация	007-ВТ-510
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Давление в нагнетательной линии насоса	007-РТ-510
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Температура в емкости	007-ТТ-502
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Уровень в емкости	007-ЛТ-502
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 1. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 1	007-ТЕ-502/А
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 1. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 2	007-ТЕ-502/В
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 1. Вибрация	007-ВТ-502
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 1. Давление в нагнетательной линии насоса	007-РТ-502
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 2. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 1	007-ТЕ-520/А

Таблица Е.1 – Перечень входных аналоговых сигналов

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 2. Температура подшипников электродвигателя насоса. Точка 2	007-ТЕ-520/В
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 2. Вибрация	007-VT-520
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 2. Давление в нагнетательной линии насоса	007-PT-520
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-1. Температура конденсата	007-ТТ-201
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-1. Давление на входе	007-PT-201
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-1. Давление на выходе	007-PT-202
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-2. Температура конденсата	007-ТТ-301
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-2. Давление на входе	007-PT-301
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-2. Давление на выходе	007-PT-302
Площадка розжига. Загазованность на площадке. Точка 1	008-АТ-800/А
Площадка розжига. Загазованность на площадке. Точка 2	008-АТ-800/В
Площадка розжига. Загазованность на площадке. Точка 3	008-АТ-800/С
Площадка розжига. Газовый сепаратор-каплеуловитель ГС-3. Температура в сепараторе	008-ТТ-800
Площадка розжига. Газовый сепаратор-каплеуловитель ГС-3. Давление в сепараторе	008-PT-800
Площадка розжига. Газовый сепаратор-каплеуловитель ГС-3. Уровень жидкости в сепараторе	008-LT-800
ФВД. Давление	009-PT-900
ФНД. Давление	010-PT-100

Таблица Е.2 – Перечень входных дискретных сигналов

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Сигнализация уровня затворной жидкости	007-LA-501
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Сигнализация уровня затворной жидкости	007-LA-510
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 1. Сигнализация уровня затворной жидкости	007-LA-502
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Насос 2. Сигнализация уровня затворной жидкости	007-LA-520
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-1. Уровень жидкости в сепараторе аварийный	007-LA-201
Площадка сбора конденсата. Факельный сепаратор ФС-2. Уровень жидкости в сепараторе аварийный	007-LA-301

Таблица Е.2 – Перечень входных дискретных сигналов

Описание	Тег
Площадка розжига. Газосепаратор-каплеуловитель ГС-3. Уровень жидкости в сепараторе аварийный	008-LGA-800

Таблица Е.3 – Перечень входных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Состояние. В работе	007-NSA-501/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Состояние. Стоп	007-NSA-501/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Состояние. Дистанционный режим	007-NSA-501/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 1. Состояние. Блокирован	007-NSA-501/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Состояние. В работе	007-NSA-510/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Состояние. Стоп	007-NSA-510/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Состояние. Дистанционный режим	007-NSA-510/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Насос 2. Состояние. Блокирован	007-NSA-510/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 1. Состояние. В работе	007-NSA-502/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 1. Состояние. Стоп	007-NSA-502/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 1. Состояние. Дистанционный режим	007-NSA-502/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 1. Состояние. Блокирован	007-NSA-502/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 2. Состояние. В работе	007-NSA-520/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 2. Состояние. Стоп	007-NSA-520/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 2. Состояние. Дистанционный режим	007-NSA-520/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК2. Насос 2. Состояние. Блокирован	007-NSA-520/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Открыта	007-NSA-189/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Закрыта	007-NSA-189/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Стоп	007-NSA-189/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Сброс	007-NSA-189/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Режим ДИСТ	007-NSA-189/E
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-1. Задвижка 189э. Состояние. Режим МЕСТ	007-NSA-189/F

Таблица Е.3 – Перечень входных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. Режим МЕСТ	007-NSA-191/F
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. Режим АВТ	007-NSA-191/G
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. Режим РУЧ	007-NSA-191/H
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. МВО	007-NSA-191/I
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. МВЗ	007-NSA-191/J
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. КВО	007-NSA-191/K
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. КВЗ	007-NSA-191/L
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Состояние. Авария	007-NSA-191/M
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 191э. Крутящий момент	007-NSA-191/N
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Открыта	007-NSA-192/A
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Закрыта	007-NSA-192/B
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Стоп	007-NSA-192/C
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Сброс	007-NSA-192/D
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Режим ДИСТ	007-NSA-192/E
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Режим МЕСТ	007-NSA-192/F
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Режим АВТ	007-NSA-192/G
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Режим РУЧ	007-NSA-192/H
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. МВО	007-NSA-192/I
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. МВЗ	007-NSA-192/J
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. КВО	007-NSA-192/K
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. КВЗ	007-NSA-192/L
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Состояние. Авария	007-NSA-192/M
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Крутящий момент	007-NSA-192/N
Площадка сбора конденсата. СИКГ-6. Расход газа. Линия 1	007-FT-203/A
Площадка сбора конденсата. СИКГ-6. Расход газа. Линия 2	007-FT-203/B
Площадка сбора конденсата. СИКГ-6. Давление газа	007-PT-203
Площадка сбора конденсата. СИКГ-6. Температура газа	007-TT-203

