

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств
(в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом учета нефтепродуктов в резервуарном парке нефтеперерабатывающего завода	

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Ян Александр Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ИКСУ	Пякилля Борис Иванович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭиБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 220700 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:

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т12	Яну Александру Сергеевичу

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом учета нефтепродуктов в резервуарном парке нефтеперерабатывающего завода
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Объект исследования: резервуарный парк нефтеперерабатывающего завода. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный. Объекты процесса: резервуары вертикальные стальные, трубопроводы. Повышенные требования к безопасности объекта.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	Проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом учета нефтепродуктов в резервуарном парке нефтеперерабатывающего завода. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса аппаратно-технических средств. Разработка схем соединений внешних проводок. Моделирование технологического процесса. Разработка алгоритмов управления. Разработка экранных форм.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Структурная схема. Принципиальная технологическая схема. Функциональная схема автоматизации. Схема соединений 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	13.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ИКСУ	Пякилля Борис Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8T12	Ян Александр Сергеевич		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) – 220700 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:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.05.2016
--	------------

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ИКСУ	Пякилля Борис Иванович			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 146 страниц, 60 рисунков, 35 таблиц, 30 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: автоматизированная система, нефтепродукт, гудрон, асфальт, нефтебитум, нефтеперерабатывающий завод, комплекс аппаратно-технических средств, расход, насос, резервуар, трубопровод, функциональная схема автоматизации, структурная схема, принципиальная схема, схема соединений внешних проводок, проектирование, технологический процесс, регулирование, управление, мембранный исполнительный механизм, пневмопривод, клапан.

Объектом исследования является резервуарный парк нефтеперерабатывающего завода.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления резервуарного парка нефтеперерабатывающего завода.

Работа представляет собой проект автоматизации резервуарного парка нефтеперерабатывающего завода и выполняется согласно входной информации, полученной от заказчика:

- техническим требованиям на автоматизацию;
- проектной документации на существующие решения по автоматизации блока производства нефтебитума;
- нормативно-правовой базе для выполнения проектов автоматизации технологических процессов в Российской Федерации.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2013;
- Autodesk AutoCAD 2015;
- Mathcad;
- Matlab.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения	9
Введение	10
1 Техническое задание	12
1.1 Назначение и цели создания Системы	12
1.2 Характеристика объекта автоматизации	13
1.3 Требования к Системе	14
1.3.1 Требования к Системе в целом	14
1.3.2 Требования к структуре и функционированию Системы	15
1.3.3 Требования по сохранности информации при авариях	18
1.3.4 Требования к защите информации от несанкционированного доступа	18
1.3.5 Требования по стандартизации и унификации	19
1.3.6 Требования к снабжению электроэнергией	20
1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой	22
1.5 Требования к видам обеспечения	24
1.5.1 Требования к техническому обеспечению	24
1.5.2 Требования к программному обеспечению	30
1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению	33
1.5.4 Требования к информационному обеспечению	33
1.5.5 Требования к математическому обеспечению	34
2 Описание технологического процесса	36
3 Разработка структурной схемы	38
4 Разработка схем автоматизации	42
5 Комплекс технических средств	43
5.1 Выбор контроллерного оборудования	43
5.1.1 Программируемый логический контроллер S7-400	43
5.1.2 Блок питания PS405	44
5.1.3 Модуль центрального процессора CPU416F-2	45
5.1.4 Коммуникационный модуль CP443-1	46
5.1.5 Станция распределенного ввода/вывода ET200M	47
5.1.6 Блок питания PS307	48
5.1.7 Интерфейсный модуль IM153-2HF	49
5.1.8 Модуль дискретного ввода SM321	50
5.1.9 Модуль дискретного вывода SM322	51
5.1.10 Модуль аналогового ввода SM331	51
5.1.11 Модуль аналогового вывода SM332	52
5.1.12 Модуль дискретного ввода SM326-1	53
5.1.13 Модуль дискретного вывода SM326-2	54
5.1.14 Модуль аналогового ввода SM336-4	55
5.1.15 Изоляционный модуль SM195-7	56
5.2 Источник питания SIEMENS SITOP POWER=24V/10A	56
5.3 Выбор устройств и исполнительных механизмов	56
5.3.1 Манометры Jumo 420	56

5.3.3	Преобразователи температуры Метран-280	59
5.3.4	Кориолисовые расходомеры Micro Motion CMF300	61
5.3.5	Газоанализатор Simtronics GD10-P00	63
5.3.6	Нормирование погрешности канала измерения	65
5.3.7	Световая и звуковая сигнализация	67
5.3.8	Клапаны Samson	71
5.3.9	Электропривод РэмТЭК-02	75
6	Разработка схем соединений внешних проводов	77
7	Разработка алгоритмов управления	79
7.1	Алгоритм управления регулирующим клапаном	81
7.2	Разработка программно-алгоритмического обеспечения	84
8	Моделирование технологического процесса	87
8.1	Расчет параметров объекта регулирования	87
8.2	Расчет параметров исполнительного механизма	88
8.3	Модель системы автоматического регулирования	91
8.4	Результаты моделирования	93
9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	98
9.1	Цели и задачи	98
9.2	Организация и планирование комплекса работ	98
9.3	Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений	102
9.4	Расчет затрат на перевооружение	103
9.5	Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	105
9.6	Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и сока окупаемости капитальных затрат	106
10	Социальная ответственность	110
10.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	111
10.2	Производственная санитария	112
10.2.1	Шум	112
10.2.2	Микроклимат	113
10.2.3	Освещенность	114
10.2.4	Электромагнитное излучение	117
10.3	Электрическая безопасность	118
10.4	Пожарная безопасность	120
10.4.1	Пожарная профилактика	121
10.4.2	Оценка пожарной безопасности помещения	121
10.4.3	Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров	122
11.5	Охрана окружающей среды	123
11.6	Безопасность при чрезвычайных ситуациях	124
	Заключение	127
	Список использованных источников	128
	Приложение А. Схема структурная комплекса технических средств	130
	Приложение Б. Схема принципиальная технологическая резервуарного парка	131

Приложение В. Схемы автоматизации	132
Приложение Г. Схемы соединений внешних проводок	137
Приложение Д. Календарный план-график выполнения работ	146

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Расшифровка
АСУ	Автоматизированная система управления
РП	Резервуарный парк
НПЗ	Нефтеперерабатывающий завод
РВС	Резервуар вертикальный стальной
ПАЗ	Противоаварийная защита
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс
РО	Регулирующий орган
ОУ (ОР)	Объект управления (регулирования)
ИМ	Исполнительный механизм
СУ	Согласующее устройство
НО	Нуль-орган
САР	Система автоматического регулирования
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
АРМ	Автоматизированное рабочее место
ТЗ	Техническое задание
КАТС	Комплекс аппаратно-технических средств

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов, на сегодняшний день, очень распространена абсолютно во всех сферах и областях и является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации. Создание эффективной автоматизированной системы технологического процесса является очень важной и сложной задачей.

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

Поэтому неудивительно, что именно такая цель – разработка автоматизированной системы управления – ставится перед Автором в данной работе. Работа выполняется на основе оригинального рабочего проекта, представленного проектной и рабочей документацией, АСУ резервуарного парка НПЗ.

Работа включает в себя:

- элементы входной документации для разработки рабочего проекта, представленные техническими требованиями заказчика на автоматизацию объекта, а также техническое задание на автоматизацию, сформированное из технических требований и являющееся, отчасти, оригинальной разработкой Автора;
- элементы рабочего проекта, разработанные отделом программирования верхнего уровня;
- элементы алгоритмической части проекта и необходимого программного обеспечения, являющиеся, отчасти, оригинальной разработкой Автора;
- набор схем автоматизации, соединений и подключений внешних проводок, являющихся оригинальной разработкой Автора;

- технико-экономический расчет и оценка экологической безопасности, также выполненные Автором в полном объеме.

Непосредственный вклад Автора в реализацию оригинального проекта резервуарного парка нефтеперерабатывающего завода заключается в разработке в составе отдела автоматики, телемеханики и связи пакета проектной и рабочей документации, включающей в себя:

- схемы автоматизации;
- схемы соединений внешних проводок;
- схемы установки приборов на монтажных металлических конструкциях;
- схемы установки манометров, датчиков давления и датчиков загазованности;
- перечень входных/выходных сигналов;
- перечень оборудования, подлежащий демонтажу.

Реализация данного проекта включает в себя непосредственно разработку рабочего проекта, выбор комплекса аппаратно-технических средств, а также разработку программно-алгоритмического обеспечения и моделирование отдельно взятого процесса.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение и цели создания Системы

Основной целью и назначением Системы является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом 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 исполнительные механизмы, 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 исполнительные механизмы 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 технологических 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

Установка цеха НПЗ предназначена для выработки и отгрузки дорожных, строительных, кровельных битумов, сырья для производства битумов, полученных компаундированием из остаточных продуктов переработки нефти, а также для отгрузки топочного мазута в автоцистерны.

