

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



Институт электронного обучения

Специальность 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции. УДК 622.276.53.665.662

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Гапонцев К. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов С. В.	К. Т. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Петухов О. Н.	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Назаренко О. Б.	Д. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Лиепиньш А.В.	К. Т. Н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения

Специальность 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ИКСУ

 (Подпись) (Дата) Лиепиньш А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления дожимной насосной станции
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: технологический процесс дожимной насосной станции; Режим работы – непрерывный; Объекты процесса: емкости, буферная емкость, водоочистное сооружение, трубопроводы, отстойник, насосы; Повышенные требования к безопасности объекта.</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>АСУ ТП ДНС; Разработка ФСА по ГОСТ 21.208-13; Выбор измерительных средств, контроллеров и исполнительных механизмов; Разработка алгоритмов управления технологическим процессом; Разработка программного обеспечения для ПЛК; Разработка системы визуализации АСУ ТП с использованием SCADA.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема технологического процесса; Вход-выходные характеристики сигналов; Принципиальная схема; Трехуровневая структурная схема;</p>

	Функциональные схемы автоматизации; Схемы внешних проводок.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Назаренко Ольга Брониславовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов Сергей Владимирович	К. Т. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

Уровень образования – дипломированный специалист

Период выполнения – весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

дипломная работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.16
--	----------

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов Сергей Владимирович	к. т. н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш Андрей Вилнисович			

Реферат

Выпускная квалификационная работа 121 с., 59 рис., 35 табл., 7 источников, 5 прил.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, программируемый логический контроллер, система визуализации, технологический процесс, алгоритм управления, дожимная насосная станция.

Объектом исследования является технологический процесс дожимной насосной станции.

Цель работы – автоматизация системы управления технологическим процессом дожимной насосной станции.

В процессе исследования проводились анализ и исследование технологического процесса, сравнительный анализ датчиков и исполнительных механизмов, разработка документации, разработка программного обеспечения и системы визуализации технологического процесса.

В результате исследования была реализована автоматизированная система управления; составлена документация в виде функциональных схем автоматизации, схем внешних проводок и их подключения; разработаны алгоритмы управления; получена модель системы; разработано программное обеспечение; построены мнемосхемы объекта.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Область применения: нефтегазовая отрасль.

Экономическая эффективность/значимость работы: произведен расчет экономических показателей и перспективности внедрения системы, рассчитан экономический эффект, срок окупаемости, коэффициент эффективности.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

АС – автоматизированная система;

АСУ – автоматизированная система управления;

ЭВМ – электронно-вычислительная машина;

РСУ – распределенная система управления;

ПАЗ – противоаварийная защита;

ПО – программное обеспечение;

КИП – контрольно-измерительные приборы;

АРМ – автоматизированные рабочие места;

ИБП – источник бесперебойного питания;

ШРП – шкафной регуляторный пункт;

ЛВС – локальные вычислительные сети;

ВК – воздушная компрессорная;

ПЛК – программируемые логические контроллеры;

ПТС – программно-технические средства;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

SCADA – SupervisoryControlAndDataAcquisition;

ДНС – дожимная насосная станция.

Введение.....	9
1 Техническое задание.....	10
1.1 Назначение и цели создания системы.....	10
1.2 Характеристика объекта автоматизации.....	11
1.3 Требования к системе.....	13
1.3.1 Требования к системе в целом.....	13
1.3.2 Требования к структуре и функционированию системы.....	14
1.3.3 Требования по сохранности информации при авариях.....	16
1.3.4 Требования к защите от несанкционированного доступа.....	16
1.3.5 Требования по стандартизации и унификации.....	17
1.3.6 Требования к снабжению электроэнергией.....	18
1.4 Требования к задачам, выполняемым системой.....	20
1.4.1 Объем автоматизации.....	20
1.4.2 Функции системы.....	20
1.5 Требования к видам обеспечения.....	22
1.5.1 Требования к техническому обеспечению.....	22
1.5.2 Требования к программному обеспечению.....	27
1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению.....	31
1.5.4 Требования к информационному обеспечению.....	31
1.5.5 Требования к математическому обеспечению.....	31
2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта.....	34
2.1 Стадии технологического процесса.....	34
2.2 Описание технологического процесса.....	35
3 Разработка рабочей документации по проектированию.....	38
3.1 Разработка структурной схемы.....	38
3.2 Комплекс аппаратно-технических средств.....	41
3.2.1 Выбор контроллерного оборудования.....	41
3.2.2 Выбор контрольно-измерительной аппаратуры.....	54
3.2.3 Нормирование погрешности канала измерения.....	61
3.2.4 Выбор исполнительных механизмов.....	63
3.3 Разработка функциональной схемы автоматизации.....	66
3.4 Разработка схемы внешних проводок.....	67
4 Разработка алгоритмов управления.....	69
4.1 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования.....	71
4.2 Алгоритм сбора данных измерений.....	72
4.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом.....	73
4.4 Разработка программно-алгоритмического обеспечения.....	78
5 Экранные формы АСУ ТП.....	80
5.1 Разработка мнемосхем SCADA-системы.....	80
5.2 Разработка процедур обработки сигналов в SCADA.....	82

6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
	84	
6.1	Цели и задачи.....	84
6.2	Организация и планирование комплекса работ	85
6.3	Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений	89
6.4	Расчет затрат на перевооружение.....	91
6.5	Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	93
6.6	Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости капитальных затрат	94
7	Социальная ответственность	98
7.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	99
7.2	Производственная санитария	100
7.2.1	Микроклимат рабочей зоны	100
7.2.2	Электромагнитное излучение	101
7.2.3	Ионизирующее излучение.....	102
7.2.4	Расчет искусственного освещения	103
7.2.5	Шум.....	107
7.3	Техника безопасности.....	108
7.4	Электробезопасность	109
7.5	Пожарная безопасность.....	111
7.6	Охрана окружающей среды.....	113
7.7	Чрезвычайная ситуация	114
	Заключение	115
	Список используемых источников	116
	Приложение А. Структурная схема.....	121
	Приложение Б. Входные и выходные сигналы	122
	Приложение В. Схема технологического процесса	123
	Приложение Г. Функциональная схема автоматизации.....	124
	Приложение Д. Схема внешних проводок.....	125

Введение

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

Целью дипломной работы является автоматизация системы управления технологическим процессом дожимной насосной станции.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялась лишь частичная автоматизация отдельных операций. После создания автоматизированной системы на данном объекте роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- исследовать техническое задание на автоматизацию объекта;
- провести технико-коммерческое предложение по оборудованию;
- разработать необходимую документацию;
- разработать алгоритмы управления технологическими процессами и программное обеспечение функционирования системы.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что автоматизация системы управления дожимной насосной станции приведет к повышению стабильности работы объекта и, как следствие, к снижению потенциального риска аварий.

1 Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания системы

Основной целью и назначением системы является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом (ТП) в реальном масштабе времени. Система предназначена:

- для повышения надежности и качества автоматического регулирования, контроля и управления работой технологических объектов;
- для снижения потерь продукта и снижения воздействий на окружающую среду;
- для стабилизации заданных режимов технологического процесса путем контроля значений технологических параметров, визуального представления и выдачи управляющих воздействий на ИМ, как в автоматическом режиме, так и в результате действий оператора-технолога;
- для предотвращения аварийных ситуаций на технологических объектах путем опроса подключенных к Системе датчиков в автоматическом режиме, анализа измеренных показаний и переключения технологического процесса в безопасное состояние путем выдачи управляющих воздействий на ИМ в автоматическом режиме, или по инициативе оперативного персонала;
- для архивирования информации с целью последующего использования для анализа и формирования отчетной документации;
- для достижения высокого уровня стабильности режимов.

Основными целями создания системы управления являются:

- стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологических процессов установки;
- предоставление возможности анализа критических ситуаций (нештатный останов и т.д.) и выявления причины их возникновения;
- обеспечение устойчивости функционирования объекта;
- улучшение условий труда технологического и обслуживающего персонала.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Дожимная насосная станция предназначена для приема газожидкостной смеси с кустов добывающих скважин, отделения и утилизации попутного газа и дальнейшего транспорта дегазированной сырой нефти. При этом предварительное обезвоживание нефти происходит на установке предварительного сброса воды (УПСВ).

На ДНС с УПСВ осуществляются следующие технологические процессы:

- прием продукции добывающих скважин;
- отделение попутного нефтяного газа;
- отделение пластовой воды;
- откачка дегазированной обезвоженной нефти;
- подготовки пластовой воды до необходимого качества;
- откачка пластовой воды в систему поддержания пластового давления.

В составе ДНС основным является следующее технологическое оборудование:

- модуль предварительного отбора газа на базе установки предварительного отбора газа;
- модуль сепарации нефти на базе модернизированных двухфазных сепараторов;
- модуль транспорта нефти на базе блочной насосной станции перекачки нефти;
- модуль предварительного обезвоживания на базе модернизированных трехфазных сепараторов;
- модуль водоподготовки на базе модернизированных отстойников воды;
- модуль транспорта подтоварной воды на базе блочной насосной станции перекачки воды;
- модуль концевых сепараторов на базе модернизированных двухфазных сепараторов;

модуль замера нефти на базе оперативного узла учета нефти;
модуль замера газа на базе блока измерительно-регулирующего;
модуль утилизации попутного газа на базе установок факельных совмещенных;

модуль реагентного хозяйства на базе установки дозирования реагента.

Большая часть оборудования будет размещена внутри помещений и эксплуатироваться при температуре окружающей среды от 0 до плюс 40 °С. Возможно аварийное снижение температуры в помещениях до минус 40 °С.

Оборудование, размещаемое снаружи помещений, должно работать при температурах в полном диапазоне от минус 40 до плюс 50 °С.

1.3 Требования к системе

1.3.1 Требования к системе в целом

Система управления должна состоять из распределенной системы управления (PCY) и автоматической системы противоаварийной защиты (ПАЗ). Целью и назначением систем является обеспечение безопасного и эффективного управления ТП в реальном масштабе времени.

Программно-технические средства, входящие в систему, должны иметь сертификаты соответствия, выданные органами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии при Министерстве промышленности и торговли РФ (Росстандарт), а также в установленных случаях другими лицензирующими органами РФ.

Связь между оборудованием нижнего и среднего уровней должна осуществляться при помощи проводных связей, посредством цифровых и унифицированных аналоговых, дискретных электрических сигналов.

Между средним и верхним уровнем должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей. Должна быть предусмотрена проводка резервированных оптоволоконных кабелей и кабелей типа «витая пара» категории не ниже «5е».

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

В системе должна быть предусмотрена сохранность информации:

- при нештатных технологических ситуациях, выходе из строя компонентов системы и нештатном отключении электропитания;
- сохранение системной конфигурации, прикладного программного обеспечения (ПО), трендов и журналов событий в случае выхода из строя компонентов системы, нештатного отключения электропитания либо некорректных действий технологического персонала.

1.3.2 Требования к структуре и функционированию системы

1.3.2.1 Требования к уровням иерархии системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и ИМ – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах;
- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы, устройства приема/передачи данных на верхний уровень и должен включать в себя:
 - a) кроссовые шкафы;
 - b) шкафы автоматизации.
- верхний уровень – уровень, включающий серверный шкаф, АРМы:
 - a) АРМ старшего оператора;
 - b) два АРМ оператора-технолога;
 - c) АРМ машиниста насосного оборудования;
 - d) АРМ машиниста компрессорной;
 - e) АРМ начальника установки;
 - f) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;
 - g) АРМ инженера КИП;
 - h) АРМ панелей визуализации.

На данном уровне обеспечивается доступ к технологической информации для обслуживающего, технологического персонала, инженерно-технических работников и административно-управленческого персонала.

Структурная схема комплекса представлена в приложении А.

1.3.2.2 Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы

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

Физической средой передачи данных должен являться кабель «экранированная витая пара» категории 5е либо оптоволоконный кабель с применением специализированного сетевого оборудования.

1.3.2.3 Требования к режимам функционирования системы

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта в штатном режиме. При появлении нештатных ситуаций в системе должны быть реализованы алгоритмы на перевод оборудования в безопасное состояние.

Режимы функционирования системы:

- режим запуска системы, во время которого осуществляется отладка, диагностика, комплексное опробование программно-технических средств, ввод Системы в режим опытной и промышленной эксплуатации;
- штатный режим, во время которого реализуются все автоматизируемые функции в полном объеме;
- нештатный режим, при котором отдельные компоненты полностью или частично прекращают свое выполнение в связи с отказами ПТС системы;
- сервисный режим, во время которого обеспечивается проведение регламентных работ по ТО, изменению в процессе эксплуатации уставок сигнализации, блокировок и коэффициентов контуров регулирования системы.

1.3.2.4 Перспективы развития и модернизации системы

Система должна обеспечивать возможность подключения дополнительных контроллеров, модулей, преобразователей, барьеров искрозащиты и других компонентов в объеме до 20 % от использованных.

Во всех шкафах и панелях, шасси контроллеров необходимо предусматривать не менее 20 % свободного места для размещения оборудования.

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

1.3.3 Требования по сохранности информации при авариях

Возможные основные ситуации, приводящие к потере информации и меры, обеспечивающие ее сохранность:

- для АРМ и серверов Системы должно быть предусмотрено периодическое резервное копирование данных на внешние накопители;
- энергонезависимая память контроллеров должна обеспечивать сохранение полной конфигурации и всех рабочих параметров без ограничения времени. Энергонезависимая память контроллеров не должна использовать сменные элементы питания (батарейки);
- полное обесточивание всей Системы. Работоспособность системы в данном случае должна поддерживаться за счет использования источников бесперебойного питания в течение не менее 60 мин;
- отказ канала связи. Вся информация в этом случае должна накапливаться в локальном буфере не менее чем 24 часа, оборудование должно функционировать самостоятельно, при восстановлении канала связи – накопленная информация должна передаваться для архивации в базу данных.

Информация об аварийных ситуациях должна автоматически отображаться на дисплее АРМ, а также записываться и храниться в протоколах сообщений системы на устройствах внешней памяти.

После восстановления работоспособности средств связи, обмен между контроллером и АРМ должен восстанавливаться автоматически с выдачей соответствующего сообщения на АРМ.

1.3.4 Требования к защите от несанкционированного доступа

Подсистемы управления доступом, подсистемы регистрации и учета и подсистемы обеспечения целостности компонентов создаваемой системы должны соответствовать требованиям Руководящего документа ФСТЭК РФ «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по

защите информации» по классу защиты от несанкционированного доступа не хуже 1Г.

Класс используемых межсетевых экранов должен быть не хуже 4 по классификации Руководящего документа ФСТЭК РФ «Средства вычислительной техники. Межсетевые экраны. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации».

Система должна автоматически вести журнал регистрации изменений программного и информационного обеспечения.

Должна быть предусмотрена защита системы от несанкционированного доступа и компьютерных вирусов.

В системе должно быть предусмотрено разграничение прав доступа с парольной защитой между лицами, имеющими доступ к управлению:

- старший оператор;
- оператор-технолог;
- машинист насосного оборудования;
- машинист компрессорной;
- начальник установки;
- инженер РСУ и ПАЗ;
- инженер КИП.

Предусмотреть разграничение прав доступа к системным настройкам, а также к настройкам, влияющим на работоспособность системы.

1.3.5 Требования по стандартизации и унификации

Создаваемая система должна быть универсальной и соответствовать достигнутому мировому уровню в области создания систем по функциональному развитию, удобству эксплуатации и обслуживания.

Технические и программные решения, используемые в системе, должны быть максимально унифицированы.

ПТС, входящие в систему, должны иметь сертификаты соответствия, выданные органами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии при Министерстве промышленности и торговли РФ (Росстандарт), а также в установленных случаях другими лицензирующими органами РФ.

При создании Системы руководствоваться следующими документами:

- настоящими техническими требованиями;
- ПУЭ Правила устройства электроустановок;
- СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации;
- СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства;
- ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности;
- ГОСТ Р 50571.1-2009 (МЭК 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств".

1.3.6 Требования к снабжению электроэнергией

Создаваемая система дожимной насосной станции по обеспечению надежности электроснабжения относится к особой группе потребителей I категории электроснабжения.

Электропитание системы должно осуществляться от резервированных независимых источников бесперебойного питания (ИБП) промышленного исполнения, в комплекте с батареями. Система бесперебойного питания должна состоять из двух дублированных независимых ИБП промышленного исполнения с антикоррозийным покрытием элементов и сохранять электроснабжение системы в течение не менее 60 мин в случае его отсутствия.

Система бесперебойного питания должна быть оснащена внешним ручным байпасом.

Предусмотреть шкаф ШРП с комплектом коммутирующей аппаратуры достаточной для организации питания ИБП, резервированного питания каждого узла Системы.

Электропитание шкафа ШРП осуществляется от двух индивидуальных 3-фазных вводов ~ 380 В, 50 Гц (подводящий кабель питания не входит в комплект поставки Системы).

ИБП с батареями, шкаф ШРП расположить в помещении кроссовой здания операторной.

Мощность ИБП выбирается с запасом 30 % от расчетной максимальной нагрузки.

Электропитание АРМ начальника установки, АРМ машиниста компрессорной осуществить через напольные ИБП, обеспечивающие автономную работу при пропадании электроэнергии в течении 60 минут. Электропитание данных ИБП осуществить от существующей силовой розетки сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

Электропитание оборудования нижнего уровня (датчики, преобразователи, электропневмопозиционеры и т.д.) выполнить от резервированных источников питания 24 В.

Блоки питания 24 В дискретных входов «сухой контакт», соленоидов и контроллеров должны быть резервированными и отдельными друг от друга.

1.4 Требования к задачам, выполняемым системой

1.4.1 Объем автоматизации

Объем автоматизации определяется перечнем сигналов. В приложении Б приведен перечень входных/выходных сигналов системы.

1.4.2 Функции системы

Основные функции РСУ:

- сбор, обработка и отображение для технологического персонала текущих значений технологических параметров и состояния оборудования. Отображение технологического процесса должно быть организовано в виде мнемосхем, таблиц, экранных полей различного назначения в реальном масштабе времени;

- выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы и оборудование в соответствии с заданными алгоритмами управления и регулирования или по заданию оператора;

- формирование отчетов, автоматический учет сырьевых, продуктовых и вспомогательных потоков на границе установки;

- отображение для технологического персонала сигнализации о выходе технологических параметров за допустимые значения и об изменении состояния оборудования;

- накопление информации о значениях технологических параметров, о состоянии оборудования, сигнализации и действиях оператора в долговременной памяти за конфигурируемый промежуток времени;

- регистрация срабатывания и контроль над работоспособным состоянием средств ПАЗ;

- выдача необходимой информации в вышестоящую систему;

- возможность внесения изменений в конфигурацию системы в режиме «on-line» (без остановки процесса управления и без внесения

возмущений в контуры управления и блокировки, не затрагиваемые изменениями);

- возможность замены отказавшего оборудования и добавления новых узлов и плат без отключения питания;
- возможность синхронизации точного времени;
- цикл исполнения, установленный для каждого из алгоритмов управления, мониторинга и блокировки, должен быть фиксированным (не зависящим от размера программы).