Таблица Е.3 – Перечень входных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. СИКГ-7. Расход газа. Линия 1	007-FT-303/A
Площадка сбора конденсата. СИКГ-7. Расход газа. Линия 2	007-FT-303/B
Площадка сбора конденсата. СИКГ-7. Давление газа	007-PT-303
Площадка сбора конденсата. СИКГ-7. Температура газа	007-TT-303
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Открыт	008-NSA-028/A
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Закрыт	008-NSA-028/B
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Стоп	008-NSA-028/C
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Сброс	008-NSA-028/D
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим ДИСТ	008-NSA-028/E
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим МЕСТ	008-NSA-028/F
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим АВТ	008-NSA-028/G
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим РУЧ	008-NSA-028/H
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим МВО	008-NSA-028/I
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим МВЗ	008-NSA-028/J
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим КВО	008-NSA-028/K
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Режим КВЗ	008-NSA-028/L
Площадка розжига. Клапан Кж28. Состояние. Авария	008-NSA-028/M
Площадка розжига. Клапан Кж28. Крутящий момент	008-NSA-028/N
Площадка розжига. Клапан Кж28. Положение	008-NSA-028/O
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Открыт	008-NSA-012/A
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Закрыт	008-NSA-012/B
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Стоп	008-NSA-012/C
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Сброс	008-NSA-012/D
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим ДИСТ	008-NSA-012/E
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим МЕСТ	008-NSA-012/F
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим АВТ	008-NSA-012/G
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим РУЧ	008-NSA-012/H

Таблица Е.3 – Перечень входных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим МВО	008-NSA-012/I
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим МВЗ	008-NSA-012/J
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим КВО	008-NSA-012/K
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Режим КВЗ	008-NSA-012/L
Площадка розжига. Клапан Кг12. Состояние. Авария	008-NSA-012/M
Площадка розжига. Клапан Кг12. Крутящий момент	008-NSA-012/N
Площадка розжига. Клапан Кг12. Положение	008-NSA-012/O
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Открыт	008-NSA-013/A
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Закрыт	008-NSA-013/B
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Стоп	008-NSA-013/C
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Сброс	008-NSA-013/D
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим ДИСТ	008-NSA-013/E
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим МЕСТ	008-NSA-013/F
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим АВТ	008-NSA-013/G
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим РУЧ	008-NSA-013/H
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим МВО	008-NSA-013/I
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим МВЗ	008-NSA-013/J
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим КВО	008-NSA-013/K
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Режим КВЗ	008-NSA-013/L
Площадка розжига. Клапан Кг13. Состояние. Авария	008-NSA-013/M
Площадка розжига. Клапан Кг13. Крутящий момент	008-NSA-013/N
Площадка розжига. Клапан Кг13. Положение	008-NSA-013/O
Площадка розжига. СИКГ-5. Расход газа	008-FT-303
Площадка розжига. СИКГ-5. Давление газа	008-PT-303
Площадка розжига. СИКГ-5. Температура газа	008-TT-303
Площадка розжига. БУФ-1. Состояние. Включено	008-NSA-001/A
Площадка розжига. БУФ-1. Состояние. Отключено	008-NSA-001/B

Таблица Е.3 – Перечень входных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка розжига. БУФ-1. Состояние. Дистанционный режим	008-NSA-001/C
Площадка розжига. БУФ-1. Состояние. Авария	008-NSA-001/D
Площадка розжига. БУФ-1. Наличие пламени	008-NSA-001/E
Площадка розжига. БУФ-1. Наличие питания	008-NSA-001/F
Площадка розжига. БУФ-1. Погасание пламени	008-NSA-001/G
Площадка розжига. БУФ-2. Состояние. Включено	008-NSA-002/A
Площадка розжига. БУФ-2. Состояние. Отключено	008-NSA-002/B
Площадка розжига. БУФ-2. Состояние. Дистанционный режим	008-NSA-002/C
Площадка розжига. БУФ-2. Состояние. Авария	008-NSA-002/D
Площадка розжига. БУФ-2. Наличие пламени	008-NSA-002/E
Площадка розжига. БУФ-2. Наличие питания	008-NSA-002/F
Площадка розжига. БУФ-2. Погасание пламени	008-NSA-002/G