Таблица 1 – Краткая характеристика технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Техническая Характеристика
1	Колонна для окисления гудрона К-1, К-2, К-10	4	$V = 99,62 \text{ м}^3$
2	Колонна для сепарации газов окисления К-3'	1	$V = 50 \text{ м}^3$
3	Колонна для сепарации газов окисления К-3	1	$V = 37 \text{ м}^3$
4	Дымовая труба Д-1	1	$D = 2,5 \text{ м}; H = 45 \text{ м}$
5	Трубчатая печь, для нагрева сырья П-1	1	-
6	Печь дожига газов окисления П-2, П-2а	2	-
7	Емкость для приема и розлива готовой продукции Е-4...14	11	$V = 400 \text{ м}^3$
8	Резервуар для приема сырья Е-15, Е-17	2	$V = 400 \text{ м}^3$
9	Емкость для приема и розлива готовой продукции Е-31...33	2	$V = 200 \text{ м}^3$
10	Ресивер сжатого воздуха Е-45	1	$V = 25 \text{ м}^3$
11	Ресивер воздуха КИП Е-46	1	$V = 2 \text{ м}^3$
12	Расширитель конденсата Е-47	1	$V = 2 \text{ м}^3$
13	Воздушный компрессор ВП-50/8М для сжатия воздуха ВК-1...6	6	$Q = 50 \text{ м}^3/\text{мин}$
14	Теплообменники для охлаждения битума Т-12, Т-14	2	-
15	Погружной холодильник для охлаждения битума Т-15	1	-
16	Теплообменник охладитель конденсата Т-16	1	-
17	Насос ПДГ 125/32Н для перекачки гудрона, битума Н-2, Н-7... Н-16, Н-18	12	$Q = 50...125 \text{ м}^3/\text{ч};$ $P = 3,2 \text{ МПа}$
18	Насос ПДГ 40/32Н для перекачки гудрона Н-6	1	$Q = 10...40 \text{ м}^3/\text{ч};$ $P = 3,2 \text{ МПа}$
19	Насос ПДГ 25/45Н для перекачки черного соляра, битума Н-1, Н-19, Н-20	3	$Q = 8,5...25 \text{ м}^3/\text{ч};$ $P = 4,5 \text{ МПа}$
20	Сепаратор топливного газа С-1	1	$D = 1,6 \text{ м}; H = 5,2 \text{ м}$
21	Холодильник промежуточный ХП-1...6	6	-
22	Холодильник концевой ХК-1...6	6	-

Большая часть оборудования будет размещена внутри помещений и эксплуатироваться при температуре окружающей среды от 0 до плюс 40 °С. Однако должна быть предусмотрена возможность транспортировки и хранения оборудования при температурах до минус 40 °С. Кроме того, возможно аварийное снижение температуры в помещениях до минус 40 °С в случае неисправности системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, после которого при восстановлении нормальных условий оборудование не должно терять работоспособность.

Оборудование, размещаемое снаружи помещений, должно работать при температурах окружающей среды в полном диапазоне указанных температур окружающей среды (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 (РСУ) и автоматической системы противоаварийной защиты (ПАЗ). Основной целью и назначением которых является обеспечение безопасного и эффективного управления технологическим процессом 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 через кроссовые шкафы.

Обмен данными между оборудованием среднего и верхнего уровней должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей высокой производительности. Для организации этих сетей должна быть предусмотрена проводка резервированных оптоволоконных кабелей и кабелей типа "витая пара" категории не ниже "5е" с применением специализированного сетевого оборудования.

Структура РСУ и ПАЗ должна быть предусмотрена такой, чтобы исключить наличие узлов (единичных элементов и связей), отказ которых приведет к отказу РСУ 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 числу уровней иерархии и степени централизации Системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах (в объеме 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:

- 1) кроссовые шкафы;
- 2) шкафы автоматизации.

– верхний уровень – уровень, включающий серверный шкаф, автоматизированные рабочие места (АРМ):

- 1) АРМ старшего оператора;
- 2) два АРМ оператора-технолога;
- 3) АРМ машиниста насосного оборудования;
- 4) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;
- 5) АРМ инженера КИП;
- 6) АРМ панелей визуализации.

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

Схема структурная комплекса технических средств 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 автоматизации в круглосуточном режиме (штатный режим).

При появлении нештатных ситуаций (отключение питания, сбой в системах ввода – вывода и прочее) в Системе должны быть реализованы алгоритмы управления, направленные 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 или автоматизируемые функции полностью или частично прекращают свое выполнение в связи с отказами программно-технических средств Системы;
- сервисный режим, во время которого обеспечивается проведение регламентных работ по техническому обслуживанию, 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 ввода-вывода, нормирующих преобразователей, барьеров искрозащиты и других аппаратных 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 информации от несанкционированного доступа

Подсистемы управления доступом, подсистемы регистрации и учета и подсистемы обеспечения целостности компонентов создаваемой Системы должны соответствовать требованиям Руководящего документа ФСТЭК РФ "Ав-

томатизированные 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.

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.

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 установки цеха НПЗ 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 входящих в комплект поставки Системы.

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

Предусмотреть вывод сигнализации состояния ИБП по интерфейсу Ethernet.

Предусмотреть вывод сигнализации состояния от блоков питания (24 В) шкафов автоматики.

1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой

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 "онлайн" (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.

ПАЗ функционирует независимо от РСУ. Нарушение работы РСУ не должно влиять на работу ПАЗ. ПАЗ должна выполнять следующие функции:

- автоматическое обнаружение потенциально опасных изменений состояния технологического объекта или РСУ;
- автоматическое измерение технологических переменных, важных для безопасного ведения технологического процесса (например, измерение переменных, значения которых характеризуют близость объекта к границам режима безопасного ведения процесса);
- автоматическая (в режиме "онлайн") диагностика отказов, возникающих в ПАЗ и (или) в используемых ею средствах технического и ПО;
- автоматическая предаварийная сигнализация, информирующая оператора технологического процесса о потенциально опасных изменениях, произошедших в объекте или в ПАЗ;
- автоматическая защита от несанкционированного доступа к параметрам настройки и (или) выбора режима работы ПАЗ.

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 крышкой 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 (Exi 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 Exi, другая – Exd.

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.

РСУ 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 РСУ.

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 РСУ 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 ПАЗ с которой будут выполняться все операции по обслуживанию и диагностике. АРМ инженера РСУ и ПАЗ 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 ПАЗ 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 управления исполнительными механизмами должны представлять собой последовательность действий для дистанционного управления, включая блокировки на отключение и запрет на включение (открытие, закрытие), если хотя бы одно из условий отключения выполняется или результат воздействия может привести к нарушению режима функционирования отдельных объектов и установки в целом.

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

В качестве сырья для получения дорожных, строительных и кровельных марок битума используется гудрон с установок:

- ЭЛОУ+АВТ-6 цеха 18 НПЗ, поступающий по трубопроводу №8354, Ду-150;
- ГК-3 блок АТ цеха 11 НПЗ, поступающий по трубопроводу №8249, Ду-150.

Для увеличения условной вязкости гудрона используется асфальт с установки 36/2М цеха 101 ЗМ, поступающий по трубопроводу №2621, Ду-100.

В зависимости от марки получаемого битума, сырьё подбирается по значению показателей условной вязкости, путём регулирования расхода гудрона и асфальта в сырьевые резервуары поз. Е-15, Е-17. Подготовка сырьевой смеси производится либо в сырьевых емкостях, либо в приёмном трубопроводе непосредственно, изменением количества принимаемого гудрона и асфальта.

Показатель условной вязкости при 80 °С гудрона для производства дорожных марок битума следует выдерживать в интервале:

- для марки БНД 130/200 – от 15 до 20 секунд;
- для марки БНД 90/130 – от 20 до 30 секунд;
- для марки БНД 60/90 – от 30 до 40 секунд.

Строительный битум марок БН 70/30, БН 90/10 производится при показателе условной вязкости при 80 °С гудрона в интервале от 20 до 30 секунд.

Кровельный битум марки БНК 45/190 производится при показателе условной вязкости при 80 °С гудрона в интервале от 7 до 15 секунд.

Сырьевая смесь (гудрон, асфальт) поступает в сырьевые резервуары поз. Е-15, Е-17 с температурой не выше 160 °С и замеряется с помощью термопар поз. TIR-14/1, TIR-14/2 и поз. TIR-2/11, TIR-2/12 соответственно, с выносом показаний на щит операторной и АРМ.

Уровень сырья в резервуарах поз. Е-15, Е-17 определяется с помощью уровнемеров поз. LIRA-142/1 и LIRA-142/2 соответственно, с выносом показаний на щит операторной.

Регулирование уровня в сырьевых резервуарах поз. Е-15, Е-17 производится откачкой сырьевой смеси насосами поз. Н-2, Н-6, Н-7, Н-8, Н-9 в колонны поз. К-1, К-2, К-10.