Система должна быть ориентирована на работу в жестком реальном времени, то есть на обеспечение выполнения всех заданных функций с заданной периодичностью и в заданный срок.

ПАЗ должна обеспечивать защиту персонала, технологического оборудования и окружающей среды в случае возникновения нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии.

Команды от ПАЗ должны иметь приоритетное действие на исполнительные механизмы по отношению к командам от РСУ.

Информация о работе ПАЗ должна передаваться в РСУ и выводиться на экран на АРМ оператора, заноситься в память, протоколы ее работы должны распечатываться. Срабатывание блокировок должны регистрироваться с указанием времени.

Исполнение ПАЗ должно отвечать всем требованиям техники безопасности.

Должны быть предусмотрены сервисные ключи (реализуемые программно) для замены, ремонта и поверки блокировочных датчиков.

Для аналоговых модулей ввода/вывода должна быть обеспечена функция определения обрыва, замыкания линии и выхода параметра за пределы диапазона.

1.5 Требования к видам обеспечения

1.5.1 Требования к техническому обеспечению

1.5.1.1 Требования к техническим средствам нижнего уровня (к датчикам, приборам, вторичным приборам, исполнительным механизмам)

Технические средства полевой автоматики, устанавливаемые вне помещения, должны иметь пыле- и влагозащищенные корпуса. По степени конструктивной защищенности от внешних механических воздействий такие устройства должны иметь исполнение не ниже, чем IP 65 по ГОСТ 14254-96.

Все электрические и электронные средства полевых систем автоматизации, размещаемые во взрывоопасных или пожароопасных зонах должны применяться только во взрывозащищенном исполнении.

Передаваемые в Систему сигналы должны иметь следующие параметры:

- аналоговые: 4-20 мА, с HART-протоколом;
- цифровые: по протоколу Modbus RTU;
- дискретные сигналы типа «сухой контакт» или «открытый коллектор»;
- дискретные сигналы Namur;
- дискретные сигналы 24 В постоянного тока.

Передаваемые из Системы сигналы должны иметь следующие параметры:

- унифицированный аналоговый сигнал 4-20 мА (HART);
- дискретные сигналы постоянного тока 24 В;
- дискретные сигналы переменного тока 220 В.

1.5.1.2 Требования к техническим средствам среднего уровня

1.5.1.2.1 Требования к кроссовым шкафам

Подключение полевого оборудования к среднему уровню выполнить через кроссовые шкафы. Кроссовые шкафы расположить в помещении кроссовой здания операторной.

Кроссовые шкафы должны соответствовать габаритным размерам 2000x800x800 мм (ВxШxГ). Ширина дверей шкафа не должна превышать 400 мм.

Подвод кабелей к кроссовым шкафам должен осуществляться снизу.

Экраны кабелей соединяются с системой заземления внутри шкафа.

Концы входящих многожильных кабелей подключаются к входным клеммникам, компоновка которых разделяется по типам сигналов и цепей.

Отдельно должны быть проложены: «искробезопасные» цепи, «неискробезопасные» цепи и цепи 220 В.

Для подключения «неискробезопасных» сигналов и сигналов «220 В», приходящих с полевого уровня, должны быть предусмотрены клеммники с предохранителями.

Каждый провод или кабель внутри шкафа прокладывается в закрытом крышечкой перфорированном коробе из ПВХ.

Все кабели, клеммники и зажимы должны быть промаркированы.

Все клеммники должны быть винтового типа, предпочтительно одноуровневые.

Для входных и выходных «искробезопасных» цепей клеммники должны быть с размыкателем (коммутационный ресурс для размыкателей должен быть рассчитан на весь период эксплуатации и составить не менее 1000 размыканий).

Зажимы для подключения полевых КИП и оборудования должны быть винтового типа с сечением, соответствующим сечению подключаемых проводников и токовой нагрузке на соединение.

Зажимы искробезопасных цепей должны быть светло-голубого цвета, а зажимы цепей заземления – желто-зеленого цвета.

Кроссовые шкафы должны содержать только клеммники. Размещение в кроссовых шкафах модулей ввода-вывода, промежуточных реле, барьеров, блоков питания и другого подобного оборудования не допускается.

Распределение входных/выходных каналов по кроссовым шкафам должно выполняться согласно типу сигнала (аналоговые входы, аналоговые

выходы, дискретные входы, дискретные выходы) и искрозащите (Ех_і или нет).

Допускаются следующие конфигурации:

- отдельный кроссовый шкаф под аналоговые входы-выходы, отдельный шкаф под дискретные входы-выходы;
- одна сторона шкафа (двухстороннего доступа) аналоговая, другая - дискретная;
- одна сторона шкафа (двухстороннего доступа) под сигналы Ех_і, другая - Ех_д.

Клеммы расположить в кроссовом шкафу вертикальными рядами на DIN-рейках. При использовании кроссовых шкафов шириной 800 мм допускается не более двух вертикальных рядов.

Прокладку «полевых» и системных кабелей внутри кроссовых шкафов предусмотреть в перфорированных пластиковых коробах.

Предусмотреть не менее 20 % резерва смонтированного и не менее 20 % дополнительного резерва для будущего монтажа.

В комплектацию системы включить аксессуары необходимые для обслуживания клемм (щупы, адаптеры для тестеров и т.п.).

1.5.1.2.2 Требования к техническому обеспечению РСУ и ПАЗ

Контроллеры с функциями автоматического управления (регулирования) технологическим процессом должны иметь:

- дублированные модули питания;
- дублированные модули центральных процессоров;
- дублированные модули передачи данных.

Загрузка каждого центрального процессора не должна превышать 50%.

Контроллеры системы не должны останавливаться при любых возможных ошибках в прикладном ПО, выполненном стандартными средствами разработки данной системы. При обнаружении ошибки в одном из программных модулей, контуров или схем управления другие модули или схемы управления должны гарантированно оставаться в работе. При этом

должны выдаваться информационные сообщения об обнаруженных отказах, неисправностях. Подключение входных/выходных дискретных сигналов должно производиться через промежуточные реле.

Ввод/вывод в систему искробезопасных сигналов должен быть выполнен через барьеры искрозащиты.

Каждый искробезопасный канал ввода-вывода должен быть индивидуально гальванически развязан от других каналов, от системных шин, интерфейсов и цепей питания.

Для аналоговых модулей ввода/вывода должна быть обеспечена функция определения обрыва, замыкания линии и выхода параметра за пределы диапазона.

PCУ должна обеспечивать возможность подключения систем управления, поставляемых в комплекте с технологическим оборудованием. Полученные по цифровым каналам данные должны обрабатываться системой так же, как и данные от модулей ввода/вывода.

ПАЗ должна быть выполнена как выделенная отказоустойчивая система с аппаратным резервированием и наличием непрерывной самодиагностики, на базе контроллеров, сертифицированных на применение в системах защиты с уровнем полноты безопасности не ниже SIL2, с возможностью интегрирования в PCУ.

Система должна обеспечивать полное сохранение функций безопасности в случае неисправности в системе или отказа отдельных блоков.

Контроллеры системы ПАЗ должны иметь:

- дублированные модули питания;
- дублированные модули центральных процессоров;
- дублированные модули передачи данных.

Загрузка каждого центрального процессора не должна превышать 50 %.

При необходимости, сигналы должны передаваться от ПАЗ в PCУ физическими контактами и по резервированной сети передачи данных.

Ключи группового аварийного отключения технологического оборудования и технологических блоков должны быть физическими, располагаться на отдельном пульте возле АРМ оператора.

Подключение входных/выходных дискретных сигналов должно производиться через промежуточные реле.

Должен быть предусмотрен 20 % резерв каналов ввода-вывода и 20 % свободного места для возможной будущей установки дополнительных устройств (касается всего оборудования: модулей ввода/вывода, кроссовых и релейных шкафов, шкафов питания, сетевого оборудования).

Замена модулей ввода/вывода должна производиться на работающем оборудовании без отключения питания и снижения надежности системы.

Необходимо предусмотреть защиту от дребезга и электрических наводок на входные цепи.

1.5.1.3 Требования к техническим средствам верхнего уровня

Система должна иметь специальную выделенную станцию инженера РСУ и ПАЭ с которой будут выполняться все операции по обслуживанию и диагностике. АРМ инженера РСУ и ПАЭ должно быть оснащено четырьмя мониторами с антибликовым покрытием размером не менее 22 дюйма, расположенные в два яруса по горизонтали.

Все оперативные и исторические данные РСУ и ПАЭ должны быть резервированы, т.е. храниться на резервированных носителях. Данные в резервированных носителях должны автоматически синхронизироваться.

Должна быть обеспечена возможность создания образов жесткого диска любой станции и сервера специальными программами, входящими в объем поставки Системы.

В составе системы должна быть предусмотрена станция инженера КИП, предназначенная для конфигурирования и диагностики приборов и исполнительных механизмов, поддерживающих HART-протокол.

АРМ инженера КИП должно представлять собой переносной компьютер (ноутбук) во взрывозащищенном исполнении, укомплектованный USB HART модемом.

1.5.1.4 Требования к техническим средствам передачи сигналов и данных

Обмен данными между контроллерами, серверами, станциями операторов и инженерными станциями должен выполняться по высокоскоростной резервированной линии связи со скоростью передачи не менее 1 Гбит/с.

Построение резервированных каналов передачи данных должно исключать нарушение нормальной работы системы управления при единичном отказе любого сетевого оборудования или обрыве одного кабеля связи. Электропитание активного оборудования так же должно быть резервировано.

Все активное сетевое оборудование должно быть промышленного исполнения (с улучшенным охлаждением). Система должна постоянно выполнять диагностику сетевого оборудования и при обнаружении неисправности формировать сообщение оператору и инженеру РСУ и ПАЗ.

При информационном взаимодействии компонентов Системы, размещенных в различных локальных вычислительных сетях (ЛВС) (или ЛВС различного уровня) обязательно применение межсетевых экранов.

1.5.2 Требования к программному обеспечению

1.5.2.1 Требования к программному обеспечению РСУ и ПАЗ

Программирование контроллеров должно выполняться на стандартных языках программирования. Прикладное ПО РСУ должно соответствовать стандарту ИЕС 61131-3. Система должна иметь полный набор аппаратного и программного обеспечения для создания и редактирования аппаратной конфигурации и баз данных системы. При этом должна обеспечиваться возможность загрузки измененных или созданных программ в отдельные узлы при работе системы без нарушения ее работы.

ПО системы управления должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- отображение на мнемосхемах АРМ данных о состоянии технологического процесса и оборудования;
- вычисление переменных, масштабирование, арифметические операции, линеаризация (табличная или полиномами);
- управление контурами регулирования: ПИД-регулирование, каскадное ПИД-регулирование, регулирование соотношения, двухпозиционное регулирование, выполнение последовательности операций по алгоритму;
- функции и алгоритмы усовершенствованного управления процессом.

Включение в работу вышеуказанных функций должно производиться путем конфигурации, т.е. внесения параметров в экранные формы, без программирования в текстовом виде или на «низком» уровне.

Все переменные, получаемые по цифровым каналам, должны быть доступны в прикладных программах и алгоритмах РСУ.

В состав ПО включаются все необходимые лицензии на количество конфигурируемых параметров + 20 % резерв.

При программировании ПАЗ допускается использование только стандартных методов программирования (например, функциональные логические схемы или релейная многозвенная логическая схема). Программирование в мнемонических символах и на языке высокого уровня не допускается.

Настройка уровней срабатывания сигнализации для аналоговых входов, настройка таймеров, конфигурирование нормально открытого/нормально закрытого режима для цифровых входов/выходов, должны осуществляться программно.

В системе ПАЗ должны быть предусмотрены средства формирования выходных сигналов тревоги.

Сигналы тревоги ПАЗ должны охватывать отказ источников питания, неисправность центрального процессора и т.д. В РСУ должны передаваться только общие сигналы тревоги.

В логических схемах реализация функций управления и защит должна быть выполнена на базе логических элементов.

В ПАЗ должны формироваться выходные сигналы аварийного отключения электрооборудования, закрытия/открытия запорной и отсечной арматуры. После срабатывания блокировки и возврата параметра в нормальное состояние сброс отображения аварийного параметра на АРМ оператора происходит автоматически. Перезапуск электрооборудования и открытие/закрытие запорной и отсечной арматуры производится оператором.

1.5.2.2 Требования к программному обеспечению АРМ оператора

На АРМ оператора должен быть обеспечен вывод на мнемосхемы информации о технологическом процессе и состоянии оборудования в текстовом виде (значения параметров, сообщения) и графическом виде (тренды, анимация, гистограммы и т.д.).

Должно быть обеспечено построение трендов с количеством параметров не менее 8 на одном графике.

Реализация мнемосхем, организация окон, световая и звуковая сигнализации, иные поведенческие решения будут согласовываться дополнительно.

Все надписи и сообщения на мнемосхемах операторов должны быть выполнены на русском языке. Системные и диагностические сообщения, предназначенные для инженера РСУ и ПАЗ, могут выполняться на английском языке.

Все станции операторов должны быть взаимозаменяемыми и обеспечивать управление любым блоком технологической установки. С любой станции оператора должен обеспечиваться доступ ко всем данным в системе, включая данные реального времени, исторические данные, тренды, журналы

сигнализаций и т.д. Отказ любой станции не должен ограничивать выполняемые системой функции регулирования и мониторинга.

В системе должна обеспечиваться возможность получения данных станциями оператора непосредственно от контроллеров, без промежуточных серверов.

Время обновления данных на мнемосхемах АРМ операторов должно быть не более одной секунды.

1.5.2.3. Требования к программному обеспечению АРМ инженера РСУ и ПАЗ

Обращение ко всем переменным в РСУ и ПАЗ должно выполняться по символьному имени без указания физического адреса. Система должна обладать развитым инструментарием для разработки и конфигурирования мнемосхем и отчетов. РСУ и ПАЗ должна обеспечивать конфигурирование контуров и алгоритмов управления для выполнения различных задач. Редактирование и изменение мнемосхем и алгоритмов управления на действующем оборудовании должно быть обеспечено без останова, перезагрузки или прерывания технологического процесса. Все изменения в РСУ и ПАЗ должны выполняться со станции инженера РСУ и ПАЗ. Все изменения должны выполняться в одном месте и автоматически распространяться на все узлы.

Со станции инженера РСУ и ПАЗ должно выполняться резервное копирование и восстановление базы данных системы. Копирование должно выполняться автоматически по расписанию или по требованию. Должна обеспечиваться возможность копирования базы данных на внешний носитель.

1.5.2.4 Требования к программному обеспечению АРМ инженера КИП

Программное обеспечение станции инженера КИП должно обеспечивать ведение базы данных приборов, с регистрацией обнаруженных отказов и неисправностей, проведенного технического обслуживания, ремонтов и калибровки.

1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению

Полная приведенная погрешность модулей каналов аналогового ввода без учета первичного прибора (датчика, измерительного преобразователя) не должна превышать $\pm 0,2$ %. При расчете погрешности должны учитываться все элементы, входящие в измерительную цепь (модули, барьеры и т.д.).

1.5.4 Требования к информационному обеспечению

Для обеспечения правильного восприятия информации и выработки соответствующих навыков у оператора-технолога система должна предусматривать возможность иерархической организации технологической информации в естественной для технологического персонала форме:

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

Система, как в своей базе данных, так и для отображения, должна предусматривать организацию технологических параметров в виде «точек», т.е. полноценных наборов данных по каждому из технологических параметров (измеренное значение, уставки, задание, выход и настроечные параметры регулятора и др. в одной «точке»). Лицензирование системы должно исчисляться по количеству технологических параметров - «точек».

Пользовательская информация на экране дисплея и печатающих устройствах должна представляться на русском языке.

1.5.5 Требования к математическому обеспечению

Алгоритмы, входящие в состав математического обеспечения системы, должны обладать полнотой (охватывать всю совокупность технологических процессов и их взаимодействие между собой), четкостью (включать в себя все

возможные варианты исхода тех или иных ситуаций) и предусматривать выполнение всех функций системы.

В рамках математического обеспечения должны быть разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритмы противоаварийных защит;
- алгоритмы регулирования параметров технологических процессов;
- алгоритмы управления исполнительными механизмами;
- алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций;
- алгоритмы расчета технико-экономических показателей работы агрегата.

Аварийная ситуация должна быть определена при достижении параметра аварийной границы. В тех случаях, где физический параметр контролируется несколькими датчиками, определение аварийной ситуации должно быть основано на показаниях как минимум двух датчиков (дискретных или аналоговых).

Предаварийная ситуация – достижение переменной по аналоговому сигналу технологической границы или появление соответствующего дискретного сигнала – должна предусматривать только сообщение оператору без автоматического управления исполнительными механизмами.

Алгоритмы противоаварийных защит должны представлять собой последовательность воздействий на исполнительные механизмы с контролем за их выполнением в автоматическом режиме для предотвращения возникновения аварии.

Алгоритмы регулирования технологических параметров должны обеспечивать оптимальные режимы работы агрегата.

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, но 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 и технологической схемы производственного объекта

2.1 Стадии технологического процесса

Дожимная насосная станция предназначена для сбора, сепарации, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки нефти и попутного газа на центральные пункты сбора. Сырьем для ДНС является продукция скважин нефтяных месторождений в виде газожидкостной смеси.

В состав ДНС входят:

- Установка предварительного отбора газа.
- Первая ступень сепарации нефти и газа.
- Установка предварительного сброса воды.
- Газовый сепаратор второй ступени
- Узлы учета газа.
- Оперативный узел учета нефти.
- Резервуарный парк водоочистных сооружений.
- Насосная станция откачки очищенной пластовой воды.
- Насосная станция откачки уловленной нефти.
- Система канализации.
- Реагентное хозяйство.
- Тепловые сети.
- Воздушная компрессорная станция.
- Узел подготовки топливного газа.

2.2 Описание технологического процесса

Дожимная насосная станция ДНС предназначена для приема газожидкостной смеси с кустов добывающих скважин, отделения и утилизации попутного газа и дальнейшего транспорта дегазированной сырой нефти. Нефтегазосодержащая жидкость со скважин, по системе нефтесборных коллекторов, поступает на установку предварительного отбора газа (УПОГ), где происходит отбор до 25-30 % свободного газа. С УПОГ, а также по байпасному трубопроводу, жидкость поступает в три нефтегазосепаратора. Уровень жидкости в нефтегазосепараторах поддерживается в пределах 40 – 50 %.