Таблица Е.4 – Перечень выходных дискретных сигналов

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Световая сигнализация. Точка 1	007-HL-700/A
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Световая сигнализация. Точка 2	007-HL-700/B
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Световая сигнализация. Точка 3	007-HL-700/C
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Световая сигнализация. Точка 4	007-HL-700/D
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Светозвуковая сигнализация. Точка 1	007-НА-700/A
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Светозвуковая сигнализация. Точка 2	007-НА-700/B
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Светозвуковая сигнализация. Точка 3	007-НА-700/C
Площадка сбора конденсата. Загазованность на площадке. Светозвуковая сигнализация. Точка 4	007-НА-700/D
Площадка розжига. Загазованность на площадке. Световая сигнализация	008-HL-800
Площадка розжига. Загазованность на площадке. Светозвуковая сигнализация	008-НА-800

Таблица Е.5 – Перечень выходных данных Modbus

Описание	Тег
Площадка сбора конденсата. Емкость сбора конденсата ЕК-2. Задвижка 192э. Управление. Сброс	007-NSA-192/T
Площадка розжига. Клапан Кж28. Управление. Открыт	008-NSA-028/P
Площадка розжига. Клапан Кж28. Управление. Закрыт	008-NSA-028/R
Площадка розжига. Клапан Кж28. Управление. Стоп	008-NSA-028/S
Площадка розжига. Клапан Кж28. Управление. Сброс	008-NSA-028/T
Площадка розжига. Клапан Кж28. Управление. Задать положение	008-NSA-028/U
Площадка розжига. Клапан Кг12. Управление. Открыт	008-NSA-012/P
Площадка розжига. Клапан Кг12. Управление. Закрыт	008-NSA-012/R
Площадка розжига. Клапан Кг12. Управление. Стоп	008-NSA-012/S
Площадка розжига. Клапан Кг12. Управление. Сброс	008-NSA-012/T
Площадка розжига. Клапан Кг12. Управление. Задать положение	008-NSA-012/U
Площадка розжига. Клапан Кг13. Управление. Открыт	008-NSA-013/P
Площадка розжига. Клапан Кг13. Управление. Закрыт	008-NSA-013/R
Площадка розжига. Клапан Кг13. Управление. Стоп	008-NSA-013/S
Площадка розжига. Клапан Кг13. Управление. Сброс	008-NSA-013/T
Площадка розжига. Клапан Кг13. Управление. Задать положение	008-NSA-013/U
Площадка розжига. БУФ-1. Управление. Включить	008-NSA-001/H
Площадка розжига. БУФ-1. Управление. Отключить	008-NSA-001/I
Площадка розжига. БУФ-1. Управление. Включить зажигание	008-NSA-001/J
Площадка розжига. БУФ-2. Управление. Включить	008-NSA-002/H
Площадка розжига. БУФ-2. Управление. Отключить	008-NSA-002/I
Площадка розжига. БУФ-2. Управление. Включить зажигание	008-NSA-002/J

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ЛИНЕЙНЫЙ ГРАФИК РАБОТ

Наименование работы	Исполнители	Т _{ид} , дн.	Продолжительность работ, дн.												
			7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91
Первый этап															
1 Получение и анализ ТЗ	Руководитель Инженер	3	■												
2 Анализ предметной области	Руководитель Инженер	4		■											
3 Основной этап	Инженер	4			■										
4 Анализ существующих разработок	Инженер	4				■									
Второй этап															
5 Анализ ТП	Инженер	3				■									
6 Анализ существующих разработок	Руководитель Инженер	3					■								
7 Разработка технологической схемы	Инженер	4						■							
8 Разработка структурной схемы	Инженер	5							■						
9 Разработка схем автоматизации	Инженер	8								■					
10 Выбор КТС	Руководитель Инженер	6									■				
11 Разработка схем соединений внешних проводов	Инженер	7										■			
12 Разработка алгоритмов управления	Инженер	7											■		
13 Разработка чертежей видеокадров	Инженер	10												■	
14 Техничко-экономическое обоснование НИР	Инженер	4													■
15 Оценка безопасности и экологичности проекта	Инженер	4													■
Третий этап															
16 Подведение итогов	Руководитель Инженер	3													■
17 Написание пояснительной записки	Инженер	11													■
18 Оформление графического материала	Инженер	8													■