Также регулирование уровня в сырьевых резервуарах поз. Е-15, Е-17 производится регуляторами расхода и регулирующими клапанами, расположенными на трубопроводах подачи сырьевой смеси: для гудрона с ЭЛОУ+АВТ-6 поз. FIRC-405; для гудрона с ГК-3 блока АТ, поз. FIRC-404; для асфальта с 36/2М поз. FIRC-401, с выносом показаний на щит операторной.

Для измерения расхода поступающего сырья с установок ЭЛОУ+АВТ-6, ГК-3 блок АТ, 36/2М в резервуары поз. Е-15, Е-17 на линии № 1 смонтирован расходомер "Турбоквант" поз. FGT-496 с выносом показаний на щит операторной. Для обеспечения нормальной работы расходомера смонтирован фильтр очистки от механических примесей.

В сырьевом парке установки 19/6 необходимо иметь пустой резервуар или резервуар с минимальным взливом для возможности аварийного освобождения любого из резервуаров парка по схеме циркуляции, в случае аварийной ситуации. Также допускается аварийное освобождение нефтепродукта в пустые ёмкости готовой продукции поз. Е-4 ... 14 [4].

Принципиальная технологическая схема сырьевого парка нефтеперерабатывающего завода приведена в приложении Б.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурная схема комплекса технических средств АСУ ТП сырьевого парка НПЗ построена по трехуровневому иерархическому принципу в соответствии с п. 1.3.2 настоящего ТЗ.

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя полевое оборудование, установленное на технологических трубопроводах и аппаратах (в объеме 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:

- 1) кроссовые шкафы;
- 2) шкафы автоматизации.

- верхний уровень – уровень автоматизированного оперативного управления, включающий серверный шкаф, автоматизированные рабочие места (АРМ):

- 1) АРМ старшего оператора;
- 2) два АРМ оператора-технолога;
- 3) АРМ машиниста насосного оборудования;
- 4) АРМ инженера РСУ и ПАЗ;
- 5) АРМ инженера КИП;
- 6) 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:

- первичные и внешитовые приборы:
 - 1) манометры Jumo 420;
 - 2) радарные уровнемеры Rosemount 5601;

- 3) ИПТ Метран-281;
- 4) кориолисовые расходомеры Micro Motion CMF300;
- 5) газоанализаторы Simtronics GD10-P00;
- исполнительные устройства и механизмы:
 - 1) посты сигнализации загазованности в составе:
 - а) сигнализаторы звуковые ВС-3ГС;
 - б) сигнализаторы световые ВС-4С;
 - в) посты кнопочные ПВК-12У5;
 - 2) пневмоприводные клапаны Samson 3421 в составе:
 - а) электропневматические позиционеры Samson 3730-3;
 - б) сигнализаторы конечных положений Samson 3776;
 - в) электроприводы РэмТЭК-02;
- кабельная продукция;
- модульные управляющие устройства.

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, поступающих со среднего уровня;
- формирование световых и звуковых предупредительных и предаварийных сигналов.

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

Средний уровень Системы выполняет следующие функции:

- сбор, первичная обработка (фильтрацию, линейризацию 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 исполнительные механизмы Системы;
- обмен информацией с верхним уровнем;
- поддержание единого времени в системе;
- работа в автономном режиме при нарушениях связи с верхним уровнем;
- формирование предупредительных и предаварийных сигналов;
- автоматическая диагностика комплекса программных и технических средств;
- бесперебойное питание технических средств среднего уровня.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень Системы состоит из межсетевого экрана, серверов баз данных (основного и резервного), коммутаторов, ИБП 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, выборка и поиск информации в исторической и архивной базе данных;
- 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.

4 РАЗРАБОТКА СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

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 [1].

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.

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".

Схемы автоматизации представлена в приложении В.

5 КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП блока производства нефтебитума 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.

5.1 Выбор контроллерного оборудования

АСУ ТП цеха шахтной печи 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 в цехе подготовки газа используется ПЛК SIMATIC S7-400. Распределенный ввод/вывод реализован на станциях ET200M.

5.1.1 Программируемый логический контроллер S7-400

SIMATIC S7-400 (см. рис. 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 [5, 6].



Рисунок 1 – Внешний вид ПЛК SIMATIC S7-400

В состав S7-400 входят:

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

5.1.2 Блок питания PS405

Стабилизированный блок питания PS405 (см. рис. 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 2 – Внешний вид блока питания PS405

Технические характеристики блока питания PS405 приведены в таблице 2 [5, 6].

Таблица 2 – 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
Входной ток:	
– номинальное значение, 24 VDC	4,0 A
– номинальное значение, 48 VDC	2,0 A
– номинальное значение, 60 VDC	1,6 A
– пусковой ток, макс.	18 A

Продолжение таблицы 2

Технические характеристики	Значение
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

5.1.3 Модуль центрального процессора CPU416F-2

Модуль центрального процессора CPU416F-2 (см. рис. 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 применяются для построения отказоустойчивых систем автоматизации [5, 6].



Рисунок 3 – Внешний вид модуля центрального процессора CPU416F-2

Основные технические характеристики модуля центрального процессора CPU416F-2 приведены в таблице 3 [5, 6].

Таблица 3 – 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, Flash EEPROM	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

Технические характеристики	Значение
Встроенные интерфейсы: – MPI/Profibus DP – Profibus DP – ProfiNet	1 2 Нет
Физические интерфейсы	RS-485
Скорость передачи данных по интерфейсу Profibus DP	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

5.1.4 Коммуникационный модуль CP443-1

Коммуникационный процессор CP443-1 (см. рис. 4) предназначен для подключения ПЛК S7-400 к сети Industrial Ethernet. Он оснащен встроенным микропроцессором и позволяет разгружать центральный процессор контроллера от обслуживания коммуникационных задач и дополнительных коммуникационных соединений [5, 6].



Рисунок 4 – Внешний вид коммуникационного модуля CP443-1

Основные технические характеристики коммуникационного модуля CP443-1 приведены в таблице 4 [5, 6].

Таблица 4 – Технические характеристики коммуникационного модуля CP443-1

Технические характеристики	Значение
Скорость обмена данными	10 ... 100 Мбит/с
Интерфейсы Industrial Ethernet	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

5.1.5 Станция распределенного ввода/вывода ET200M

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

SIMATIC ET200M (см. рис. 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 [5, 6].



Рисунок 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 [5, 6].

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.

5.1.6 Блок питания PS307

Блок питания PS307 (см. рис. 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 [7].



Рисунок 6 – Внешний вид блока питания PS307

Технические характеристики блока питания PS307 приведены в таблице 5 [7].

Таблица 5 – 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
Ограничение тока, А	11 ... 12

Продолжение таблицы 5

Технические характеристики	Значение
Входной ток, А: – номинальное значение, 120 VAC – номинальное значение, 230 VAC – пусковой ток, макс.	4,2 1,9 55
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

5.1.7 Интерфейсный модуль IM153-2HF

Интерфейсный модуль IM153-2HF (см. рис. 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 IM153-2HF возможно подключать 12 модулей ввода/вывода [8].



Рисунок 7 – Внешний вид интерфейсного модуля IM153-2HF

Основные технические характеристики интерфейсного модуля IM153-2HF приведены в таблице 6 [8].

Таблица 6 – 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
Функция идентификации	есть

Продолжение таблицы 6

Технические характеристики	Значение
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

5.1.8 Модуль дискретного ввода SM321

Модуль дискретного ввода SM321 (см. рис. 8) предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы [9].



Рисунок 8 – Внешний вид модуля дискретного ввода SM321

Основные технические характеристики модуля дискретного ввода SM321 приведены в таблице 7 [9].

Таблица 7 – 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	–

Продолжение таблицы 7

Технические характеристики	Значение
Время задержки при переключении сигнала, мс:	
– из “0” в “1”, мин.	1,2
– из “1” в “0”, макс.	4,8

5.1.9 Модуль дискретного вывода SM322

Модуль дискретного вывода SM322 (см. рис. 9) предназначен для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства или их коммутационные аппараты [10].



Рисунок 9 – Внешний вид модуля дискретного вывода SM322

Основные технические характеристики модуля дискретного вывода SM322 приведены в таблице 8 [10].

Таблица 8 – 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
Соппротивление нагрузки	48 Ом ... 4 кОм

5.1.10 Модуль аналогового ввода SM331

Модуль аналогового ввода SM331 (см. рис. 10) предназначен для аналого-цифрового преобразования входных аналоговых сигналов контроллера и форми-

рования 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 [11].



Рисунок 10 – Внешний вид модуля аналогового ввода SM331

Основные технические характеристики модуля аналогового ввода SM331 приведены в таблице 9 [11].

Таблица 9 – 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

5.1.11 Модуль аналогового вывода SM332

Модуль аналогового вывода SM332 (см. рис. 11) предназначен для цифро-аналогового преобразования внутренних цифровых величин контроллера и фор-

мирования его выходных аналоговых сигналов. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства, управляемые унифицированными сигналами силы тока или напряжения [12].