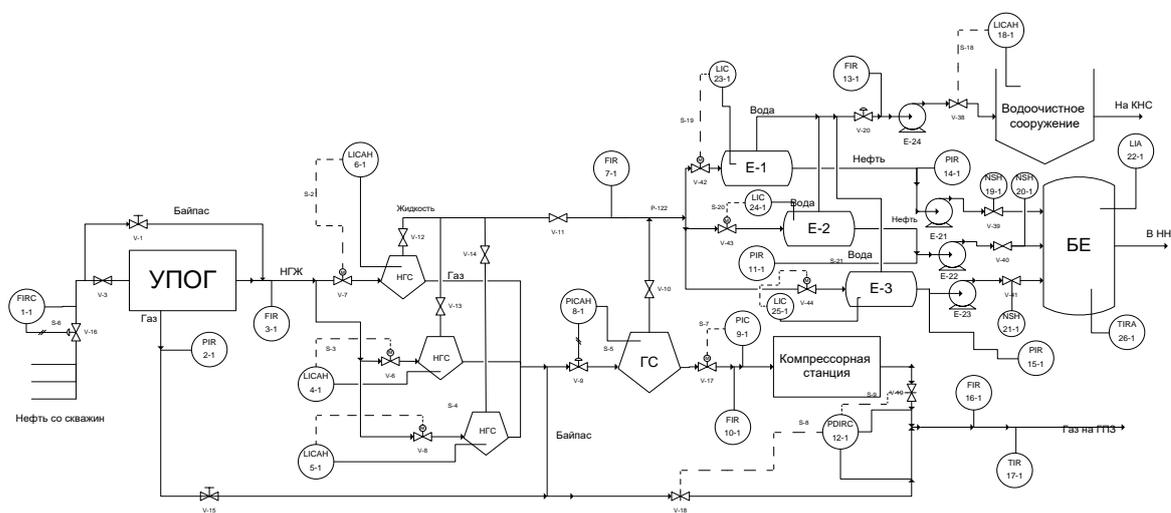


Рисунок 2.1 – Технологическая схема ДНС.

Отделившийся газ из нефтегазосепараторов по трубопроводу поступает в газосепаратор для очистки от капельной жидкости. Отсепарированный газ из газосепаратора по трубопроводу через узел регулирования подается на прием компрессорной станции. Остаток газа, после забора на КС, через узел замера и регулирования сбрасывается на ГПЗ. Для плановой или аварийной остановки газосепаратора, существует байпасный трубопровод, по которому газ из нефтегазосепараторов и УПОГ подается на узел замера и регулирования, минуя газосепаратор. Отделившаяся капельная жидкость из газосепаратора по трубопроводу сбрасывается через узел регулирования уровня в газосепараторев

трубопровод подачи жидкости с 1-ой ступени сепарации нефти и газа на установку предварительного сброса воды.

Водонефтяная эмульсия из нефтегазосепараторов поступает на установку предварительного сброса воды (УПСВ) в три отстойника для отделения нефти от пластовой воды.

Пластовая вода из отстойников по трубопроводам поступает на водоочистное сооружение для очистки от нефтепродуктов и взвешенных частиц.

Частично подготовленная нефть из отстойников по трубопроводу поступает в буферную емкость.

При помощи необходимых переключений на установке предварительного сброса воды, отстойник может работать в технологическом режиме по следующей схеме: водонефтяная эмульсия из нефтегазосепараторов по двум трубопроводам поступает в два отстойника для отделения нефти от пластовой воды. Нефть обводненностью до 20 % из предварительных отстойников по трубопроводу поступает в технологический отстойник. Пластовая вода из двух предварительных и технологического отстойников через узел регулирования межфазного уровня в отстойниках по двум трубопроводам поступает на водоочистные сооружения. Из технологического отстойника частично подготовленная нефть с обводненностью до 5 % по трубопроводу поступает в буферную емкость.

Частично подготовленная нефть из буферной емкости по трубопроводу поступает на прием насосов внешней перекачки и откачивается через оперативный узел учета по трубопроводу в напорный нефтепровод. Давление в начальной точке трубопровода после регулирующих клапанов узла учета нефти поддерживается в пределах 3-7 кгс/см².

Пластовая вода с водоочистных сооружений после очистки по трубопроводу поступает на прием насосов пластовой воды. С выкида насосов пластовая вода с остаточным содержанием нефтепродуктов по двум

трубопроводам под давлением 4-7 кгс/см² через узел учета пластовой воды подается на кустовую насосную станцию.

При отключении электроэнергии нефть с буферной емкости под давлением 1,5-3,0 кгс/см² по трубопроводу через узел регулирования уровня в буферной емкости подается на концевую сепарационную установку (КСУ) для полной дегазации. Газ с концевой сепарационной установки сбрасывается по трубопроводу на факел для сжигания.

Разгазированная нефть с концевых сепараторов по трубопроводу поступает на хранение. Запас свободной емкости 10.000 м³ для заполнения нефтью составляет двое суток.

При восстановлении подачи электроэнергии частично подготовленная нефть из РВС-10.000 м³ откачивается насосами внешней перекачки через оперативный узел учета на ЦТП.

При аварийных или плановых остановках аппаратов жидкость из них сбрасывается по трубопроводу в аварийную емкость. С аварийной емкости жидкость откачивается погружными насосами в трубопроводы сброса пластовой воды с УПСВ на водоочистные сооружения.

Принципиальная технологическая схема дожимной насосной станции в приложении В.

3 Разработка рабочей документации по проектированию

3.1 Разработка структурной схемы

Структурная схема АСУ технологического процесса дожимной насосной станции построена по трехуровневому иерархическому принципу:

– нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах (в объем поставки Системы не входит);

– средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы устройства приема/передачи данных на верхний уровень и должен включать в себя:

- a) кроссовые шкафы;
- b) шкафы автоматизации.

– верхний уровень – уровень автоматизированного оперативного управления, включающий серверный шкаф и следующие АРМ:

- a) АРМ старшего оператора;
- b) два АРМ оператора-технолога;
- c) АРМ машиниста насосного оборудования;
- d) АРМ машиниста компрессорной;
- e) АРМ начальника установки;
- f) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;
- g) АРМ инженера КИП;
- h) АРМ панелей визуализации.

На данном уровне обеспечивается доступ к технологической информации для обслуживающего, технологического персонала, инженерно-технических работников и административно-управленческого персонала.

Нижний уровень Системы состоит из первичных средств автоматизации:

- измерительные преобразователи и датчики:
 - a) манометр Jumo 420;

- b) датчик давления Rosemount 3051C;
- c) датчик температуры Метран-280;
- d) сигнализатор уровня Rosemount 2100;
- e) датчик уровня Rosemount-5300;
- f) расходомер Rosemount 8700;
- g) датчик загазованности GD10-P00;
- исполнительные устройства и механизмы:
 - a) пневмоклапан Samson 3241, сервопривод Samson 3277, позиционер Samson 3730-3;
 - b) электропривод РэмТЭК-02;
 - c) электромагнитный клапан ASCO 223;

Нижний уровень выполняет следующие функции:

- измерение параметров технологического процесса и оборудования и преобразования их в унифицированный сигнал;
- сбор и передачу информации о ходе технологического процесса и состоянии технологического оборудования на средний уровень;
- исполнение команд регулирования и управления;
- формирование световых и звуковых сигналов.

Средний уровень Системы состоит из программируемых логических контроллеров (ПЛК) РСУ и ПАЗ, источников бесперебойного питания (ИБП), кроссовых шкафов и контроллерной сети RS-485 (ModbusRTU).

Средний уровень Системы выполняет следующие функции:

- сбор, первичная обработка (фильтрацию, линейаризацию и масштабирование) и контроль информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое управление технологическим оборудованием;
- регулирование параметрами технологического процесса; исполнение команд, поступающих с верхнего уровня;
- формирование управляющих воздействий на ИМСистемы;

- обмен информацией с верхним уровнем;
- поддержание единого времени в системе;
- работа в автономном режиме при нарушениях связи;
- формирование предупредительных и предаварийных сигналов;
- автоматическая диагностика комплекса;

Верхний (информационно-вычислительный) уровень Системы состоит из межсетевого экрана, серверов баз данных (основного и резервного), коммутаторов, ИБП, принтеров и МФУ и АРМ.

Верхний уровень Системы выполняет следующие функции:

- прием информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса со среднего уровня системы;
- формирование и оперативное отображение информации в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами, таблиц и графиков отражающими текущее состояние технологического процесса;
- формирование и ведение технологической базы данных;
- выборка информации из базы данных реального времени и архива;
- формирование и отображение протоколов событий;
- формирование и выдача команд дистанционного управления;
- обмен данными со средним уровнем системы;
- печать отчетной документации, сводок, трендов, протоколов событий, перечней неисправностей и/или отказов;
- бесперебойное питание технических средств верхнего уровня.

Структурная схема комплекса технических средств представлена в приложении А.

3.2 Комплекс аппаратно-технических средств

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ ТП дожимной насосной станции включает в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, коммутационную аппаратуру, а также системы сигнализации и вспомогательное оборудование.

Измерительные устройства осуществляют сбор 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.

3.2.1 Выбор контроллерного оборудования

АСУ ТП ДНС выполнена на базе программно-технического комплекса SIMATIC PCS7 фирмы Siemens (Германия). Данная система построена по модульному принципу, что обеспечивает замену компонентов или расширение ее без влияния на работу других частей системы.

Для реализации функций контроля и управления технологическим оборудованием и запорной арматурой используется ПЛК SIMATIC S7-400. Распределенный ввод/вывод реализован на станциях ET200M.

3.3.1.1 Программируемый логический контроллер S7-400

SIMATIC S7-400 (рисунок 3.1) – это мощный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем управления средней и высокой степени сложности. Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, гибкие возможности расширения, мощные коммуникационные возможности, простота создания распределенных систем управления и

удобство обслуживания делают S7-400 идеальным средством для решения практически любых задач автоматизации.



Рисунок 3.1 – Внешний вид ПЛК SIMATICS7-400

В состав S7-400 входят:

- блок питания PS405;
- модуль центрального процессора CPU416F-2;
- коммуникационный модуль CP443-1.

3.2.1.1.1 Блок питания PS405

Стабилизированный блок питания PS405 (рисунок 3.2) с выходными напряжениями 5 В и 24 В постоянного тока предназначен для питания модулей контроллеров S7-400 через заднюю шину контроллера. На вход модуля PS405 подается напряжение 24В/48В/60В постоянного тока.



Рисунок 3.2 – Внешний вид блока питания PS405

Технические характеристики блока питания приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики блока питания PS405

Технические характеристики	Значение
Напряжение питания:	
– низкий уровень	19,2 VDC
– высокий уровень	72 VDC
– допустимый перерыв в питании	20 мс

Продолжение таблицы 3.1

Входной ток: – номинальное значение, 24 VDC – номинальное значение, 48 VDC – номинальное значение, 60 VDC – пусковой ток, макс.	4,0 А 2,0 А 1,6 А 18 А
Выходное напряжение: – номинальное значение, 5 VDC – номинальное значение, 24 VDC	Есть Есть
Выходной ток: – внутренней шины контроллера (5 VDC), макс. – внутренней шины контроллера (24 VDC), макс. – защита от короткого замыкания	10 А 1 А Есть
Буферные батареи	две, литиевые AA 3,6 В/2,3 Ач

3.2.1.1.2 Модуль центрального процессора CPU416F-2

Модуль центрального процессора CPU416F-2 (рисунок 3.3) предназначен для хранения и реализации алгоритмов управления и регулирования, сбора и обработки данных от аналоговых и дискретных модулей, организации и поддержания непрерывной связи с абонентами коммуникационных сетей. Также применяется для построения отказоустойчивых систем автоматизации.



Рисунок 3.3 – Внешний вид модуля центрального процессора CPU416F-2

Технические характеристики модуля приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Технические характеристики модуля CPU416F-2

Технические характеристики	Значение
Рабочая память, RAM: – встроенная, для хранения программ – встроенная, для хранения данных	2,8 Мбайт 2,8 Мбайт
Загружаемая память: – встроенная, RAM – карта памяти, FlashEEPROM	1 Мбайт 64 Мбайт
Время выполнения операций: – логических – со словами – математических, с фиксированной точкой – математических, с плавающей точкой	30 нс 30 нс 30 нс 30 нс

Продолжение таблицы 3.2

Встроенные интерфейсы: – MPI/ProfibusDP – Profibus DP – ProfiNet	1 2 Нет
Физические интерфейсы	RS-485
Скорость передачи данных по интерфейсу ProfibusDP	12 Мбит/с
Сетевой обмен данными	Через Industrial Ethernet, Profibus
Количество активных коммуникационных соединений	64
Часы реального времени	Есть
Синхронизация времени	Есть
Напряжение питания	24 VDC

3.2.1.1.3 Коммуникационный модуль CP443-1

Коммуникационный процессор CP443-1 (рисунок 3.4) предназначен для подключения ПЛК S7-400 к сети IndustrialEthernet. Он оснащен встроенным микропроцессором и позволяет разгружать центральный процессор контроллера от обслуживания коммуникационных задач и дополнительных коммуникационных соединений.



Рисунок 3.4 – Внешний вид коммуникационного модуля CP443-1

Технические характеристики модуля CP443-1 приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Технические характеристики CP443-1

Технические характеристики	Значение
Скорость обмена данными	10 ... 100 Мбит/с
Интерфейсы IndustrialEthernet	два гнезда RJ-45
Напряжение питания	5 VDC
Общее количество активных коммуникационных соединений	64
Синхронизация по дате и времени	Есть
Поддержка транспортных протоколов ISO, TCP/IP, UDP	Есть
Поддержка широковещательных сообщений при использовании UDP	Есть

3.2.1.2 Станция распределенного ввода/вывода ET200M

Станции ET200 предназначены для построения систем распределенного ввода/вывода на основе сетей Profibus DP и ProfiNet IO.

SIMATIC ET200M (рисунок 3.5) является основной станцией для построения систем распределенного ввода/вывода систем автоматизации SIMATIC PCS7. Станция позволяет использовать в своем составе широкую гамму сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей программируемого контроллера SIMATIC S7-400, а также целый ряд модулей, спроектированных специально для ET200M.



Рисунок 3.5 – Внешний вид станции SIMATIC ET200M

Для подключения станции к сети Profibus DP или ProfiNet IO используются соответствующие интерфейсные модули. В сети Profibus DP станция ET200M выполняет функции стандартного ведомого DP-устройства. Обмен данными с ведущим DP-устройством (в данном случае это ПЛК S7-400) осуществляется со скоростью до 12 Мбит/с. Таким образом, станция ET200M работает под управлением контроллера S7-400. В сети ProfiNet IO ET200M выполняет функции устройства ввода/вывода. Обмен данными с контроллером ввода/вывода осуществляется со скоростью 10/100 Мбит/с.

Сигнальные, функциональные и коммуникационные модули устанавливаются справа от интерфейсного модуля и могут располагаться в любом порядке и в любом сочетании.

В состав станции распределенного ввода/вывода SIMATIC ET200M входят:

- блок питания PS307;
- интерфейсный модуль IM153-2HF;
- модули дискретного ввода SM321;

- модули дискретного вывода SM322;
- модули аналогового ввода SM331;
- модули аналогового вывода SM332;
- модули дискретного ввода SM326-1;
- модули дискретного вывода SM326-2;
- модули аналогового ввода SM336-4;
- изоляционный модуль SM195-7.

3.3.1.2.1 Блок питания PS307

Блок питания PS307 (рисунок 3.6) предназначен для питания модулей станции распределенного ввода/вывода ET200M, цепей датчиков и исполнительных устройств, станции ET200M. Блок питания PS307 использует для своей работы входное напряжение 120/230В переменного тока и формирует выходное напряжение 24 В постоянного тока и выходной ток 10 А.



Рисунок 3.6 – Внешний вид блока питания PS307

Технические характеристики блока питания приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики блока питания PS307

Технические характеристики	Значение
Вход	однофазный переменный ток
Напряжение питания, VAC: – автоматическое переключение – номинальное – допустимое	да 120/230 85 ... 132/170 ... 264
Допустимый перерыв в питании	> 20 мс при $U_{вх} = 93/187$ В
Частота переменного тока, Гц: – номинальная – допустимая	50 ... 60 47 ... 63

Продолжение таблицы 3.4

Входной ток, А: – номинальное значение, 120 VAC – номинальное значение, 230 VAC – пусковой ток, макс.	4,2 1,9 55
Ограничение тока, А	11 ... 12
Защита от короткого замыкания	электронная, с автоматическим перезапуском
Выход	стабилизированный, изолированный от входных цепей
Номинальное выходное напряжение, VDC	24
Включение/отключение питания	Без перерегулирования выходного напряжения (мягкий старт)
Задержка запуска, с, макс.	2
Номинальный выходной ток	10 А

3.2.1.2.2 Интерфейсный модуль IM153-2HF

Интерфейсный модуль IM153-2HF(рисунок 3.7) предназначен для подключения станции ET200M к сети Profibus DP в качестве ведомого устройства. К модулю подводится системное питание напряжением 24 В постоянного тока.

Модуль обеспечивает комплексную обработку задач по обмену данными с ведущим сетевым устройством Profibus DP (в данном случае с ПЛК S7-400), которое осуществляет опрос входных сигналов станции ET200M и формирует ее выходные сигналы. К одному интерфейсному модулю IM153-2HFвозможно подключать 12 модулей ввода/вывода.



Рисунок 3.7 – Внешний вид интерфейсного модуля IM153-2HF

Основные технические характеристики интерфейсного модуля IM153-2HFприведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики интерфейсного модуля IM153-2HF

Технические характеристики	Значение
Количество модулей на станцию	12
Спектр используемых модулей	все сигнальные, функциональные, коммуникационные, сигнальные F, HART-модули

Продолжение таблицы 3.5

Функция идентификации	есть
Синхронизация времени	есть
Протокол передачи данных	Profibus DP
Физический интерфейс	RS-485
Скорость обмена данными, Мбит/с	12
Автоматическое определение скорости передачи и автоматическая настройка на эту скорость	есть
Непосредственный обмен данными	есть, передатчик
Напряжение питания, VDC	24

3.2.1.2.3 Модуль дискретного ввода SM321

Модуль дискретного ввода SM321 (рисунок 3.8) предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы.



Рисунок 3.8 – Внешний вид модуля дискретного ввода SM321

Основные технические характеристики модуля приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики модуля дискретного ввода SM321

Технические характеристики	Значение
Количество входов	32 (2 группы по 16 входов)
Схема подключения датчиков	двухпроводная
Напряжение питания, VDC:	
– номинальное значение	24
– низкого уровня	20,4
– высокого уровня	28,8
Количество одновременно обслуживаемых входов	32
Длина кабеля, м:	
– обычного	600
– экранированного	1000
Входное напряжение сигнала, VDC:	
– номинальное значение	24
– высокого уровня	13 ... 30
– низкого уровня	-30 ... +5
Входной ток сигнала, mA:	
– высокого уровня	7,0
– низкого уровня	–
Время задержки при переключении сигнала, мс:	
– из “0” в “1”, мин.	1,2
– из “1” в “0”, макс.	4,8

3.2.1.2.4 Модуль дискретного вывода SM322

Модуль дискретного вывода SM322 (рисунок 3.9) предназначен для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства или их коммутационные аппараты.