Рисунок 11 – Внешний вид модуля аналогового вывода SM332

Основные технические характеристики модуля аналогового вывода SM332 приведены в таблице 10 [12].

Таблица 10 – 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

5.1.12 Модуль дискретного ввода SM326-1

Модуль дискретного ввода SM326-1 (см. рис. 12) предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы. Данный модуль применяется в системах ПАЗ [13].



Рисунок 12 – Внешний вид модуля SM326-1

Основные технические характеристики модуля дискретного ввода SM326-1 приведены в таблице 11 [13].

Таблица 11 – Технические характеристики модуля дискретного ввода SM326-1

Технические характеристики	Значение
Количество входов	24 (4 группы по 6 входов)
Схема подключения датчиков	двухпроводная
Напряжение питания, VDC	24
Количество одновременно обслуживаемых входов	24
Длина кабеля, м:	
– обычного	100
– экранированного	200
Входное напряжение сигнала, VDC:	
– номинальное значение	24
– высокого уровня	11 ... 30
– низкого уровня	–30 ... +5
Входной ток сигнала, мА:	
– высокого уровня	10
– низкого уровня, макс.	2

5.1.13 Модуль дискретного вывода SM326-2

Модуль дискретного вывода SM326-2 (см. рис. 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 [14].



Рисунок 13 – Внешний вид модуля SM326-2

Основные технические характеристики модуля дискретного вывода SM326-2 приведены в таблице 12 [14].

Таблица 12 – Технические характеристики модуля дискретного вывода SM326-2

Технические характеристики	Значение
Количество выходов	10 (2 группы по 5 выходов)
Напряжение питания нагрузки, VDC	24
Длина кабеля:	
– обычного	600 м
– экранированного	1000 м

Продолжение таблицы 12

Технические характеристики	Значение
Выходной ток сигнала: – высокого уровня – низкого уровня, макс.	7 мА ... 2 А 5 мА
Максимальная частота переключения, Гц	25

5.1.14 Модуль аналогового ввода SM336-4

Модуль аналогового ввода SM336-4 (см. рис. 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 [15].



Рисунок 14 – Внешний вид модуля SM336-4

Основные технические характеристики модуля аналогового ввода SM336-4 приведены в таблице 13 [15].

Таблица 13 – 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

5.1.15 Изоляционный модуль SM195-7

Изоляционный модуль SM195-7 (см. рис. 15) предназначен для отделения отказоустойчивых и стандартных модулей в станции распределенного ввода/вывода ET200M [16].



Рисунок 15 – Внешний вид изоляционного модуля SM195-7

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

От надежности работы источников питания зависит отказоустойчивость всей системы управления в целом. В АСУ ТП цеха НПЗ для обеспечения бесперебойным стабилизированным питанием устройств, требующих внешнего питания напряжением 24 В постоянного тока используется источник питания SIEMENS SITOP POWER=24В/10А (см. рис. 16) [5, 6].



Рисунок 16 – Внешний вид источника питания SIEMENS SITOP
POWER=24В/10А

5.3 Выбор устройств и исполнительных механизмов

5.3.1 Манометры Jumo 420

Манометры Jumo 420 (см. рис. 17) с пружиной Бурдона служат для измерения давления невязких, жидких некристаллизующихся и газообразных сред.



Рисунок 17 – Внешний вид манометра Jumo 420

Основные технические характеристики манометра Jumo 420 приведены в таблице 14 [17].

Таблица 14 – Технические характеристики манометра Jumo 420

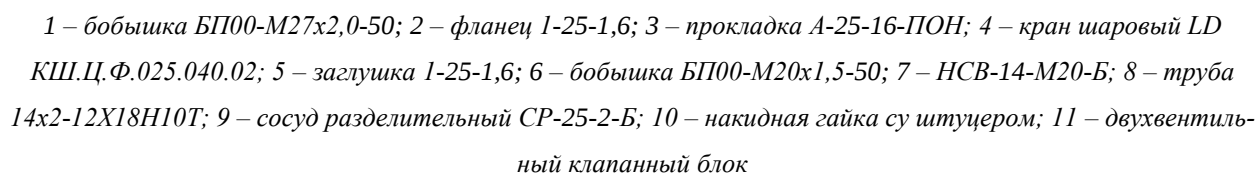
Технические характеристики	Значение
Диапазон измерения, МПа: – насосная № 2 (холодная) (поз. PG 647 ... 650) – сырьевой парк (поз. PG 692, 693)	0 ... 2,5 (с перегрузом до 3,2) 0 ... 2,5
Корпус	нержавеющая сталь
Номинальный диаметр, мм	160
Механизм	нержавеющая сталь
Класс точности	1,0
Степень защиты	IP65
Стекло	безопасное многослойное
Присоединение к процессу	M20x1,5
Минимальная температура окружающей среды, °C	минус 40
Максимальная температура измеряемой среды, °C	плюс 200

В силу того, измеряемая среда является вязкой монтаж манометров предусмотрен с использованием разделительного сосуда CP-25-2-Б (см. рис. 18), предназначенный для защиты внутренних полостей датчиков от непосредственного контакта и воздействия агрессивной измеряемой среды путем передачи давления через разделительную жидкость.



Рисунок 18 – Внешний вид CP-25-2-Б

Монтажные схемы манометров по позициям приведены на рисунке 19.



б) для поз. PG 649

Рисунок 19 – Монтажные схемы манометров

Радарные уровнемеры серии 5600 (см. рис. 20) предназначен для проведения бесконтактных измерений уровня в промышленных, складских и прочих резервуарах.



Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Rosemount 5601AE1P5B0PE74SQENR. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 15 [18].

Таблица 15 – Технические характеристики уровнемера Rosemount 5601

Технические характеристики	Значение
Колебание частоты, ГГц	10
Искробезопасность	2ExiaIICT6
Электропитание	24-240 VDC/VAC при частоте 0-60 Гц
Выходной сигнал: – первичный – вторичный	4-20 мА (HART) нет
Дисплей	ЛПУ, встроенный
Вычисление объема	базовые уравнения (стандартные)
Антенна: – тип – размер – материал	коническая, удлиненная DN100 нерж. сталь 316L
Уплотнение резервуара	кварц
Материал уплотнительного кольца	EPDM
Соединение с процессом	антенна с пластиной

Монтажная схема уровнемеров приведена на рисунке 21.

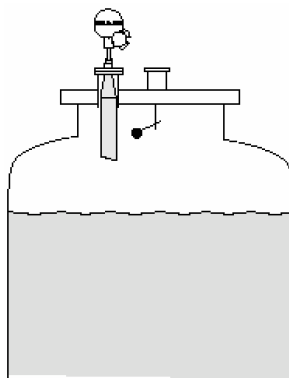


Рисунок 21 – Монтажная схема уровнемеров LGT 142/1, LGT 142/2

5.3.3 Преобразователи температуры Метран-280

Интеллектуальные преобразователи температуры (ИПТ) Метран-280 (см. рис. 22) предназначены для точных измерений температуры в составе АСУ ТП. Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



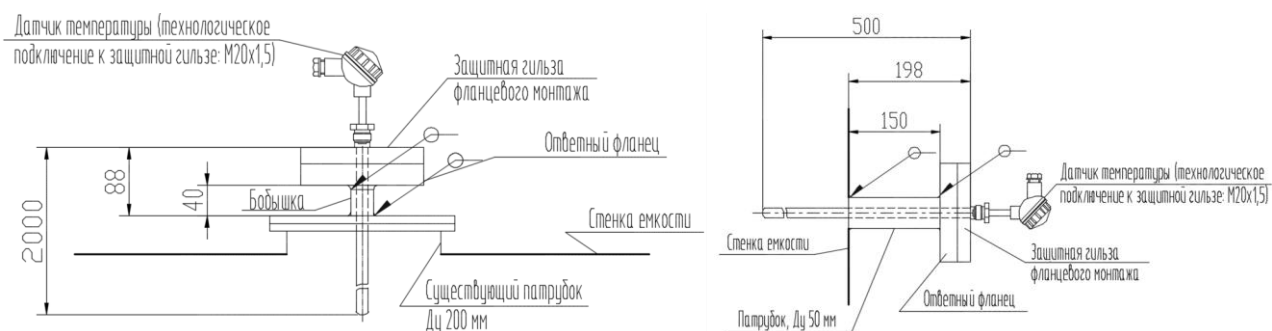
Рисунок 22 – Внешний вид ИПТ Метран-280

Исходя из требований технологического процесса была выбрана модель датчика Метран-281-Ехiа-1. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 16 [19].