Рисунок 3.9 – Внешний вид модуля дискретного вывода SM322

Основные технические характеристики модуля приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики модуля дискретного вывода SM322

Технические характеристики	Значение
Количество выходов	32 (4 группы по 8 выходов)
Напряжение питания, VDC:	
– номинальное значение	24
– низкий уровень	24,4
– высокий уровень	28,8
Длина кабеля, м:	
– обычного	600
– экранированного	1000
Выходное напряжение сигнала высокого уровня, VDC, мин.	0,8
Выходной ток сигнала:	
– высокого уровня	0,5 А
– низкого уровня	0,5 мА
Сопротивление нагрузки	48 Ом ... 4 кОм

3.2.1.2.5 Модуль аналогового ввода SM331

Модуль аналогового ввода SM331 (рисунок 3.10) предназначен для аналого-цифрового преобразования входных аналоговых сигналов контроллера и формирования цифровых величин, используемых центральным процессором в ходе выполнения программы. К входам модулей могут подключаться датчики с унифицированными выходными электрическими сигналами напряжения или силы тока, термопары, термометры сопротивления.



Рисунок 3.10 – Внешний вид модуля аналогового ввода SM331

Основные технические характеристики модуля аналогового ввода SM331 приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики модуля аналогового ввода SM331

Технические характеристики	Значение
Количество входов	8 (2 группы по 4 входа)
Схемы подключения датчиков	двух-, четырехпроводная
Длина экранированного кабеля, м	800
Максимальный входной ток для каналов, мА	40
Входное сопротивление канала, Ом	240
АЦП: – принцип преобразования – разрешающая способность, бит – параметризация	интегрирование 16 да
Время интегрирования, мс: – при частоте 50 Гц – при частоте 60 Гц – при частоте 100 Гц	20 16,6 100
Базовое время ответа модулю, мс: – при частоте 50 Гц – при частоте 60 Гц – при частоте 100 Гц	65 55 305
Рабочая погрешность преобразования, %	0,1
Тип входного сигнала	ток
Диапазоны измерений, мА	0 ... 20; -20 ... +20; 4 ... 20

3.2.1.2.6 Модуль аналогового вывода SM332

Модуль аналогового вывода SM332 (рисунок 3.11) предназначен для цифро-аналогового преобразования внутренних цифровых величин контроллера и формирования его выходных аналоговых сигналов. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства, управляемые унифицированными сигналами силы тока или напряжения.



Рисунок 3.11 – Внешний вид модуля аналогового вывода SM332

Основные технические характеристики модуля аналогового вывода SM332 приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики модуля аналогового вывода SM332

Технические характеристики	Значение
Количество выходов	8 (2 группы по 4 выхода)
Длина экранированного кабеля, м	800
Напряжение питания, VDC	24
Диапазоны измерений, мА	0 ... 20; -20 ... +20; 4 ... 20
Параметры цепи нагрузки:	
– резистивное сопротивление, Ом	750
– индуктивное сопротивление, мГн	10
Разрешающая способность ЦАП	12
Время установки выходного сигнала, мс:	
– при резистивной нагрузке	0,1
– при индуктивной нагрузке	0,5

3.2.1.2.7 Модуль дискретного ввода SM326-1

Модуль дискретного ввода SM326-1 (рисунок 3.12) предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы. Данный модуль применяется в системах ПАЗ.



Рисунок 3.12 – Внешний вид модуля SM326-1

Основные технические характеристики модуля приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики модуля

Технические характеристики	Значение
Количество входов	24 (4 группы по 6 входов)
Схема подключения датчиков	двухпроводная
Напряжение питания, VDC	24
Количество одновременно обслуживаемых входов	24

Продолжение таблицы 3.10

Длина кабеля, м: – обычного – экранированного	100 200
Входное напряжение сигнала, VDC: – номинальное значение – высокого уровня – низкого уровня	24 11 ... 30 –30 ... +5
Входной ток сигнала, mA: – высокого уровня – низкого уровня, макс.	10 2

3.2.1.2.8 Модуль дискретного вывода SM326-2

Модуль дискретного вывода SM326-2 (рисунок 3.13) предназначен для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства или их коммутационные аппараты. Данный модуль применяется в системах ПАЗ.



Рисунок 3.13 – Внешний вид модуля SM326-2

Основные технические характеристики модуля дискретного вывода SM326-2 приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Технические характеристики модуля

Технические характеристики	Значение
Количество выходов	10 (2 группы по 5 выходов)
Напряжение питания нагрузки, VDC	24
Длина кабеля: – обычного – экранированного	600 м 1000 м
Выходной ток сигнала: – высокого уровня – низкого уровня, макс.	7 mA ... 2 A 5 mA
Максимальная частота переключения, Гц	25

3.2.1.2.9 Модуль аналогового ввода SM336-4

Модуль аналогового ввода SM336-4 (рисунок 3.14) предназначен для аналого-цифрового преобразования входных аналоговых сигналов контроллера и формирования цифровых величин, используемых центральным процессором в ходе выполнения программы. К входам модулей могут подключаться датчики с унифицированными выходными электрическими сигналами напряжения или силы тока, термопары, термометры сопротивления. Данный модуль применяется в системах ПАЗ.



Рисунок 3.14 – Внешний вид модуля SM336-4

Основные технические характеристики модуля аналогового ввода SM336-4 приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики модуля аналогового ввода SM336-4

Технические характеристики	Значение
Количество входов	6 (2 группы по 3 входа)
Длина экранированного кабеля, м	1000
Максимальный входной ток для каналов, мА	40
Максимальное ходное сопротивление канала, Ом	175
АЦП: – принцип преобразования – разрешающая способность, бит	интегрирование 16 (15 + знак)
Время интегрирования, мс: – при частоте 50 Гц – при частоте 60 Гц	20 16,7
Рабочая погрешность преобразования, %	0,1
Тип входного сигнала	ток
Диапазоны измерений, мА	0 ... 20; 4 ... 20

3.2.1.2.10 Изоляционный модуль SM195-7

Изоляционный модуль SM195-7 (рисунок 3.15) предназначен для отделения отказоустойчивых и стандартных модулей в станции распределенного ввода/вывода ET200M.



Рисунок 3.15 – Внешний вид изоляционного модуля SM195-7

3.2.1.3 Источник питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А

От надежности работы источников питания зависит отказоустойчивость всей системы управления в целом. В АСУ ТП для обеспечения бесперебойным стабилизированным питанием устройств, требующих внешнего питания напряжением 24 В постоянного тока используется источник питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А (рисунок 4.16).



Рисунок 3.16 – Внешний вид источника питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А

3.2.2 Выбор контрольно-измерительной аппаратуры

3.2.2.1 Манометры Jumo 420

Манометры Jumo420 (рисунок 4.17) с пружиной Бурдона служат для измерения давления невязких, жидких некристаллизующихся и газообразных сред.



Рисунок 3.17 – Внешний вид манометра Jumo 420

Основные технические характеристики манометра Jumo420 приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Технические характеристики манометра Jumo 420

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерения	0 ... 2,5 МПа
Корпус	нержавеющая сталь
Номинальный диаметр	160 мм
Механизм	нержавеющая сталь
Класс точности	1,0
Степень защиты	IP65
Стекло	безопасное многослойное
Присоединение к процессу	M20x1,5
Минимальная температура окружающей среды	минус 40 °С
Максимальная температура измеряемой среды	плюс 200 °С

3.2.2.2 Датчик давления Rosemount 3051С

Для измерения этого параметра выбирается датчик Rosemount 3051С. Преобразователь с сенсорным модулем на базе емкостной ячейкой для измерения разности давлений, избыточного, абсолютного давлений с верхними пределами измерений от 0,025 до 27580 кПа.

Улучшенный дизайн и компактная конструкция. Поворотный электронный блок и ЖКИ. Высокая перегрузочная способность. Защита от переходных процессов. Внешняя кнопка установки "нуля" и диапазона. Непрерывная самодиагностика.



Рисунок 3.21 – Внешний вид датчика давления Rosemount 3051C

Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Rosemount 3051C. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Технические характеристики датчика Rosemount 3051C

Технические характеристики	Значение
Измеряемые среды	Газ, жидкость, в т.ч. нефтепродукты, пар
Диапазон измеряемых давлений	0,025 - 27580 кПа
Выходные сигналы	<ul style="list-style-type: none"> • 4-20 мА с Hart-протоколом; • экономичный 0,8-3,2; • 1-5 В с цифровым сигналом на базе HART-протокола;
Основная допустимая погрешность	±0,5%;
Перенастройка диапазона	150:1
Температура окр. среды	-40 ... +80 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66
Поворот корпуса/ поворот ЖКИ	±180° / ±360°
Температура окр. среды	-40 ... +80 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66
Поворот корпуса/ поворот ЖКИ	±180° / ±360°

3.2.2.3 Датчик температуры Метран-280

Датчики температуры Метран-280 (рисунок 3.23) предназначены для точных измерений температуры в составе автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 3.23 – Внешний вид датчика температуры Метран-280

Связь ИПТ Метран-280 с АСУ ТП осуществляется:

- по аналоговому каналу - передачей информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20 мА;
- по цифровому каналу - в соответствии с HART-протоколом.

Для передачи сигнала на расстояние используются 2-х-проводные токовые линии.

- Высокая точность
- Высокая стабильность метрологических характеристик
- Выходной сигнал 4-20 мА/HART
- Цифровая передача информации по HART-протоколу
- Использование 2-х-проводных токовых линий для передачи сигналов
- Дистанционное управление и диагностика
- Внесены в Госреестр средств измерений под №23410-06, сертификат №24979, ТУ 4211-007-12580824-2002

- Свидетельство о взрывозащищенности электрооборудования №02.187 Метран 280Exia, №02.188 Метран 280Exd
- Сертификат соответствия №РОСС RU.ГБ06.В00126 требованиям ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.1, ГОСТ Р 51330.10
- Межповерочный интервал 2 года
- Модернизированные ИПТ Метран-280-1
 - гальваническая развязка входа от выхода;
 - повышенная защита от электромагнитных помех;
 - программируемые уровни аварийных сигналов и насыщения;
 - конструктив электронного преобразователя обеспечивает высокую надежность при длительной эксплуатации;
 - сокращен минимальный поддиапазон измерений
- По специальному заказу изготавливаются преобразователи температуры Метран-288-1, -288-2:
 - диапазон измеряемых температур $-50...1200^{\circ}\text{C}$;
 - основная приведенная погрешность $\pm 0,15\%$ в диапазоне $500...850^{\circ}\text{C}$

3.2.2.4 Вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2100

Радарный уровнемер серии 2100 (рисунок 3.26) предназначен для проведения бесконтактных измерений уровня в промышленных, складских и прочих резервуарах.



Рисунок 3.26 – Внешний вид сигнализатора уровня Rosemount2100

Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Rosemount2100. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Технические характеристики уровнемера Rosemount2100

Технические характеристики	Значение
Вид взрывозащиты	ExdIICT5, ICT6
Степень защиты корпуса датчика	не менее IP 65
Электрическое подключение	Namur (Exd)
Технологическое подключение	Внешняя резьба G3/4. Включить в комплект поставки фланец Ду 200 с внутренней резьбой G3/4, исполнение 1 по ГОСТ 12815-80
Срок эксплуатации	не менее 20 лет
Гос. поверка	да
Межповерочный интервал	4 года
Условия гарантии	не менее 24 месяцев с даты получения оборудования на склад производителя

3.2.2.5 Датчик уровня Rosemount-5300

Для измерения уровня жидкости в резервуаре применяется волноводный уровнемер Rosemount-5300 с выходом по току 4-20мА.



Рисунок 3.28 – Внешний вид датчика уровня Rosemount-5300

Основные технические характеристики модели приведены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Технические характеристики индикатора уровня Rosemount-5300

Технические характеристики	Значение
Измеряемые среды	жидкие (нефть, темные и светлые нефтепродукты, вода, водные растворы, сжиженный газ, кислоты и др.), сыпучие (пластик, зольная пыль, цемент, песок, сахар, злаки и т.д.)
Диапазон измерений уровня	от 0,1 до 50 м
Межповерочный интервал	2 года
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола, RS485, Modbus

Уровнемеры Rosemount серии 5300 обладают высокой чувствительностью, обусловленной усовершенствованной обработкой сигнала и высоким отношением сигнала к уровню помех, что позволяет работать в условиях помех различного происхождения.

3.2.2.6 Вихревой расходомер Rosemount 8700

Для измерения расхода воды выбираем электромагнитный расходомер Rosemount 8700 с индикацией по месту.



Рисунок 3.30 – Внешний вид вихревого расходомера Rosemount 8700

Таблица 3.18 – Технические характеристики расходомера Rosemount 8700

Технические характеристики	Значение
Измеряемые среды	Жидкости с минимальной электропроводностью 5 мкСм/см
Диаметр условного прохода	от 4 до 900
Пределы основной относительной Погрешности	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 0,25\%$ - стандартное исполнение; • $\pm 0,15\%$ - высокоточная калибровка
Давление измеряемой среды	0,05...40,00 МПа
Выходные сигналы	4-20 мА, HART, частотно-импульсный, Foundation Fieldbus, Profibus PA

3.2.2.7 Инфракрасный точечный газовый извещатель GD10-P00

Датчик загазованности GD10-P00 (рисунок 3.32) обеспечивает эффективное реагирование на обнаружение газоопасности в промышленных условиях. Данные извещатели используют полупроводниковые источники ИК-излучения на основе кремния. Крайне быстрая реакция и не имеющий себе

равных срок службы и стабильность работы – качество датчиков от компании Simtronics.



Рисунок 3.32 – Внешний вид датчика загазованности GD10-P00

Основные технические характеристики датчика загазованности GD10-P00 приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – ТХ ДЗ GD10-P00

Технические характеристики	Значение
Метод обнаружения загазованности	поглощение инфракрасного излучения
Погрешность измерения	не более 3 % (от 0 до 50 % НКПР) не более 5 % (от 50 до 100 % НКПР)
Система забора пробы	конвекционная, непрерывная
Электропитание	от ПАЗ 24 В
Выходной сигнал	4-20 мА HART
Электрическое соединение	трехпроводное
Заводская калибровка	+
Солнцезащитный козырек	+
Степень защиты обеспечиваемая оболочкой	не менее IP65
Вид взрывозащиты	d
Гарантийный срок службы	не менее 5 лет
Срок службы ИК-сенсора	не менее 15 лет

3.2.3 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при правлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации».

В качестве канала измерения выберем канал измерения расхода.

Требование к погрешности канала измерения не более 1 %. Разрядность АЦП составляет 16 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерений расходомера производится по формуле (3.1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2)}, \quad (3.1)$$

где $\delta = 1\%$ - требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 – погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая АЦП;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7$ – дополнительные погрешности, вносимые температурой окружающего воздуха, помехами различного вида, давлением измеряемой среды и другими факторами соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями:

$$\delta_2 = \frac{1 \cdot 4}{100} = 0,04\%.$$

Погрешность, вносимая 16-тиразрядным АЦП, рассчитывается следующим образом:

$$\delta_3 = \frac{1 \cdot 100}{2^{16}} = 0,0015\%.$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- помех различного вида;
- давления измеряемой среды;
- других факторов.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями:

$$\delta_4 = \frac{1 \cdot 33}{100} = 0,33\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая помехами различного вида, устанавливается рекомендациями:

$$\delta_5 = \frac{1 \cdot 1}{100} = 0,01\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая давлением измеряемой среды, устанавливается рекомендациями:

$$\delta_6 = \frac{1 \cdot 1}{100} = 0,01\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая остальными факторами, устанавливается рекомендациями:

$$\delta_7 = \frac{1 \cdot 36}{100} = 0,36\%.$$

Таким образом, подставив в формулу (4.1) полученные значения, рассчитаем допустимую основную погрешность расходомера:

$$\delta_1 = \sqrt{1^2 - (0,04^2 + 0,0015^2 + 0,33^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,36^2)} = 0,87 \ %.$$

В итоге видно, что основная погрешность выбранного датчика расхода не превышает допустимой расчетной погрешности. Следовательно, прибор пригоден для использования.

3.2.4 Выбор исполнительных механизмов

3.2.4.1 Пневмоклапан Samson 3241

Пневматический регулирующий проходной клапан Samson 3421 (рисунок 3.39) предназначен для открытия, закрытия и регулирования потока.



Рисунок 3.39 – Внешний вид пневмоклапана Samson 3421 с пневматическим сервоприводом Samson 3277

Основные технические характеристики клапанов Samson 3421 приведены в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Технические характеристики пневмопривода Samson 3421

Технические характеристики	Значение
Конструкция клапана	односедельный
Условный проход (Ду), мм:	50
Условное давление (P _y), кгс/см ²	40
Материал корпуса	WN 1.6220
Тип корпуса (форма фланцев)	впадина (form F); EN 1092-1
Сальник:	PTFE-самоподтягивающийся графит формы Н (подтягивается вручную)
Материал плунжерной пары	4404/316L
Уплотнение:	мягкое пришлифованное
Класс протечки:	V
Графическая характеристика	равнопроцентная
K _v расчетное:	12,1
K _{vS} :	25
Ожидаемый уровень шума:	51
Направление потока	на открытие (FTO)
Верхняя часть:	стандарт (std) изолирующая вставка (IT)
ΔP, бар	1
Ход клапана, мм	15
Ручной дублер	сбоку
Положение безопасности:	НО
Время закрытия, с (не более)	120
Привод	3277
Позиционер	3730-3
Ответные фланцы:	2-40-40 (ст. 20)
Рабочая среда:	воздух
P ₁ , макс., бар	16
Температура окружающей среды, °С	от минус 40 до плюс 50

Пневматический сервопривод Samson 3277 (см рисунок 3.40) предназначен для приведения в движение частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха и используется преимущественно для подключения его к регулирующим клапанам серии 240.

Электропневматический позиционер Samson 3730-3 (рисунок 3.41) применяется в качестве устройства управления пневмоприводами.



Рисунок 3.41 – Внешний вид позиционера Samson 3730-3

ТХ позиционера Samson 3730-3 приведены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Технические характеристики позиционера Samson 3730-3

Технические характеристики	Значение
Степень защиты	IP65
Искробезопасность	2ExiaIICT6
Задающая величина	4-20 мА (HART)
Пневматическое присоединение	G 1/4
Кабельный ввод	M20x1,5, металлический

3.2.4.2 Электропривод РэмТЭК-02

Электропривод РэмТЭК-02 (рисунок 3.42) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой.

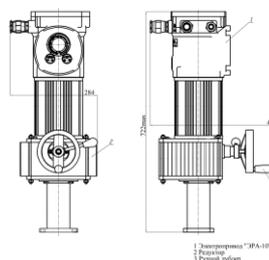


Рисунок 3.42 – Чертеж электропривода РэмТЭК-02

Основные технические характеристики электропривода РэмТЭК-02 приведены в таблице 3.26.

Таблица 3.26 – Технические характеристики электропривода РэмТЭК-02

Технические характеристики	Значение
Модификация электропривода	с блоком управления ЭРА-10
Исполнение присоединительного звена к арматуре	многооборотное
Тип исполнения электронного блока управления	встроенный реверсивный тиристорный преобразователь, ограничение момента, положения
Блок управления ЭРА-10: – напряжение питания, VDC – встроенный источник питания – интерфейс – кол-во дискретных входов, шт. – дискретные выходы: 1) количество, шт. 2) схема подключения 3) напряжение, VDC 4) ток включения, мА 5) ток выключения, мА	24 да, не более 80 мА RS-485 5 6 двухпроводная (NAMUR) 8,2 3-78 ... 3,83 0,65 ... 0,7

3.2.4.3 Электромагнитный клапан ASCO 223

Электромагнитный клапан ASCO серии 223 (рисунок 3.43) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой.



Рисунок 3.43 – Чертеж электромагнитного клапана ASCO 223

Основные технические характеристики электромагнитного клапана ASCO 223 приведены в таблице 4.27.

Таблица 3.27 – ТХ электромагнитного клапана ASCO 223

Технические характеристики	Значение
Корпус	нержавеющая сталь
Время отклика	15-60 мс
Тип присоединения	кабель диаметром 6-10 мм
Напряжение питания	24 В
Рабочее давление, Пси	35
Диаметр присоединения	½ дюйма
Управление (открыть/закрыть)	24В

3.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов.

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

При разработке функциональной схемы 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 функциональная схема автоматизации разработана 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».

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Г.

3.4 Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений внешних проводок выполнена в соответствии с ГОСТ 21.408-2013. Схемы внешних проводок приведены в приложении Д.

Схема внешней проводки приведена в альбоме схем. Первичные и внешитовые приборы включают в себя уровнемер Rosemount-5300, датчик расхода Rosemount 8700, датчики давления Rosemount 3051С, а также датчики температуры Метран-280.

Для передачи сигналов от датчиков температуры на щит КИПиА используются по 4 провода, а для датчиков давления, расхода и уровня – 3 провода. В качестве кабеля, выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного

присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены.

Для прокладки кабеля будем использовать специальные трубы, для защиты от внешних факторов, таких как пыль, грызуны и др.

4 Разработка алгоритмов управления

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с АРМ оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей;
- данные поступающие по интерфейсу;
- данные, формируемые при управлении КТС с АРМ оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

При разработке алгоритмов функционирования АСУ ТП ПАЗ были приняты следующие допущения:

- существуют локальные АС контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;

– система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения АСУ ТП соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;
- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;
- текущая работа системы в режимах: местном (ручном), дистанционном, автоматическом, режиме настройки;
- восстановление работы системы.

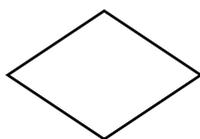
При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы:



– начало алгоритма (точка входа);



– конец алгоритма (точка выхода);



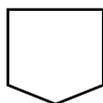
– ветвление по условию:

Да – действие при выполнении условия,

Нет – действие при невыполнении условия;



– выполняемые действия;



– переход на метку (перекрестную ссылку) другой страницы или продолжение алгоритма с другой страницы;



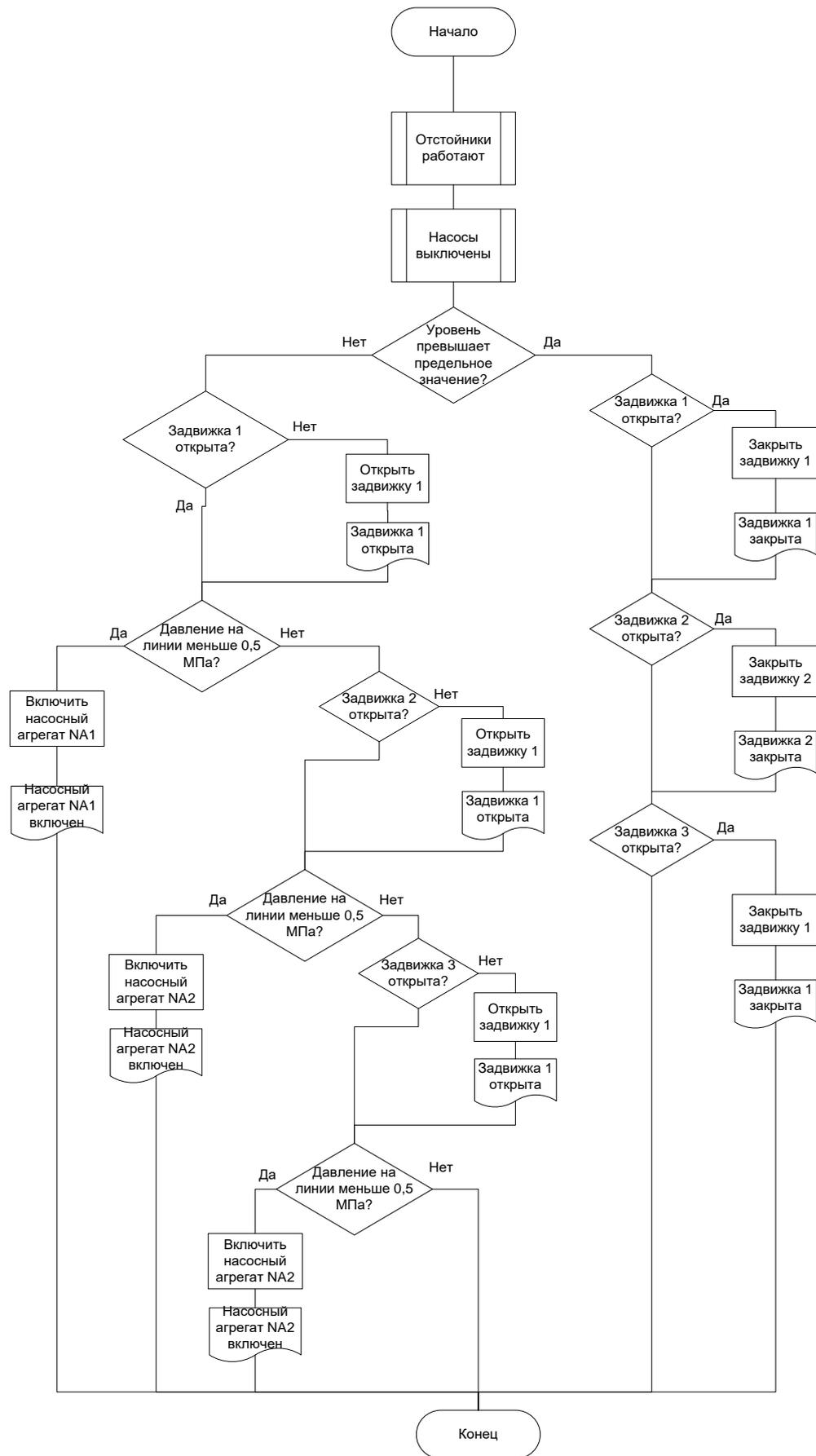
– вызов предопределенного процесса (подпрограммы);



– формирование сообщения оператору.

4.1

Алгоритм пуска/останова технологического оборудования



4.2 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня нефти в буферной емкости. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения уровня нефти в резервуаре представлен на рисунке.



4.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим процессом

Разработаем контур управления расходом нефтегазожидкостной смеси на входе ДНС. Расход жидкости определяется положением задвижки на всасывающем трубопроводе. Требуется определить закон регулирования задвижки. Проведем математическое моделирование ОУ. В первую очередь необходимо определить модель ОУ. Поток жидкости имеет передаточную функцию по расходу, представляющую собой апериодическое звено с задержкой.

$$W(s) = \frac{1}{T_p + 1} e^{-\tau_0 s};$$
$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta P g}}.$$

L – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

ρ – плотность жидкости;

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Для данного объекта характерны следующие значения параметров:

$$L = 20 \text{ м};$$

$$Q = 100 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,028 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$\Delta P = 1 \text{ МПа};$$

$$f = \frac{\pi D_y^2}{4} = \frac{3,14 * 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2;$$

$$\rho = 850 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Далее подставив численные выражения, получим:

$$c = \frac{0,028}{0,00785} \sqrt{\frac{850}{2 \cdot 10^6 \cdot 10}} = 0,023 c,$$

$$\tau_0 = \frac{20 \cdot 0,00785}{0,028} = 7,0 c,$$

$$T = \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,00785 \cdot 0,023^2}{0,028} = 0,007 c.$$

Результаты вычислений в MathCAD(рисунок 4.1):

The screenshot shows the following calculations in MathCAD:

- $L := 25$, $g := 9.8$, $p := 850$
- $\Delta P := 1 \cdot 10^6$, $Q := 0.028$
- $f := \frac{3.14 \cdot 0.1^2}{4} = 7.85 \times 10^{-3}$
- $C := \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{p}{2 \cdot \Delta P \cdot g}}$, $C = 0.023$
- $\tau_0 := \frac{L \cdot f}{Q} = 7.009$
- $T := \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot C^2}{Q} = 7.734 \times 10^{-3}$
- $W(s) := \frac{1}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot s}$
- $W(s) := \frac{1}{0.007 \cdot p + 1} \cdot e^{-7 \cdot s}$
- $\frac{\tau_0}{T} = 906.213$

Рисунок 4.1 – Расчет в системе MathCAD

В результате математическая модель ОУ принимает следующий вид:

$$W(s) = \frac{1}{0,007 p + 1} e^{-2,8p}.$$

Определим отношение величины времени запаздывания к постоянной времени

$$\frac{\tau}{T} = \frac{7,009}{0,007} > 1,$$

это отношение значительно больше единицы, следовательно, объект характеризуется большим транспортным запаздыванием и очень трудно регулируемым.

Для начала построим исходную систему (рисунок 4.2)

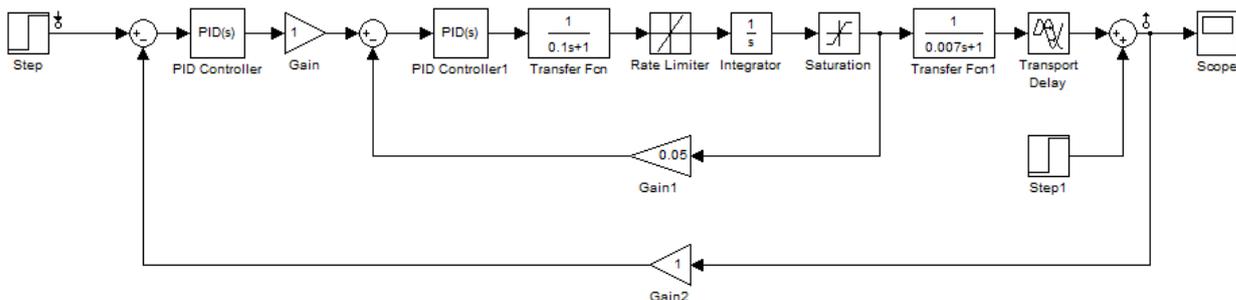


Рисунок 4.2 – Схема набора модели в Simulink

Регулирующий орган описывается с помощью замкнутого контура. В прямой цепи этого контура стоит апериодическое звено первого порядка (электрохимическая составляющая), звено RateLimiter, ограничивающее скорость изменения сигнала, интегратор, преобразующий угловую скорость в угол перемещения и звено ограничения Saturation, ограничивающее угол поворота.

Система имеет два контура – замкнутый контур электропривода и непосредственно внешний контур регулирования.

Кроме того, на систему также оказывают негативное влияние внешние воздействия, которые могут быть вызваны как изменением окружающей среды, так и механическим воздействием на объект. Все воздействия были учтены и отражены в проектируемой модели.

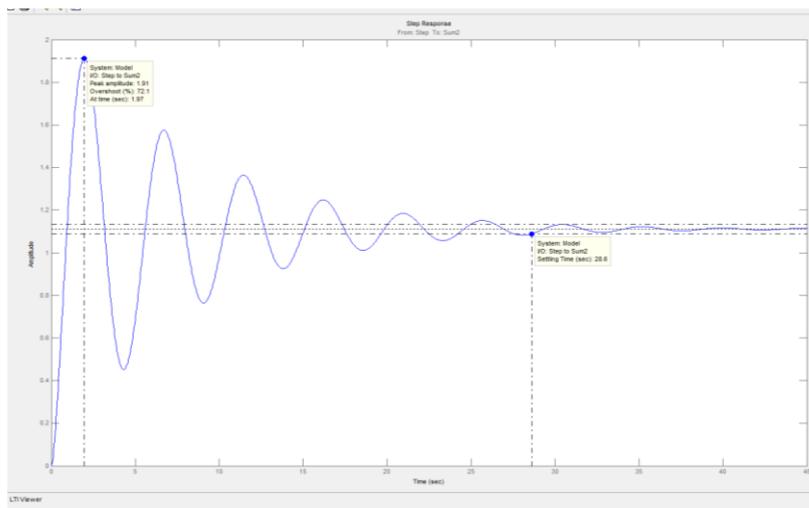


Рисунок 4.3 – График переходной характеристики

Из графика переходной функции можно сделать вывод о том, что характеристики процесса далеки от совершенства: перерегулирование 72,1%, а время переходного процесса 28,6 с.

Далее для улучшения характеристик переходного процесса рассчитаем регулятор. Для внутреннего контура настроим ПИД-регулятор, используя функцию автонастройки Simulink (рисунок 4.3).

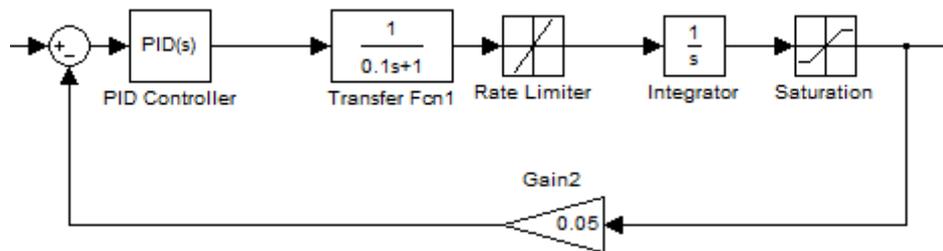


Рисунок 4.4 – Внутренний контур.

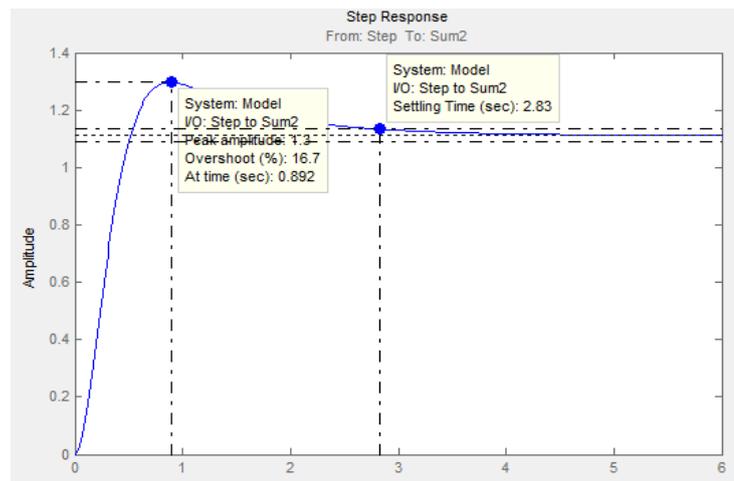


Рисунок 4.5 – Характеристика полученная при автонастройке ПИД-регулятора

Благодаря функции автонастройки, были получены следующие значения ПИД-регулятора (рисунок 4.5).

Controller form:	Parallel	
Proportional (P):	3.31564480244944	
Integral (I):	0	
Derivative (D):	0.492935952582702	Filter coefficient (N): 0.946435693064119

Рисунок 4.5 – Значения ПИД-регулятора

Для определения коэффициентов регулятора внешнего контура воспользуемся также автонастройкой ПИД-регулятора. Получим следующие значения ПИД-регулятора

Controller form:	Parallel	
Proportional (P):	0.11097007317586	
Integral (I):	0.0211460190088593	
Derivative (D):	-0.0775901017239705	Filter coefficient (N): 0.33475685054587
<input type="button" value="Tune..."/>		

Рисунок 4.6 – Значения ПИД-регулятора при автонастройке внешнего контура

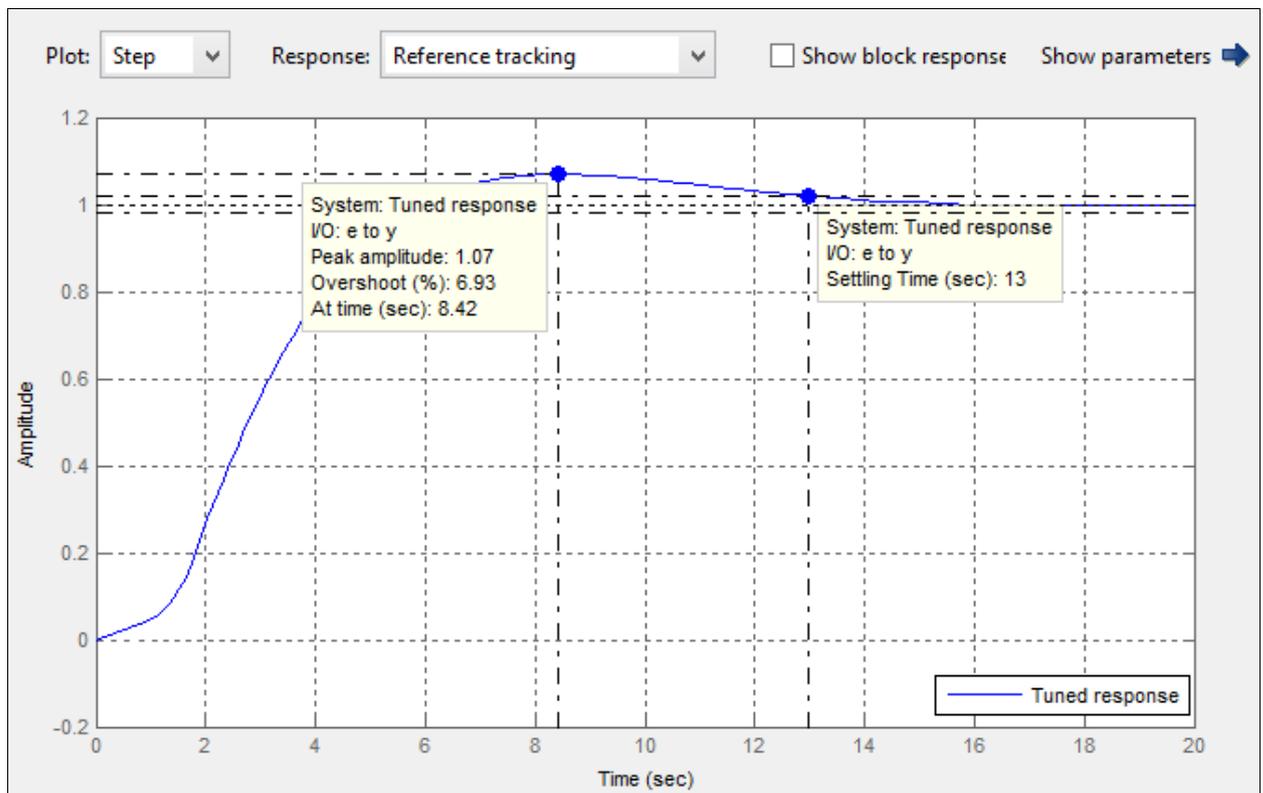


Рисунок 4.7 – График переходной характеристики

В результате проведения вычислений получили систему, удовлетворяющую всеми характеристиками. Результирующая математическая модель набора в пакете Simulink приведена в альбоме схем.