Таблица 16 – Технические характеристики ИПТ Метран-281-Ехiа-1

Технические характеристики	Значение
Искрозащита	0ЕхiаIICT5
Исполнение электронного преобразователя	с гальванической развязкой
Длина монтажной части, мм:	
– верх резервуаров поз. Е-15, Е-17 (поз. ТТ 2/11, ТТ 14/1)	160
– низ резервуаров поз. Е-15, Е-17 (поз. ТТ 2/12, ТТ 14/2)	500
Материал защитной арматуры	12Х18Н10Т
Диапазон измерений, °С	0 ... 300
Температурный класс по ГОСТ Р 51330.0	Т5
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	У1.1
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, %	±0,4
Тип преобразователя температуры	ХА (К), двухпроводная сх.
Технологическое подключение	М20х1,5

Монтажные схемы датчиков температуры по позициям приведены на рисунке 23.



а) верх емкостей (поз. ТТ 2/11, ТТ 14/1)

б) низ емкостей (поз. ТТ 2/12, ТТ 14/2)

Рисунок 23 – Монтажные схемы датчиков температуры

5.3.4 Кориолисовые расходомеры Micro Motion CMF300

Кориолисовый расходомер Micro Motion CMF300 (см. рис. 24) предназначены для измерения широкого диапазона расходов жидкостей, газов и взвесей, в том числе сверхбольших и сверхмалых расходов. Исходя из условий технологического процесса были выбраны следующие модели расходомеров Micro Motion:

- преобразователь CMF300M999NRHGEZZXGRR1 с передатчиком 1700C12DEGEZZR2 (поз. FGT 401, 404, 405);
- преобразователь CMF300M999NRHGEZZXGRR1 с передатчиком 1700C12DEGEZZR2PK (поз. FGT 402);
- преобразователь CMF300A999NCAGEZZXGRR1 с передатчиком 1700I12DEGEZZR2 (поз. FGT 408).



Рисунок 24 – Внешний вид расходомера Micro Motion CMF300

Основные технические характеристики модели приведены в таблице 17 [20].

Таблица 17 – Технические характеристики расходомера Micro Motion CMF300

Технические характеристики	Значение
Тип расходомера	кориолисовый
Материал измерительных трубок	нерж. сталь 316L
Тип исполнения датчика	фланцевый
Присоединительный диаметр, мм	100
Фланцы	DIN2635 PN 40 – Type R13
Корпус	стандартный
Исполнение электроники: – поз. FGT 401, 402, 404, 405 – поз. FGT 408	удаленный монтаж интегрированный монтаж
Выходной сигнал	4-20 мА (HART)
Соединение кабелепровода	кабельный ввод из никелированной латуни, M20

Продолжение таблицы 17

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерений, м ³ /ч:	
– поз. FGT 401, 404, 405	5 ... 100
– поз. FGT 402	5 ... 30
– поз. FGT 408	12 ... 30
Напряжение питания, VDC	24

Монтажные схемы расходомеров Micro Motion CMF300 по позициям приведена на рисунках 25 ... 29.

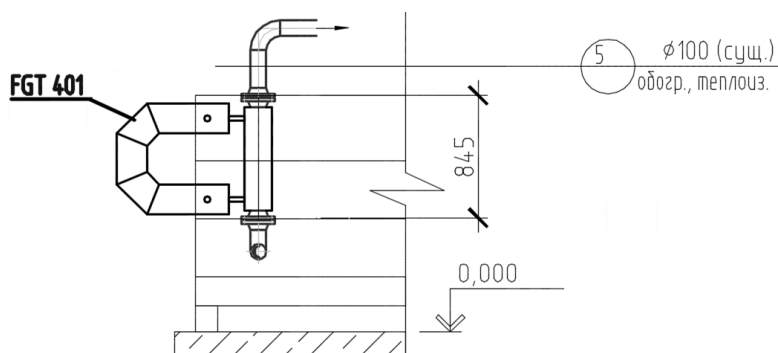


Рисунок 25 – Монтажная схема расходомера FGT 401

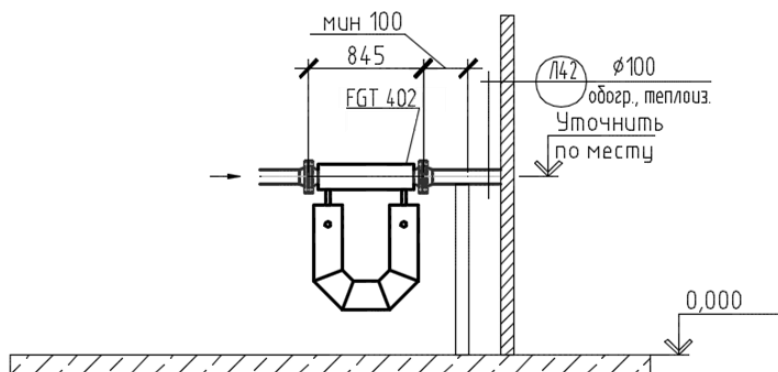


Рисунок 26 – Монтажная схема расходомера FGT 402

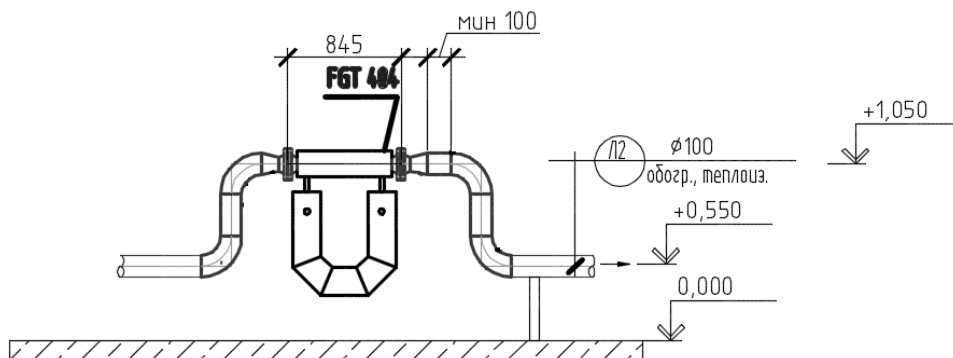


Рисунок 27 – Монтажная схема расходомера FGT 404

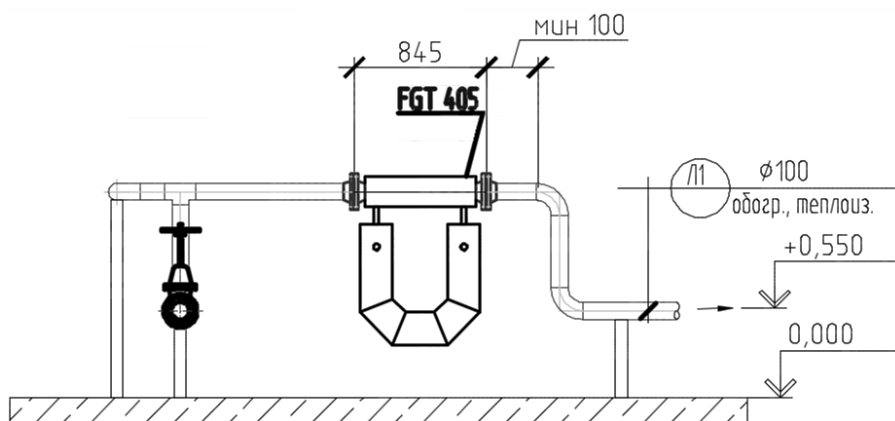


Рисунок 28 – Монтажная схема расходомера FGT 405

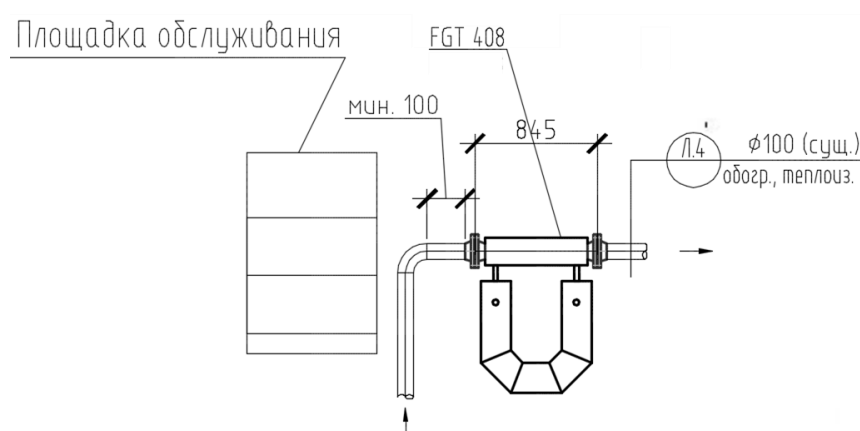


Рисунок 29 – Монтажная схема расходомера FGT 408

5.3.5 Газоанализатор Simtronics GD10-P00

Инфракрасный точечный газовый извещатель Simtronics GD10-P00 (рис. 30) предназначен для определения качественного и количественного состава смесей газов.