4.4 Разработка программно-алгоритмического обеспечения

Для программирования логического контроллера в системе автоматизированного управления ДНС, будем использовать программную среду Step7.

SimaticStep 7 – программное обеспечение фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-400. Программирование в SimaticStep 7 было проведено с помощью LD (LadderDiagram), FBD (FunctionalBlockDiagram), SCL (StandartControlLanguage).

LAD (LadderDiagram) – релейные диаграммы. Редактор отображает программу в графическом представлении, похожем на электрическую монтажную схему. Логические схемы позволяют программе имитировать протекание электрического тока от источника напряжения через ряд логических условий на входах, которые активизируют условия на выходах. Источником напряжения выступает шина, находящаяся слева.

Основными элементами являются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контакты.

Соответственно, замкнутые контакты позволяют потоку сигнала протекать через них к следующему элементу, разомкнутые контакты — препятствуют протеканию потока сигнала. Логика делится на сегменты, т.н. нэтворки (Network), программа исполняется слева направо и сверху вниз.

Особенностями редактора LAD является простота в использовании и понимании для начинающих программистов.

На рисунке 5.7 и 5.8 реализованы алгоритмы управления электроздвижкой при аварии и запуск насосного агрегата с помощью ПО Simatic Step 7 на языке релейно-контактной логики LAD.

Network 6 : Запуск насоса

Если пришла команда на запуск, выставить шаг M1, при условии автоматического режима и отсутствия аварий оборудования, если сейчас алгоритм не в работе (шаг M0 - ожидание, шаг M10 - штатный останов). А так же, если ПЧ уже в работе - не пускать его.

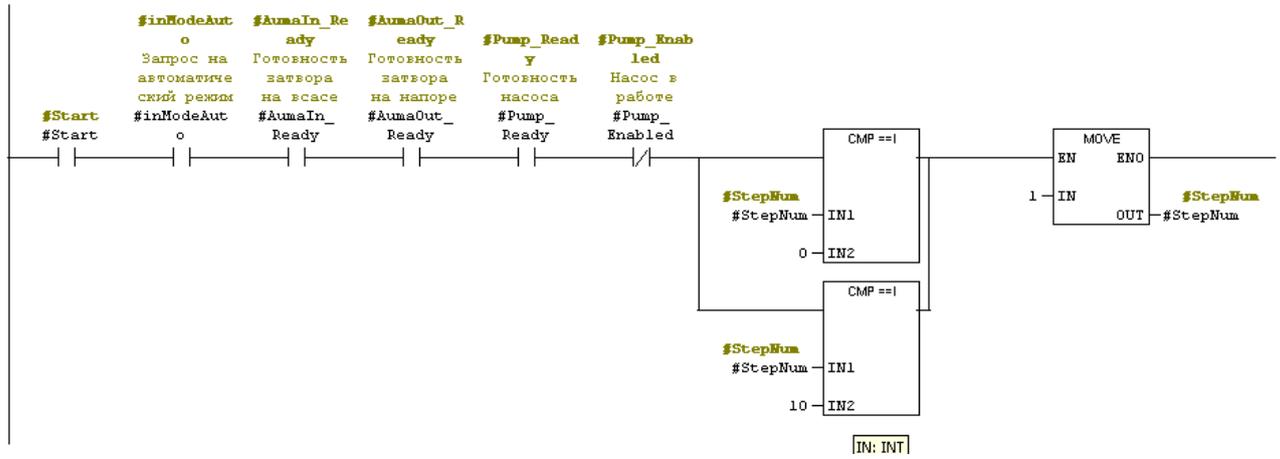


Рисунок 4.8 – Алгоритм запуска насосного агрегата на LAD, Step 7

Network 21 : Шаг №20. Автоматически закрыть затворы при аварии.

Останов ПЧ выполняется автоматически (см. функцию Equipment).
 Дать команды автоматического закрытия для всех затворов.

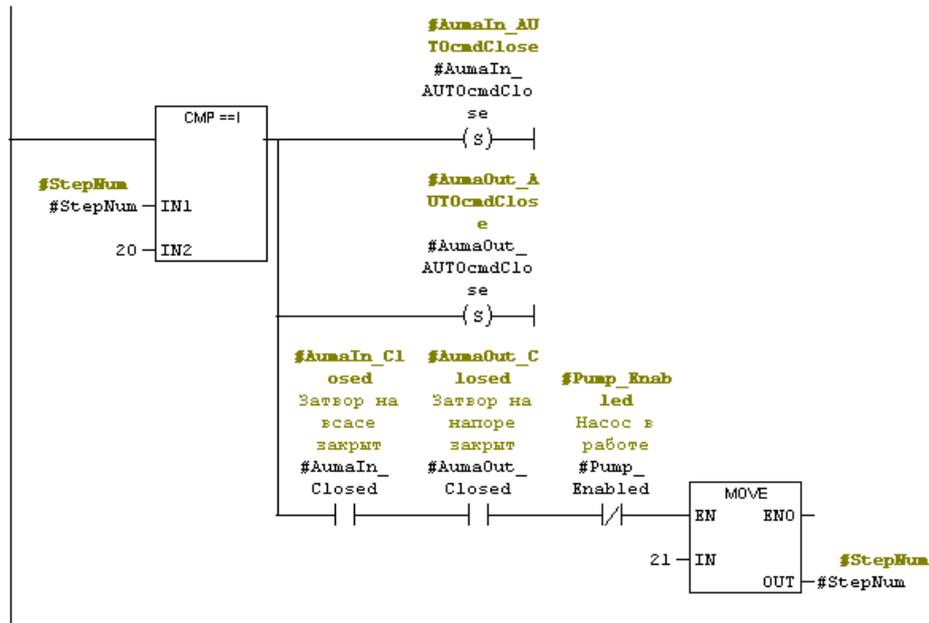


Рисунок 4.9 – Алгоритм аварийного закрытия электродвигателя на LAD, Step 7

5 Экранные формы АСУ ТП

Управление в АСУ ТП дожимной насосной станции реализовано с использованием SCADA-системы WinCC. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система WinCC обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

5.1 Разработка мнемосхем SCADA-системы

Приведенные в данном пункте мнемосхемы SCADA-системы демонстрируют функциональные возможности операторов в задачах управления технологическими процессами нефтеперерабатывающего завода.

Разработанная SCADA система позволяет оператору осуществлять переключение между экранными формами. Интерфейс АРМ оператора поддерживает все функции дистанционного контроля и управления технологическим процессом, доступные оператору на реальном АРМ.

Оператор АРМ имеет доступ к управлению запорно-регулирующей арматурой как в автоматическом режиме, так и в ручном режиме.

На каждой экранной форме (рисунок 5.1) оператор имеет возможность видеть показания датчиков, состояние исполнительных механизмов и осуществлять управление ими. При этом отслеживая тренды и просматривая оперативные сообщения. Графический интерфейс АРМ позволяет управлять

технологическими режимами установки в целом, а также отдельными характеристиками сырья и продукта нефтеперерабатывающего завода.

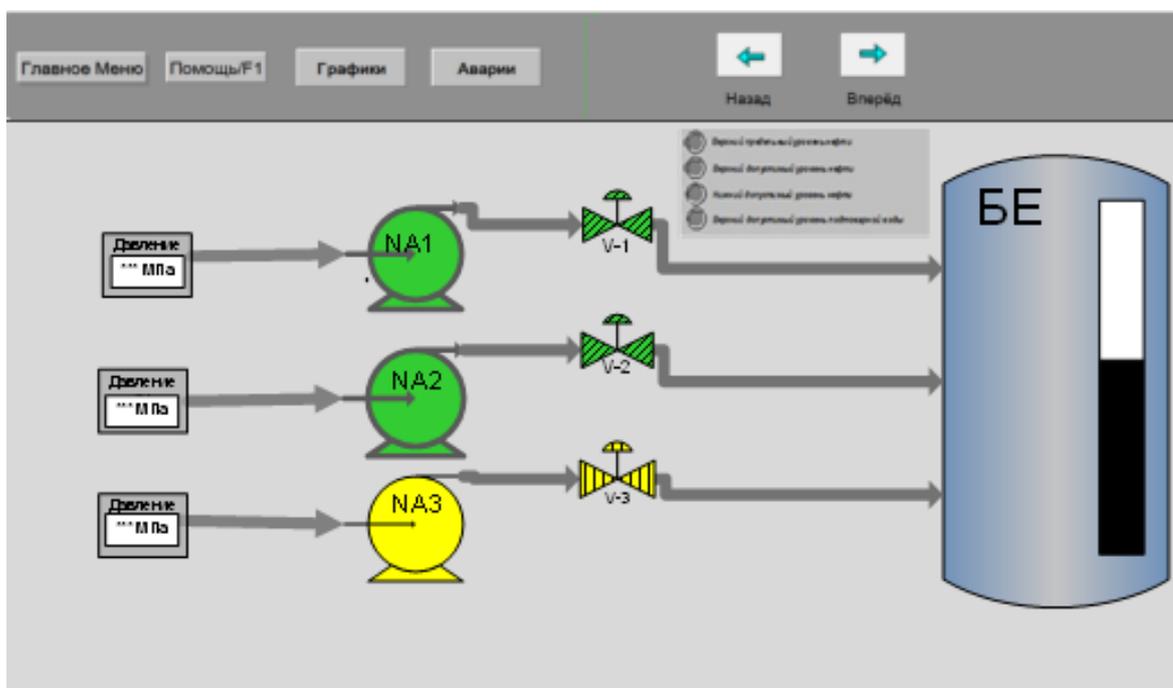


Рисунок 5.1 – Мнемосхема экрана с буферной емкостью

5.2 Разработка процедур обработки сигналов в SCADA

Ниже на рисунке 5.2 приведена функция, которая возвращает цвет объекта в зависимости от входных параметров. Данная функция описана в каждом объекте, где необходим возврат цвета. Написанная функция реализована на С для динамических свойств объекта в разделе GraphicDesigner программного обеспечения WinCC. Выполнение этой функции происходит по установленному триггеру, каждые 2 секунды. Используются два внешних тега от объектов на основе чего происходит возврат цвета

```
#include "apdefap.h"
long Status_color (char* DLV, char* VLV)
{
    unsigned long comand;
    unsigned long signal;
    comand=GetTagDWord(DLV);
    signal=GetTagDWord(VLV);
    if (comand==0 & signal==0) return RGB_RED; //открыт
    if (comand==100 & signal==100) return RGB_GREEN; //закрыт
    if (comand==1 & signal!=1) return RGB_YELLOW; //неисправен
    if (comand==0 & signal!=0) return RGB_BLUE; //неисправен
}
```

Рисунок 5.2 – Процедура возвращения цвета объекта

Например, возвращение цвета задвижек, которыми оператор АРМ в режиме реального времени может управлять, открывая и закрывая их. В случае неисправности согласно процедуре, приведенной на рисунке 5.2 возврат цвета объекта, в случае неисправности задвижки V-3, будет желтым. В случае когда задвижки находятся в открытом состоянии, как на рисунке 5.1 задвижки V-1 и V-2.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович

Институт	кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	– <i>Общая стоимость капиталовложений 2,282 млн рублей.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	– <i>Приобретение оборудования;</i> – <i>Расходы на монтаж и наладку оборудования;</i> – <i>Транспортные расходы;</i> – <i>Расходы на демонтаж приборов,</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	– <i>В данном разделе этот пункт не рассматривается</i>

– **Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	– <i>В данном разделе данный пункт не рассматривается.</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и – внедрения ИР</i>	– <i>В данном разделе данный пункт не рассматривается.</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	– <i>Обоснование и расчет необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР.</i>
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	– <i>Бюджет инженерного проекта</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	– <i>Оценка финансовой эффективности проекта</i>

– **Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1. <i>Оценка конкурентоспособности ИР</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Оценка перспективности нового продукта</i>
4. <i>Инвестиционный план. Бюджет ИП</i>
5. <i>Основные показатели эффективности ИП – Таблица 8</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Петухов Олег Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Цели и задачи

К задачам раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно отнести следующее:

- оценка коммерческого и инновационного потенциала;
- обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерного решения;
- анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению;
- расчет технико-экономического эффекта.

6.2 Организация и планирование комплекса работ

Для построения линейного графика, разбиваем всю работу на этапы, количество и содержание которых определяется спецификой темы. Объективный экономический расчет позволяет равномерно распределить время работы и нагрузку на исполнителей, а также увеличить эффективность работ.

Система планирования основана на графическом представлении комплекса работ, необходимых для достижения поставленных задач: определение исполнителей каждой работы, установление продолжительности работ в рабочих днях.

Процесс разработки делится на три этапа: подготовительный; основной; заключительный. Перечень основных этапов ВКР приведен в таблице 6.1.

Исполнителями работ являются: инженер-проектировщик (далее Инженер); научный руководитель (далее Руководитель).

Таблица 6.1 – Перечень основных этапов ВКР

Этап проведения ВКР	Вид работы	Исполнители
1 Подготовительный	1 Получение и анализ ТЗ	Руководитель, Инженер
	2 Подбор и изучение требований нормативной документации	Руководитель, Инженер
	3 Обзор, изучение и анализ литературы	Инженер
2 Основной	1 Анализ технологического процесса	Инженер
	2 Анализ существующих разработок	Руководитель, Инженер
	3 Разработка структурной схемы АСУ ТП	Инженер
	4 Разработка ФСА	Инженер
	5 Выбор КАТС	Руководитель, Инженер
	6 Разработка схем внешних проводок	Инженер
	7 Разработка алгоритмов управления	Руководитель, Инженер
	8 Моделирование САР	Руководитель, Инженер
	9 Разработка экранных форм АСУ ТП	Инженер
	10 Технико-экономическое обоснование ВКР	Инженер
	11 Оценка безопасности и экологичности проекта	Инженер
3 Заключительный	1 Подведение итогов работы	Руководитель, Инженер
	2 Написание пояснительной записки	Инженер

Трудоёмкость работ определяется по сумме трудоёмкости этапов и видов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях, и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому ожидаемое значение трудоёмкости рассчитывается по формуле(6.1):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (6.1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения работ, чел.-дн.;

t_{min} – минимально возможная трудоёмкость выполнения работ (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{max} –максимально возможная трудоёмкость выполнения работ (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

В связи с тем, что при выполнении работ существует вероятность того, что исполнители не уложатся в указанный срок, для каждой работы по формуле (6.2) оценивается дисперсия ($\sigma(t)$), то есть среднее значение квадрата отклонения продолжительности работы отееожидаемого значения:

$$\sigma^2 = 0,04 \cdot (t_{max} - t_{min})^2. \quad (6.2)$$

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$), а затем перевести полученное количество рабочих дней в календарные дни ($T_{КД}$). Длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$) рассчитывается по формуле (6.3):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{c \cdot p \cdot K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (6.3)$$

где $t_{ож}$ – трудоёмкость работы, чел.-дн.;

c – число работников, занятых в выполнении данной работы, $c = 2$;

p – количество смен в сутки, $p = 1$;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения нормы, $K_{ВН} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на консультации и согласование работ, $K_{д} = 1,2$.

Длительность этапов работ в календарных днях ($T_{КД}$) рассчитывается по формуле (6.4):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{К}, \quad (6.4)$$

где $T_{КД}$ – длительность этапов работ в календарных днях;

$K_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности ($K_{К}$) рассчитывается по формуле (6.5):

$$K_{К} = \frac{T_{К}}{T_{К} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (6.5)$$

где $T_{К}$ – календарные дни, $T_{К} = 365$ дн.;

$T_{ВД}$ – выходные дни, $T_{ВД} = 92$ дн.;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, $T_{ПД} = 28$ дн.

Подставив значения календарных, выходных и праздничных дней в формулу (6.5), получим значение коэффициента календарности ($K_{К}$):

$$K_{К} = \frac{365}{365 - 92 - 28} \approx 1,5.$$

Остальные результаты расчетов с использованием формул (6.1) – (6.4) приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Трудозатраты на проведение ВКР

Содержание этапа	Трудоемкость работ, чел.-дн.			Дисперсия σ^2	Длительность работ, дн.	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		$T_{РД}$	$T_{КД}$
Подготовительный этап						
Получение и анализ ТЗ	1	2	1,4	0,04	0,84	1
Разработка и утверждение ТЗ	5	8	6,2	0,36	3,72	6
Анализ предметной области	4	6	4,8	0,16	2,88	4
Обзор источников	4	5	4,4	0,04	2,64	4
Основной этап						
Анализ ТП	3	4	3,4	0,04	2,04	3
Анализ существующих разработок	3	4	3,4	0,04	2,04	3

Разработка структурной схемы АСУ ТП	2	4	2,8	0,16	1,68	3
-------------------------------------	---	---	-----	------	------	---

Продолжение таблицы 6.2

Разработка ФСА	5	8	6,2	0,36	3,72	6
Выбор КАТС	10	12	10,8	0,16	6,48	10
Разработка схем соединений и подключений внешних проводок	6	7	6,4	0,04	3,84	6
Разработка алгоритмов управления	3	6	4,2	0,36	2,52	4
Моделирование САР	8	14	10,4	1,44	6,24	9
Разработка экранных форм АСУ ТП	9	12	10,2	0,36	6,12	9
Технико-экономическое обоснование НИР	4	5	4,4	0,04	2,64	4
Оценка безопасности и экологичности проекта	4	5	4,4	0,04	2,64	4
Заключительный этап						
Подведение итогов	2	3	2,4	0,04	1,44	2
Написание пояснительной записки	12	15	13,2	0,36	7,92	12
Оформление графического материала	7	9	7,8	0,16	4,68	7
Итого:	92	129	106,8	-	64,08	95

Линейный график работ по реализации проекта выполнен в MicrosoftProject и приведен на рисунке 6.1.