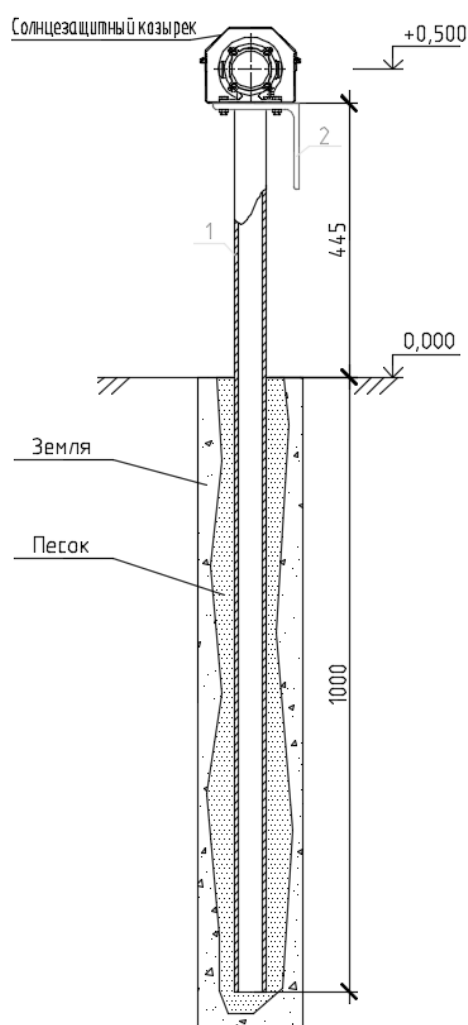
Рисунок 30 – Внешний вид газоанализатора Simtronics GD10-P00

Исходя из условий технологического процесса была выбрана модель датчика Simtronics GD10-P00-17DG-0XH-00. Технические характеристики модели приведены в таблице 18 [21].

Таблица 18 – Технические характеристики газоанализатора Simtronics GD10-P00

Технические характеристики	Значение
Напряжение питания, VDC: – номинальное значение – допустимое значение	24 18 ... 32
Схема подключения	трехпроводная
Рабочий диапазон температур, °C	от минус 40 до плюс 65
Взрывозащита	ExdIICT6Gb
Степень защиты	IP66
Диапазон измерений, %	0 ... 100
Допустимая погрешность измерений: – от 0 до 50 % НКПР – от 50 до 100 % НКПР	±3 ±5
Измеряемая среда	углеводороды C ₁ – C ₁₀
Выходной сигнал	4-20 мА (HART)

Монтаж газоанализаторов Simtronics GD10-P00 по позициям приведен на рисунках 31 и 32.



1 – труба 50x6; 2 – уголок 140x140x9

Рисунок 31 – Монтаж газоанализаторов АТ 20_17 ... 20_22

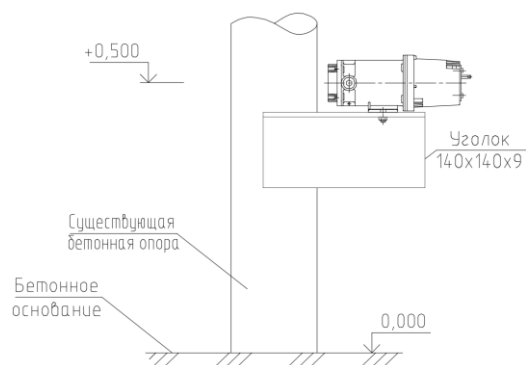


Рисунок 32 – Монтаж газоанализаторов АТ 8_1 ... 8_4

Внешний вид солнцезащитного козырька показан на рисунке 33.



Рисунок 33 – Внешний вид солнцезащитного козырька

5.3.6 Нормирование погрешности канала измерения

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

В качестве канала измерения выберем канал измерения расхода.

Требование к погрешности канала измерения не более 0,2 %. Разрядность АЦП составляет 16 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерений расходомера производится по формуле (5.1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2)}, \quad (5.1)$$

где $\delta = 0,2 \%$ - 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 РМГ 62-2003:

$$\delta_2 = \frac{0,2 \cdot 4}{100} = 0,008 \text{ \%}.$$

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

$$\delta_3 = \frac{0,2 \cdot 100}{2^{16}} = 0,0003 \text{ \%}.$$

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 РМГ 62-2003:

$$\delta_4 = \frac{0,2 \cdot 33}{100} = 0,066\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая помехами различного вида, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_5 = \frac{0,2 \cdot 1}{100} = 0,002\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая давлением измеряемой среды, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_6 = \frac{0,2 \cdot 1}{100} = 0,002\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая остальными факторами, устанавливается рекомендациями РМГ 62-2003:

$$\delta_7 = \frac{0,2 \cdot 36}{100} = 0,072\%.$$

Таким образом, подставив в формулу (5.1) полученные значения, рассчитаем допустимую основную погрешность расходомера:

$$\delta_1 = \sqrt{0,2^2 - (0,008^2 + 0,0003^2 + 0,066^2 + 0,002^2 + 0,002^2 + 0,072^2)} = 0,17 \, \%.$$

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

5.3.7 Световая и звуковая сигнализация

В качестве звукового сигнализатора выбран сигнализатор звуковой ВС-3-ГС (см. рис. 34), предназначенный для подачи звукового сигнала с целью привлечения внимания людей в аварийных и иных ситуациях.



Рисунок 34 – Внешний вид сигнализатора звукового ВС-3-ГС

Основные технические характеристики сигнализатора звукового ВС-3-ГС приведены в таблице 19 [22].

Таблица 19 – Технические характеристики сигнализатора звукового ВС-3-ГС

Технические характеристики	Значение
Напряжение питания, VDC:	
– номинальное	24
– допустимое	20 ... 28
Потребляемый ток, мА	200
Уровень звука, дБА/1м	105
Частота звука, кГц	1,5 ... 4
Температура окружающей среды, °С	от минус 50 до плюс 60
Степень защиты	IP67
Взрывозащита	1ExsIIT3

В качестве светового сигнализатора выбран сигнализатор световой ВС-4-С (см. рис. 35), предназначенный для подачи светового сигнала с целью индикации режимов работы оборудования и привлечения внимания людей в аварийных и иных ситуациях.



Рисунок 35 – Внешний вид сигнализатора светового ВС-4-С

Основные технические характеристики сигнализатора светового ВС-4-С приведены в таблице 20 [23].

Таблица 20 – Технические характеристики сигнализатора светового ВС-4-С

Технические характеристики	Значение
Напряжение питания, VDC:	
– номинальное	24
– допустимое	20 ... 28
Потребляемый ток, мА	60
Сила света, мкд (мин.)	1000
Цвет	красный (желтый)
Угол обзора, град (мин.)	120
Температура окружающей среды, °С	от минус 50 до плюс 60
Степень защиты	IP67
Взрывозащита	1ExsIIT3

В качестве кнопочного поста для ручного опробования и отключения сигнализации выбран пост кнопочный ПВК-12У5 (см. рис. 36). Посты предназначены для дистанционного управления электроприводами машин и механизмов в стационарных установках и на подвижных средствах наземного, морского транспорта, где они приводятся в действие вручную оператором, а также для сигнализации, связанной с названными электроприводами, либо другими электротехническими устройствами.



Рисунок 36 – Внешний вид поста кнопочного ПБК-12У5

Основные технические характеристики поста кнопочного ПБК-12У5 приведены в таблице 21 [24].

Таблица 21 – Технические характеристики поста кнопочного ПБК-12У5

Технические характеристики	Значение
Номинальное напряжение, В: – постоянного тока, не более – переменного тока (50/60 Гц), не более	440 660
Номинальный ток, А	16
Взрывозащита	1ExdIIBT6
Степень защиты	IP65
Температура окружающей среды, °С	от минус 60 до плюс 40

Оборудование световой и звуковой сигнализации, а также модульные управляющие устройства (МУУ) для расключения газоанализаторов устанавливаются на монтажной металлической конструкции. Схема установки приборов на монтажных металлических конструкциях на площадках сырьевого узла и сырьевого парка, а также в насосной № 2 (холодной), приведены на рисунках 37 и 38 соответственно.

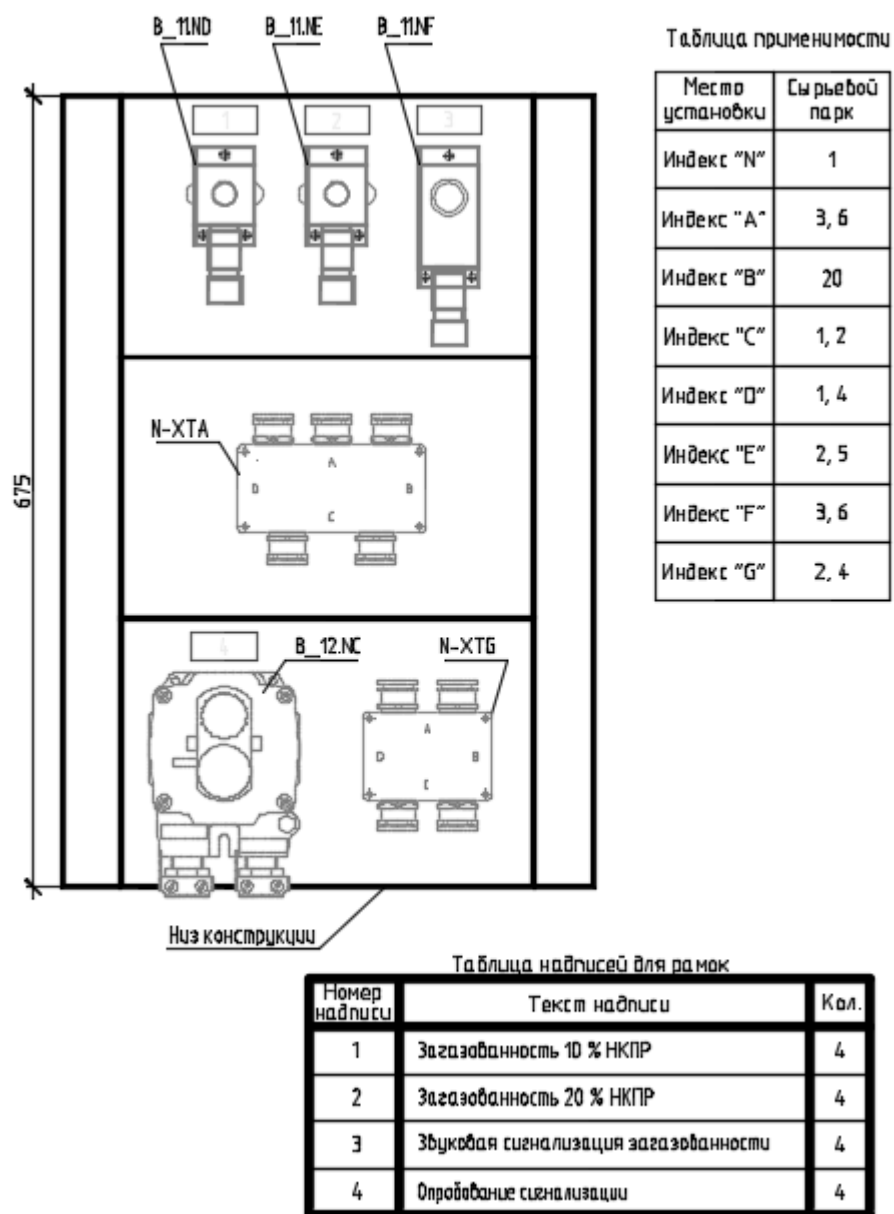


Рисунок 37 – Установка приборов на монтажной металлической конструкции на площадках сырьевого парка и сырьевого узла

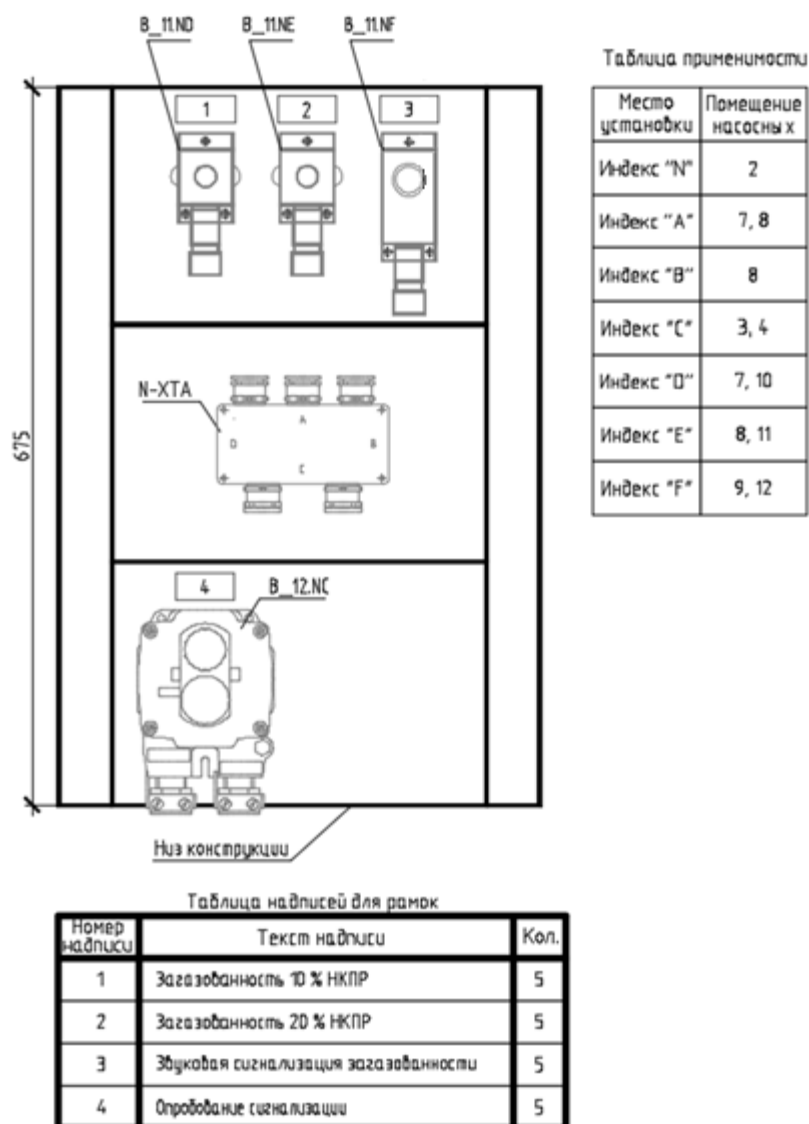


Рисунок 38 – Установка приборов на монтажной металлической конструкции в насосной № 2 (горячей)

5.3.8 Клапаны Samson

В соответствии с требованиями ТЗ выбраны следующие типы клапанов производителя Samson:

- проходной односедельный клапан Samson 3241 (см. рис. 39);
- поворотный клапан с сегментным затвором Samson Vetec 72.3 (см. рис. 40).



Рисунок 39 – Внешний вид клапана
Samson 3241



Рисунок 40 – Внешний вид клапана
Samson Vetec 72.3

Основные технические характеристики клапанов Samson приведены в таблице 22 [25].

Таблица 22 – Технические характеристики пневмопривода Samson

Технические характеристики	Значение
Конструкция клапана: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	односедельный сегментный
Условный проход (Ду), мм: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	100 50
Условное давление (Ру), кгс/см ² : – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	25 40
Материал корпуса	WN 1.6220
Тип корпуса (форма фланцев)	впадина (form F); EN 1092-1
Сальник: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	PTFE-самоподтягивающийся графит формы Н (подтягивается вручную)
Материал плунжерной пары: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	WN 1.4581/WN 1.4571 4404/316L
Уплотнение: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	металл пришлифованное

Продолжение таблицы 22

Технические характеристики	Значение
Класс протечки: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	IV-L1 V
Графическая характеристика	равнопроцентная
Kv расчетное: – поз. FV 401, 405 – поз. FV 402, 408 – поз FV 404	192 ... 194 24,5 195 ... 203
Kvs: – поз. FV 401, 405 – поз. FV 402, 408 – поз FV 404	210 40 340
Ожидаемый уровень шума: – поз. FV 401, 405 – поз. FV 402, 408 – поз FV 404	59 78 55
Направление потока	на открытие (FTO)
Верхняя часть: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	стандарт (std) изолирующая вставка (IT)
ΔP , бар	1
Ход клапана, мм: – поз. FV 401, 404, 405 – поз FV 402, 408	75 15
Ручной дублер	сбоку (side)
Положение безопасности	НО
Время закрытия, с (не более)	120
Привод: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	Air Torque 3277
Позиционер	3730-3
Сигнализатор конечного положения	3776
Редукционная станция	4708-12
Ответные фланцы: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	2-100-25 (ст. 20) 2-50-40 (ст. 20)
Рабочая среда: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	гудрон пар
P ₁ , макс., бар	16
Температура среды, °C: – поз. FV 401, 404, 405 – поз. FV 402, 408	180 294
Температура окружающей среды, °C	от минус 40 до плюс 50

Пневматические приводы Samson 3277 (см. рис. 39) и Air Torque (см. рис. 40) предназначены для приведения в движение частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха.

Электропневматический позиционер Samson 3730-3 (см. рис. 41) применяется в качестве устройства управления пневмоприводами.



Рисунок 41 – Внешний вид позиционера Samson 3730-3

Основные технические характеристики электропневматического позиционера Samson 3730-3 приведены в таблице 23 [25].

Таблица 23 – Технические характеристики позиционера Samson 3730-3

Технические характеристики	Значение
Степень защиты	IP65
Искробезопасность	2ExiaIICT6
Контакты	4-20 мА (HART)
Пневматическое присоединение	G 1/4
Кабельный ввод	M20x1,5, металлический
Температура окружающей среды, °C	от минус 45 до плюс 60

Сигнализатор конечных положений Samson 3776 (см. рис. 42) предназначен для коммутации электрических цепей постоянного или переменного тока при достижении конечных положений подвижных частей пневмопривода двухпозиционной трубопроводной арматуры и использования в качестве датчика положения других устройств промышленной автоматик.