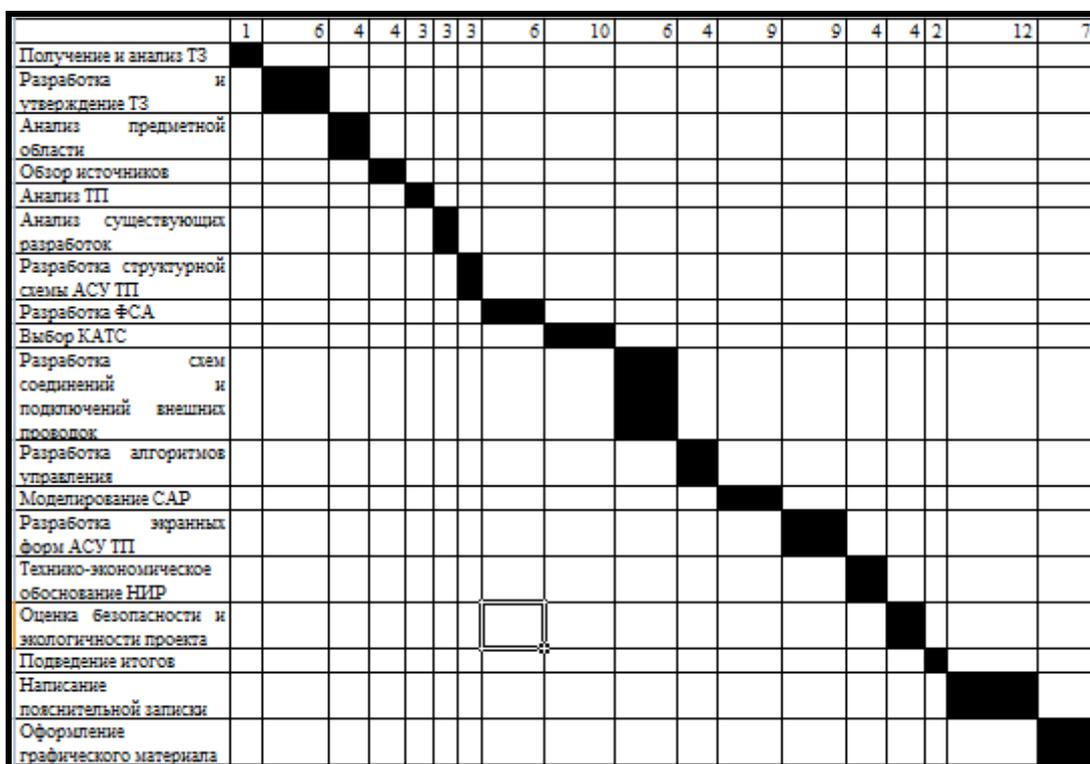


Рисунок 6.1 – Линейный график работ по реализации проекта

6.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений

Для оценки экономического потенциала перевооружения дожимной насосной станции используем технологию QuaD.

Технология QuaD (QUalityADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в инженерный проект.

Оценка проекта по технологии QuaD приведена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Оценочная карта по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)	Ср. зн. показ.к ач-ва
1	2	3	4	5	6	7
Показатели оценки качества разработки						
1 Энергоэффективность	0,07	85	100	0,85	0,06	0,0042
2 Надежность	0,1	90	100	0,90	0,09	0,009
3 Унифицированность	0,1	95	100	0,95	0,10	0,01
4 Уровень материалоемкости разработки	0,06	70	100	0,70	0,04	0,0024
5 Безопасность	0,1	90	100	0,90	0,09	0,009
6 Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	90	100	0,90	0,07	0,0056
7 Простота эксплуатации	0,07	80	100	0,80	0,06	0,0042
8 Качество интеллектуального интерфейса	0,08	85	100	0,85	0,07	0,0056
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки						
1 Перспективность проекта	0,08	70	100	0,70	0,06	0,0048
2 Цена	0,06	60	100	0,60	0,04	0,0024
3 Послепродажное обслуживание	0,05	60	100	0,60	0,03	0,0015
4 Финансовая эффективность научной разработки	0,07	75	100	0,75	0,05	0,0035
Итого:	1	-	-	-	-	0,0622

Оценка качества и перспективности определяется по формуле (6.6):

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i \quad (6.6)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес i -го показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Поэтому подставив значения из таблицы 6.3 в формулу (6.6) имеем:

$$P_{\text{ср}} = 6,22.$$

Полученное значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о том, что перспективность разработки выше среднего. В свою очередь, перспективность и экономическая эффективность данного проекта состоит в увеличении безопасности, снижении количества аварийных ситуаций и излишних остановок технологического процесса.

6.4 Расчет затрат на перевооружение

Единовременные затраты на перевооружение АС (K) определяются по формуле (6.7):

$$K = K_{\Pi} + K_{\text{К}}, \quad (6.7)$$

где K_{Π} – предпроизводственные затраты, руб.;

$K_{\text{К}}$ – капитальные затраты, руб.

На создание необходимого программного обеспечения потребуется 150 тысяч рублей. Эта сумма отнесена к итогу по производственным затратам. Таким образом, $K_{\Pi} = 200$ тыс. руб.

Величина капитальных затрат ($K_{\text{К}}$) определяется по формуле (6.8):

$$K_{\text{К}} = K_{\text{КАТС}} + K_{\text{М}} - K_{\text{В}} + K_{\text{Т}} + K_{\text{З}} + K_{\text{ДМ}}, \quad (6.8)$$

где $K_{\text{КАТС}}$ – затраты на приобретение КАТС, руб.;

$K_{\text{М}}$ – затраты на установку, монтаж и запуск приборов и автоматики (принимаются в размере 20 % от стоимости КАТС), руб.;

$K_{\text{В}}$ – сметная стоимость технических средств, высвобожденных в результате внедрения АС, руб.;

$K_{\text{Т}}$ – транспортные расходы (принимаются в размере 5 % от суммы затрат на приобретение КАТС иЗИП), руб.;

$K_{\text{З}}$ – затраты на приобретение ЗИП (принимаются в размере 3 % от стоимости КАТС), руб.;

$K_{\text{ДМ}}$ – затраты на демонтаж высвобожденных технических средств (принимаются в размере 7 % от стоимости КАТС), руб.

Сметная стоимость КАТС приведена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Сметная стоимость КАТС

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена (за ед.), руб.	Общая стоимость, руб.
Измерительные приборы и датчики			
Манометр	13	7 194,42	93 527,46
Датчик избыточного давления	5	34 666	173 330
Уровнемер	1	526 464	526 424

Продолжение таблицы 6.4

Сигнализатор уровня	1	235 800,76	235 800,76
ИПТ Метран	6	13 552	81 312
Вихревой расходомер	1	639 168,75	639 168,75
Сигнализатор загазованности	1	168 373,45	168 373,45
Монитор пламени	2	161 585,32	323 170,64
Исполнительные механизмы			
Пневмоклапан с сервоприводом	9	502 841,04	4 525 569,36
Электропривод	31	32 424	1 005 144
Электромагнитный привод	2	71 448	142 896
Прочие комплектующие			
Двухвентильный клапанный блок	13	5 380	69 940
Пост кнопочный ПВК-125У	1	3 530	3 530
Сигнализатор световой ВС-4-С	2	4 350	8 700
Сигнализатор звуковой	1	4 350	4 350
Кабельный ввод	25	2 363	59 075
Защитная гильза для ИПТ Метран	6	5 995	35 970
Фланец ответный	25	3 846,8	96 170
Кран шаровыйLD	13	2 277	29 601
Многофункциональный MVD-преобразователь	1	3 998	3 998
Кабельная продукция	28 (км)	403 800 (за 1 км)	11 306 400
Итого:	-	-	19532450,42

Расчет основных статей расхода капитальных затрат приведен в таблице 6.5. Расчет осуществлен по формуле (6.8).

Таблица 6.5 – Расчет капитальных затрат на перевооружение

Статья расхода	Величина расхода, руб.
Затраты на приобретение КАТС ($K_{КАТС}$)	19 532 450,42
Затраты на установку, монтаж и запуск КИПиА (K_M)	3 906 490
Стоимость высвобожденных технических средств (K_B)	7812980,17
Транспортные расходы (K_T)	976 622,52
Стоимость ЗИП (K_3)	585 973,51
Затраты на демонтаж высвобожденного оборудования (K_{DM})	1 367 271,53
Сумма капитальных затрат (K_K)	18 555 827,81

Капитальные вложения на перевооружение составят 18 555 827,81 руб.

Единовременные затраты на перевооружение согласно формуле (6.7):

$$K = 200\,000 + 18\,555\,827,81 = 18\,755\,827,81 \text{ руб.}$$

6.5 Расчет условно-годовой экономии от автоматизации

Условно-годовая экономия представляет собой прирост прибыли, который может быть получен в основном производстве за счёт сокращения текущих затрат на изготовление продукции после автоматизации.

Для рассматриваемого объекта условно-годовая экономия выражается в автоматизации производства, то есть на данный момент автоматика построена исключительно на морально устаревшем оборудовании и приборах. Таким образом, на данный момент полная автоматизация производства не достигнута. Нет наглядного визуального отображения протекания технологического процесса. Что, в свою очередь, достижимо посредством введения в эксплуатацию новой автоматизированной системы управления.

Следовательно, введение новой АСУ позволит быстрее и эффективнее выявлять опасные и безопасные отказы оборудования и наиболее эффективно устранять их. Следовательно, необходимость в частых остановах технологического процесса в связи с ТР и ТО будет устранена. Следовательно, производительность будет увеличена.

6.6 Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости капитальных затрат

Годовой экономический эффект от автоматизации ($\mathcal{E}_{\text{год}}$) определяется по формуле (6.9):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta\Pi - E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.9)$$

где $\Delta\Pi$ – прирост прибыли, вызванный внедрением средств автоматизации (в данном случае равен условно-годовой экономии), руб.;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (для средств вычислительной техники принят равным 0,4) (см. таблицу 6.6);

K – единовременные затраты на перевооружение Системы, руб.

Таблица 6.6 – Максимальные сроки окупаемости капитальных вложений

Мероприятия	$T_{\text{ок(норм)}}$, год	$E_{\text{н}}$
Механизация и автоматизация отдельных процессов и операций, модернизация и частичная замена оборудования и средств автоматизации	2 ... 3	0,5 ... 0,35

Подставив соответствующие значения в формулу (6.9) получим годовой экономический эффект от автоматизации:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 10\,000\,000 - 0,4 \cdot 18\,755\,827,81 = 2\,497\,668,88 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на автоматизацию ($T_{\text{ок}}$), показывающий время, в течение которого капитальные вложения окупят себя за счет дополнительной прибыли или экономии, определяется по формуле (6.10):

$$T_{\text{ок}} = K/\Delta\Pi. \quad (6.10)$$

Подставив в формулу (6.10) соответствующие значения получим срок окупаемости затрат на автоматизацию:

$$T_{\text{ок}} = 18\,755\,827,81 / 10\,000\,000 \approx 1,9 \text{ лет} \approx 1 \text{ год } 11 \text{ месяцев.}$$

Коэффициент экономической эффективности ($K_{\text{эф}}$), показывающий экономию после автоматизации на каждый рубль капитальных вложений на автоматизацию, рассчитывается по формуле (6.11):

$$K_{эф} = \Delta\P/K_K. \quad (6.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (6.11) рассчитаем коэффициент экономической эффективности:

$$K_{эф} = 10\,000\,000/18\,755\,827,81 \approx 0,6.$$

Сравним полученные значения срока окупаемости и коэффициента экономической эффективности с нормативными значениями, проверим систему условий (6.12):

$$\begin{cases} T_{OK(РАСЧ)} \leq T_{OK(НОРМ)}, \\ K_{эф} \geq E_H. \end{cases} \quad (6.12)$$

Результаты проведенного анализа эффективности проекта приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Результаты анализа эффективности проекта

Показатель	Ед. изм.	Значение
1 Капитальные вложения	руб.	18 555 827,81
2 Единовременные затраты	руб.	18 755 827,81
3 Годовой экономический эффект	руб.	2 497 668,88
4 Срок окупаемости затрат на автоматизацию	год, месяц	1 год 11 месяцев
5 Коэффициент экономической эффективности	-	0,6

Таким образом, в результате проведенного анализа на основе расчетов проект может быть признан эффективным и экономически целесообразным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович

Институт	кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Инженер АСУ ТП использует в работе ЭВМ, многофункциональное устройство, бумажные документы.</p> <p>Вредные факторы: повышенный уровень ионизирующих и электромагнитных излучений от работы монитора, повышенный уровень шума оборудования, недостаточная освещенность рабочего места, некомфортный для работы микроклимат, монотонность работы, умственное напряжение, эмоциональные перегрузки.</p> <p>Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, НРБ-99, ГОСТ 12.1.006-84, СанПиН 2.2.4.1191-03, СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-83, СНиП П-12-77, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03,</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – воздействие опасных и вредных факторов на организм человека; – определение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – определение средств индивидуальной защиты, если их применение необходимо
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – Механические и термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, средства пожаротушения) 	<p>Анализ выявленных опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (статическое электричество – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

<p>3. <i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – снижение потребления электроэнергии; – утилизация производственных отходов; <p><i>Ссылки на НТД по охране окружающей среды.</i></p>
<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p><i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p><i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – План расположения светильников в помещении; – План эвакуации людей при пожаре;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Гапонцев Константин Владимирович		

7 Социальная ответственность

Безопасность жизнедеятельности человека зависит от следующих причин: характер труда и его организация, взаимоотношение с трудовым коллективом, организация рабочего места, наличие опасных и вредных факторов на рабочем месте.

Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека.

В данном разделе дипломного проекта рассматриваются вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места инженера АСУ ТП в соответствии с требованиями производственной санитарии, техники безопасности и пожарной безопасности, а также даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

7.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Работа инженера АСУ ТП связана по большей части с умственной деятельностью, нежели с физической, поэтому основная нагрузка падает на центральную нервную систему. Следовательно, условия труда оказывают влияние на деятельность мозга, органов зрения и слуха, кровообращение и дыхание человека. Для нормального функционирования организма человека и его жизнедеятельных процессов необходимы определенные условия.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в значительной мере зависит от правильной оценки опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья и заболеванию или снижению работоспособности.

По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

На инженера АСУ ТП на его рабочем месте оказывают влияние следующие производственные факторы: физические, химические, психофизиологические перегрузки.

На практике вышеперечисленные факторы могут приводить к нарушению зрения, костно-мышечным нарушениям, возможности заболеваний кожи лица, нервным и психическим заболеваниям, нарушениям в функционировании биологических систем организма.

Таким образом, обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работника. Основными параметрами, характеризующими условия труда, являются микроклимат, освещенность, шум, излучения ВДТ и ПЭВМ, электричество.

7.2 Производственная санитария

7.2.1 Микроклимат рабочей зоны

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера АСУ ТП в помещении является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно–гигиенических условий труда. Санитарно-гигиенические требования к помещениям изложены в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Работа инженера АСУ ТП по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Іб, а именно к работе, производимой сидя, стоя или связанная с ходьбой и сопровождающаяся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч. В таблице 7.1 делаются выводы о допустимости параметров микроклимата на рабочем месте.

Таблица 7.1 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактич. значение	Допустим. значение		Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	Іб	24...27	26,1...27	40	0,1	0,1
Теплый	Іб	22...25	24,1...28	50	0,14	0,18

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха:

- 30 м³ на человека – в случае помещения с естественным проветриванием;
- 60 м³ на человека без естественного проветривания.

Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более двух часов непрерывно. Все данные приведены в соответствии со СНиП 41-01-2003. Объем рабочего помещения кабинета (рисунок 7.1), где находится рабочее место инженера АСУ ТП, составляет $40,5 \text{ м}^3$, при ширине равной $4,5 \text{ м}$ и длине 3 м , площадь, соответственно, равна $13,5 \text{ м}^2$. Высота кабинета составляет 3 м . В данном кабинете постоянно работает только инженер АСУ ТП – один человек. Поэтому, можно считать, что на одного рабочего приходится 30 м^3 объема помещения (с естественным проветриванием в кабинете) и больше 6 м^2 площади, что в результате удовлетворяет требованиям санитарных правил и норм (СанПиН 2.2.4.548-96, СНиП 41-01-2003, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

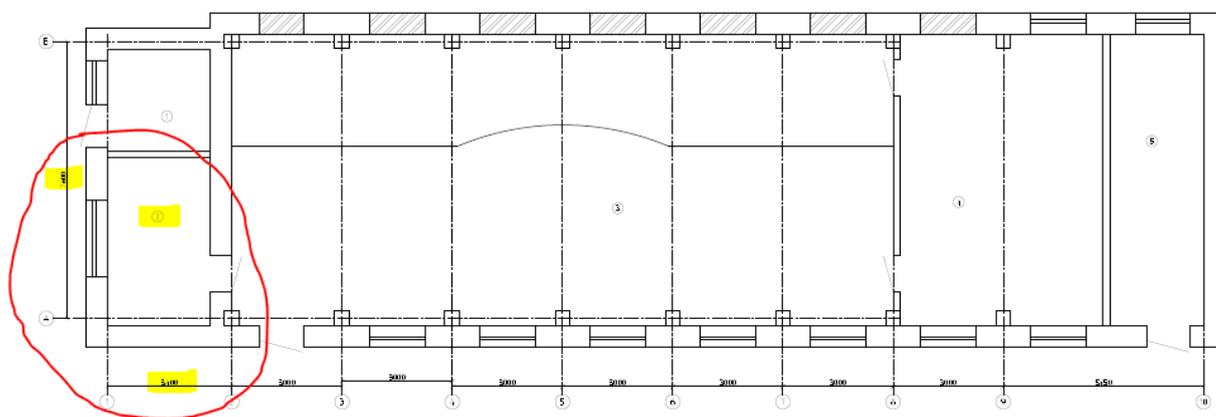


Рисунок 7.1 – Рабочее помещение инженера АСУ ТП

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемом кабинете используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

7.2.2 Электромагнитное излучение

Видеотерминалы (ВДТ) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений приведены в СанПиН

2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Напряженность электромагнитного поля в 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей составляет не более 25 В/м в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц, и не более 2,5 В/м в диапазоне частот от 2...400 кГц. Плотность магнитного потока в 50 см вокруг дисплея составляет не более 250 нТл в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц, и не более 25 нТл в диапазоне частот 2...400 кГц; поверхностный электростатический потенциал не превышает 500 В. Время работы за дисплеем не должно превышать 4-х часов в сутки.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены устанавливаются регламентированные перерывы (при 8 часовом рабочем дне - 15 минут каждый час работы).

Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см. В рабочем помещении все мониторы расположены на отдельных столах.

Персонал обязан знать и строго соблюдать правила ТБ. Обучение персонала ТБ и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

7.2.3 Ионизирующее излучение

При работе с компьютером, источником ионизирующего излучения является дисплей. Под его влиянием в организме происходит торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкбэр/час. Конструкция ВДТ и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на

расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ не более 1 мбэр/час (100 мкР/час) в соответствии с СанПиН 2.2/2.4.1340-03.

Способы защиты: увеличение расстояния от источника излучения, применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

7.2.4 Расчет искусственного освещения

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера.

К системам производственного освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы, достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве, отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность);
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- площадь оконных проемов должна составлять не менее 25% площади помещения.

При работе на ЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения 0,3-0,5 мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда Г (экран – фон светлый, символ – объект различения – темный или наоборот). Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СНиП 23-05-95 освещенность рабочего места при комбинированном освещении должна составлять 300 лк.

В помещении рекомендуется комбинированная система освещения с использованием люминесцентных ламп. Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами:

- высота помещения $H = 3 \text{ м}$;
- высота рабочей поверхности $h_p = 0,75 \text{ м}$;
- расчетная высота светильника над рабочей поверхностью

$$h = H - h_p = 2,25 \text{ м.} \quad (7.1)$$

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = \frac{L}{h}$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведет к резкой неравномерности освещенности.

Соответственно, расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h. \quad (7.2)$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нем расположение светильников и определить их число.

Рассчитаем максимальное расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,25 = 3,15 \text{ м}$$

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{3,15}{3} = 1,05 \text{ м}$$

Размещаем светильники в один ряд, по два светильника в ряду, план расположения изображен на рисунке 7.2.

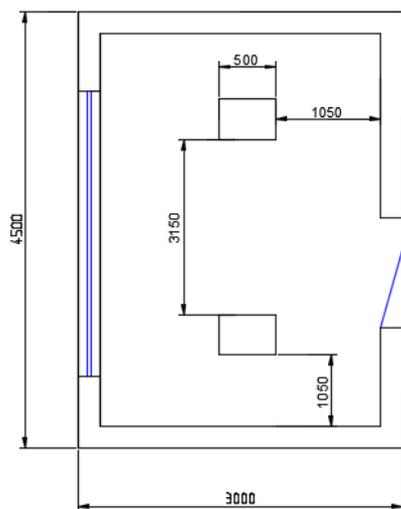


Рисунок 7.2 – План расположения светильников в помещении

Учитывая, что в каждом светильнике установлены 4 лампы, общее число ламп в помещении равно:

$$n = 1 \cdot 2 \cdot 4 = 8 \text{ ламп.}$$

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен. Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле (7.3):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot \eta},$$

(7.3)

где E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и их износ. Примем $k = 1,5$, с учетом того, что офис является помещением с малым выделением пыли;

S – площадь рабочего помещения, m^2 ;

n – количество ламп;

η – коэффициент использования светового потока;

z – коэффициент неравномерности освещения, примем $z = 1,1$ – для светильников с люминесцентными лампами;

Для определения коэффициент использования светового потока η необходимо определить коэффициент отражения стен $\rho_{ст}$, коэффициент отражения потолка $\rho_{п}$, что учитывается величиной i – индексом помещения.

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)}, \quad (7.4)$$

где h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью (м);

a, b – длина и ширина помещения (м);

S – площадь рабочего помещения (м).

В данном случае по формуле (8.4):
$$i = \frac{13,5}{2,25 \cdot (4,5 + 3)} = 0,8$$

Из таблицы «Значения коэффициентов отражения потолка и стен»:

$\rho_{ст} = 50\%$, $\rho_{п} = 70\%$, что соответствует свежепобеленным поверхностям стен без штор и свежепобеленному потолку офиса.

Из таблицы «Коэффициент использования светового потока светильников с люминесцентными лампами» следует, что коэффициент использования светового потока равен 0,45.

Нормальная минимальная освещенность должна составлять $E_{н} = 300 \text{ лк}$.

Подставляя теперь известные значения в формулу (7.3), получим, что:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 13,5 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,45} = 1856,3 \text{ лк.}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется стандартна мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона ($-10 \div +20\%$), то корректируется число светильников, либо высота подвеса светильников.

В соответствии с вычисленным световым потоком выбраны люминесцентные лампы «OsramLUMILUXT8» с потоком $\Phi = 1900 \text{ лм}$. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{стан}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{стан}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq \frac{950 - 916,7}{950} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем $-10\% \leq 2,3\% \leq +20\%$.

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона ($-10 \div +20\%$), поэтому корректировать число светильников либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

7.2.5 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 и уровень шума для помещения, в котором работает инженер АСУ ТП, должен не превышать 50 дБА.

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума и вибрации ухудшаются условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Следовательно, можно считать, что кабинет соответствует выше указанным нормам.

7.3 Техника безопасности

Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве. Обеспечение здоровых и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятия. Администрация предприятия обязана внедрять современные средства техники безопасности, обеспечивающие санитарно-гигиенические условия и предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. К работе допускаются лица, имеющие III группу по электробезопасности, прошедшие:

- обучение по охране труда и безопасным методам выполнения работ;
- обучение по оказанию первой помощи;
- вводный и первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- стажировку на рабочем месте;
- проверку знаний требований охраны труда и безопасных методов выполнения работ;
- предварительные и периодические медицинские осмотры.

7.4 Электробезопасность

Инженер АСУ ТП работает со следующими электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок, манипулятор «мышь» и клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Помещение кабинета сухое, непыльное, с нормальной температурой воздуха и поэтому относится к классу помещений без повышенной опасности. Переключатели, кнопки и разъемы, клавиатура изолированы, пол покрыт электроизоляционным покрытием. Корпус ЭВМ изготовлен из металлического листа, обладает высокой механической прочностью и высокими экранирующими свойствами, покрыт токонепроводящими полимерными пластмассами. ЭВМ подключена к заземляющему контуру.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- изоляция (надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для персонала);
- ограждение (кожухи, крышки, шкафы, закрытые панели и т.п.);
- блокировка (автоматически снимается напряжения с токоведущих частей электроустановок при прикосновении с ним);
- пониженные напряжения (42, 36 и 12 В);
- электрозщитные средства (изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с

- изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки и боты, калоши, коврики, указатели напряжения);
- сигнализация (звуковая и световая);
 - плакаты и знаки безопасности.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, защитного зануления и защитного отключения.

7.5 Пожарная безопасность

Непосредственной организацией пожарной профилактики в нашей стране занимаются органы Государственного пожарного надзора, которые существуют во всех районах, городах, областях, краях и республиках. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования; профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Эксплуатационные мероприятия предусматривают соблюдение эксплуатационных норм оборудования, обеспечение свободного подхода к оборудованию и содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Согласно статьи 32 пункта 5 Федерального закона от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» данное помещение инженера АСУ ТП относится к классу Ф5 – здания производственного или складского назначения, а именно, Ф5.1 – производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. У каждого сотрудника должна быть памятка «Инструкция по пожарной безопасности». Более того, во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при

пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

В кабинете, а также в коридоре имеется порошковый огнетушитель ОП-10. По периметру на стенах установлены извещатели пожарные ручные. Кроме того, в коридоре, а также в каждом кабинете установлены дымовые извещатели. В коридоре указан план эвакуации на случай пожара или эвакуации. На рисунке 7.3 представлен план эвакуации людей при пожаре.

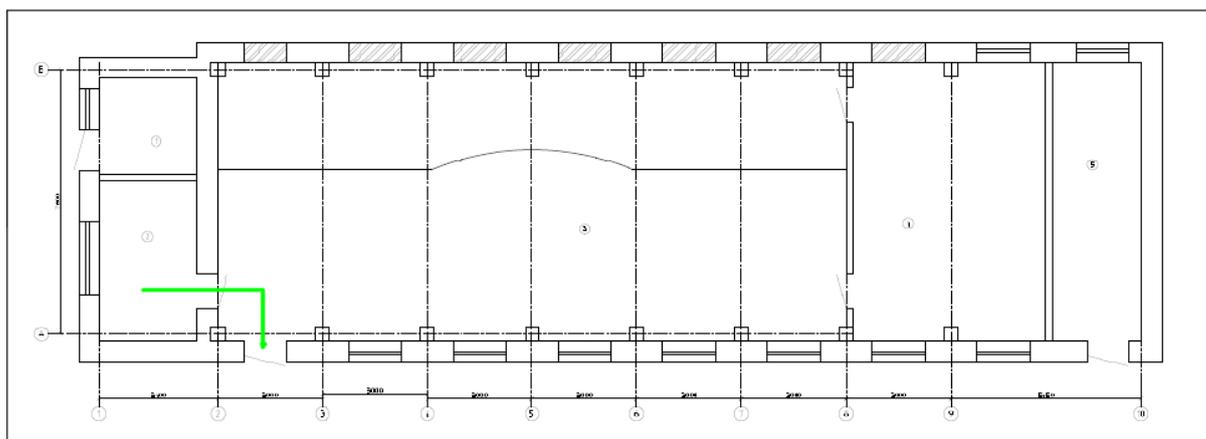


Рисунок 7.3 – План эвакуации людей при пожаре

7.6 Охрана окружающей среды

Воздействие на окружающую среду в современном обществе неизменно растет, в связи с этим возрастает и необходимость в развитии современных методов защиты окружающей среды.

В ходе производства возникает необходимость отводить сточные воды. Они должны передаваться организации, занимающейся очисткой сточных вод, либо на специальную станцию очистки сточных вод в пределах предприятия.

Для снижения влияния на земли и почвы необходимо стремиться максимально уменьшать количество используемых территорий. Для этого применяется целый комплекс мероприятий: использование технологий блочно-модульного строительства промышленных сооружений из готовых элементов, кустовое расположение скважин на промыслах, прокладка систем многониточных газопроводов в едином техническом коридоре, а также внедрение методов горизонтального и наклонного бурения.

Перевод транспорта на газомоторное топливо также вносит огромный вклад в защиту окружающей среды. При использовании газомоторного топлива выброс токсичных газов в атмосферу сокращается более чем на 25%. Вредность отработавших газов при работе метановых двигателей для здоровья человека ниже на 60%, чем при работе двигателей, работающих на нефтяном топливе. Таким образом использование транспорта, работающего на газомоторном топливе, положительно отразится на состоянии окружающей среды.

7.7 Чрезвычайная ситуация

Причины возникновения ЧС и сопутствующие им условия подразделяют на внутренние и внешние.

Внутренние причины: сложность технологий, недостаточная квалификация и некомпетентность обслуживающего персонала, проектно-конструкторские недоработки в механизмах и оборудовании.

Внешние причины: стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии или газа, терроризм, войны.

Гражданская защита - комплекс мероприятий направленных на защиту людей от поражающих воздействий аварий, катастроф, стихийных бедствий и их последствий, обеспечение смягчения этих воздействий, оказание людям помощи в условиях чрезвычайных ситуаций включает:

- оповещение населения;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения.

Меры по защите населения от чрезвычайных ситуаций осуществляются силами и средствами предприятия.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, разработана система автоматизированного управления дожимной насосной станцией.

Был изучен технологический процесс перекачки нефти на ДНС. Проработана структурная схема комплекса технических средств по трехуровневому иерархическому принципу, разработаны функциональные схемы автоматизации, схемы внешних проводок и их подключения к контроллерному оборудованию. Все схемы выполнены в соответствии с ГОСТ 21.208-13 и ГОСТ 21.408-13 и другими стандартами.

Так же разработаны алгоритмы управления автоматического регулирования технологическим процессом с анализом в пакете MatlabSimulink. Для алгоритмов пуска/останова технологического оборудования приведены блок-схемы, а с использованием Simatic Step7 было разработано программно-алгоритмическое обеспечение для ПЛК SiemensS7-400 и системы диспетчеризации SiemensWinCC.

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта, рассмотрены вопросы безопасности труда и производственной санитарии.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы был обеспечен автоматический контроль технологических параметров технологического процесса дожимной насосной станции и дистанционное автоматизированное управление со SCADAсистемы.

Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
3. ГОСТ <http://www1.lib.tpu.ru:8888/law?doc&nd=9055766&nh=1&c=%C3%CE%D1%D2+21.404&spack=111barod%3Dx%5C112;y%5C18%26intelsearch%3D%C3%CE%D1%D2+21.404%26listid%3D010000000200%26listpos%3D4%26lsz%3D7%26w13%3Don%26whereselect%3D13%26-C1#C121.408-93>
Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.— 44с.
4. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
5. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
6. РМГ 62-2003. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта России. М., 2003. – 17 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вишашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.

Приложение Б. Входные и выходные сигналы

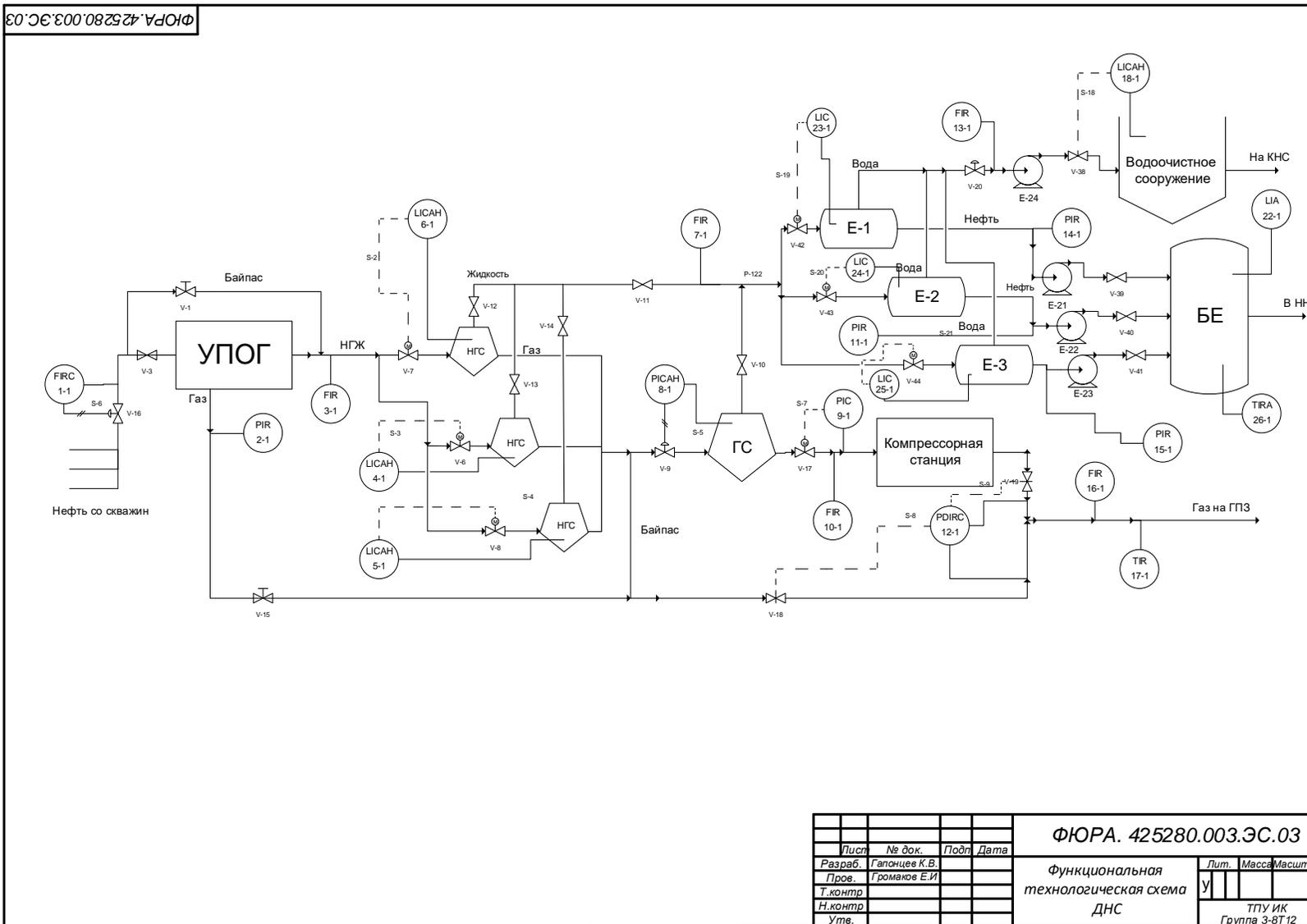
Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерений	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические условия			
					Предельными		Аварийными	
					min	max	min	max
Уровень воды в очистных сооружениях	URV_WTR_A	0-3000	мм	4-20 мА	-	+	-	+
Верхний предельный уровень воды в БС	URV_WTR_D_AHH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	+
Верхний допустимый уровень воды в БС	URV_WTR_D_AWH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	+	-	-
Уровень нефти в ББ	URV_BFC_A	0-3000	мм	4-20 мА	+	+	-	+
Верхний предельный уровень нефти в ББ	URV_BFC_D_AHH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	+
Верхний допустимый уровень нефти в ББ	URV_BFC_D_AWH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	+	-	-
Нижний допустимый уровень нефти в ББ	URV_BFC_D_AWL	«0»/«1»	-	4-20 мА	+	-	-	-
Температура нефти в ББ	TEM_BFC_A	200-350	°C	4-20 мА	+	+	+	+
Верхнее предельное значение температуры нефти в ББ	TEM_BFC_D_AHH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	+
Верхнее допустимое значение температуры нефти в ББ	TEM_BFC_D_AWH	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	+	-	-
Нижнее предельное значение температуры нефти в ББ	TEM_BFC_D_ALL	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	+
Нижнее допустимое значение температуры нефти в ББ	TEM_BFC_D_AWL	«0»/«1»	-	4-20 мА	+	-	-	-
Расход жидкости на входе УЗСБ	FLW_TB0_A	0-2000	м ³ /сут	4-20 мА	-	-	-	-
Расход воды на входе насоса №4	FLW_TB4_A	0-2000	м ³ /сут	4-20 мА	-	-	-	-
Давление на входе насоса	DAV_TB1_A	0-3	МПа	4-20 мА	-	-	-	-

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
Давление на входе насоса №2	DAV_TB2_A	0-3	МПа	4-20 мА	-	-	-	-	-
Давление на входе насоса №3	DAV_TB3_A	0-3	МПа	4-20 мА	-	-	-	-	-
Уровень жидкости в отстойнике E-1	URV_TA1_A	0-2000	мм	4-20 мА	-	-	-	-	-
Уровень жидкости в отстойнике E-2	URV_TA2_A	0-2000	мм	4-20 мА	-	-	-	-	-
Уровень жидкости в отстойнике E-3	URV_TA3_A	0-2000	мм	4-20 мА	-	-	-	-	-
Состояние задвижки 1 на входе ББ	STT_VL1_D	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	-	-
Состояние задвижки 2 на входе ББ	STT_VL2_D	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	-	-
Состояние задвижки 3 на входе ББ	STT_VL3_D	«0»/«1»	-	4-20 мА	-	-	-	-	-

ФЮРА. 425280.003.ЭС.02			
Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Гапонцев К.В.		
Пров.	Громаков Е.И.		
Т.контр			
Н.контр			
Утв.			

ФЮРА. 425280.003.ЭС.02			
Таблица перечня входных/выходных сигналов		Лит.	Масса/Масштаб
		У	
		ТПУ ИК Группа 3-8Т12	

Приложение В. Схема технологического процесса



Приложение Г. Функциональная схема автоматизации