Рисунок 42 – Внешний вид сигнализатора конечных положений Samson 3776

Основные технические характеристики сигнализатора конечных положений Samson 3776 приведены в таблице 24 [25].

Таблица 24 – Технические характеристики сигнализатора Samson 3776

Технические характеристики	Значение
Степень защиты	IP65
Искробезопасность	2ExiaIICT6
Схема подключения	четырёхпроводная (NAMUR)
Температура окружающей среды, °С	от минус 45 до плюс 60
Кабельный ввод	M20x1,5, металлический

5.3.9 Электропривод РэмТЭК-02

Электропривод РэмТЭК-02 (см. рис. 43) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой. Основные технические характеристики электропривода РэмТЭК-02 приведены в таблице 25 [26].

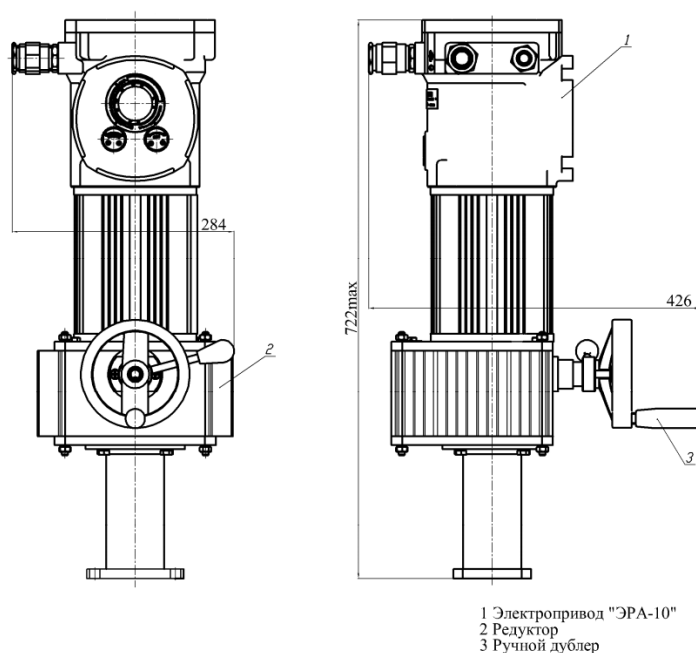


Рисунок 44 – Чертеж электропривода РэмТЭК-02

Таблица 25 – 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

Продолжение таблицы 25

Технические характеристики	Значение
Блок управления ЭРА-10:	
– напряжение питания, VDC	24
– встроенный источник питания	да, не более 80 мА
– интерфейс	RS-485
– кол-во дискретных входов, шт.	5
– дискретные выходы:	
1) количество, шт.	6
2) схема подключения	двухпроводная (NAMUR)
3) напряжение, VDC	8,2
4) ток включения, мА	3-78 ... 3,83
5) ток выключения, мА	0,65 ... 0,7

6 РАЗРАБОТКА СХЕМ СОЕДИНЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Схемы соединений и подключений внешних проводок разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013. Схемы разработаны для следующего КАТС:

- первичные и внешитовые приборы:
 - 1) манометры Jumo 420;
 - 2) радарные уровнемеры Rosemount 5601;
 - 3) ИПТ Метран-281;
 - 4) кориолисовые расходомеры Micro Motion CMF300;
 - 5) газоанализаторы Simtronics GD10-P00;
- исполнительные устройства и механизмы:
 - 1) посты сигнализации загазованности в составе:
 - а) сигнализаторы звуковые ВС-3ГС;
 - б) сигнализаторы световые ВС-4С;
 - в) посты кнопочные ПВК-12У5;
 - 2) пневмоприводные клапаны Samson;
 - 3) электроприводы РэмТЭК-02.

Все датчики имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА с протоколом HART. Все исполнительные устройства и механизмы управляются унифицированным токовым сигналом 4-20 мА. Все устройства на схемах внешних проводок расключены в соответствии с их схемами.

В качестве проводящей продукции выбраны следующие кабели:

- КВВГЭнг(А)-LS;
- КВВГнг(А)-LS;
- КИПвЭВнг(А)-LS.

Кабели контрольные с медными или алюминиевыми жилами с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика пониженной пожарной опасности, экранированные, с низким дымо- и газовыделением КВВГЭнг(А)-LS предназначены неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппа-

ратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 0,66 кВ частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1 кВ и использованы для провода аналоговых сигналов, а также дискретных сигналов стандарта NAMUR.

Кабели контрольные с медными или алюминиевыми жилами с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожарной опасности, с низким дымо- и газовыделением КВВГнг(A)-LS предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 0,66 кВ частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1 кВ и использованы для провода дискретных сигналов [27, 28].

Кабели симметричные парной скрутки с низким дымообразованием КИПвЭВнг(A)-LS предназначены для групповой стационарной прокладки в системах распределённого сбора данных, использующих промышленный интерфейс RS-485 и использованы для сбора сигналов RS-485 [29].

Схемы соединений внешних проводов приведены в приложении Г.

7 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 и его безопасности;
- 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 технологическим оборудованием с АРМ оператора.

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

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

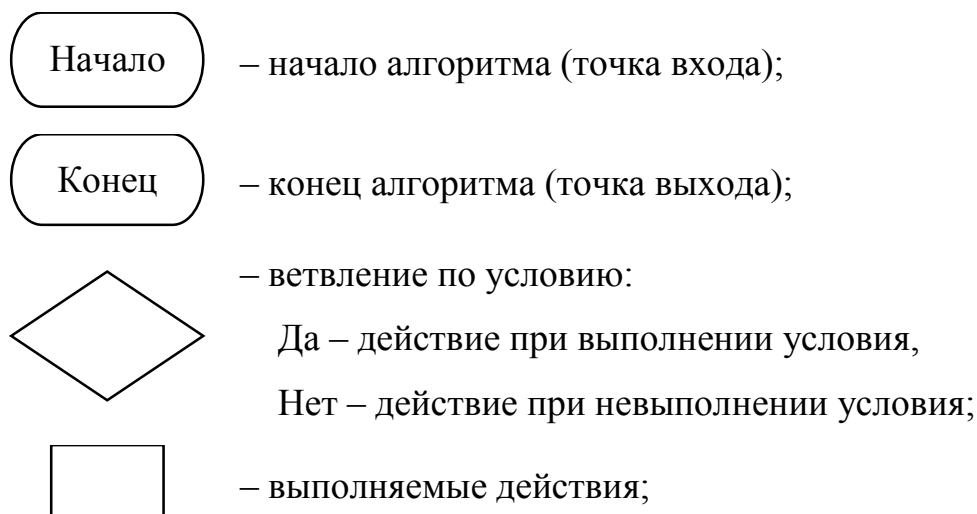
- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;

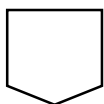
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
- система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков 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:
 - 1) местном (ручном);
 - 2) дистанционном;
 - 3) автоматическом;
 - 4) настройки;
- восстановление работы системы.

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





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



– вызов предопределенного процесса (подпрограммы);



– формирование сообщения оператору.

7.1 Алгоритм управления регулирующим клапаном

Алгоритм предназначен для управления регулирующим клапаном.

Входными сигналами являются сигналы состояния "Дистанционное управление", "Местное управление", "Отказ", "Положение клапана". Управление положением клапана осуществляется выходным аналоговым сигналом.

Если сигналы "Дистанционное управление" и "Местное управление" активны одновременно, формируется сигнализация "Ошибка режима управления клапаном". Дистанционное управление регулирующим клапаном с АРМ оператора блокируется.

При неактивном сигнале "Дистанционное управление" и неактивном сигнале "Местное управление" клапан находится в выключенном состоянии.

При активном сигнале "Отказ" формируется сигнализация "Отказ привода клапана".

При активном сигнале "Дистанционное управление" клапан находится в режиме дистанционного управления. В дистанционном режиме клапан управляется вручную либо автоматически.

При управлении клапаном вручную положение клапана задается оператором.

Для перехода клапана в автоматический режим необходимо соблюдение следующих условий:

- наличие режима дистанционного управления;
- отсутствие сигнализации "Отказ привода клапана".

При несоблюдении любого из условий клапан принудительно переходит на управление вручную. Формируется сигнализация "Ручное управление". Переход в автоматический режим осуществляется командой "Авто".

В автоматическом режиме осуществляется регулирование технологического параметра по ПИД-закону. Ввод уставки осуществляется с панели управления клапаном. Настройка параметров ПИД-регулятора осуществляется с детальной панели клапана.

Перевод в ручной режим из автоматического производится командой "Руч".

При активном сигнале "Местное управление" клапан находится в режиме местного управления. Дистанционное управление регулирующим клапаном с АРМ оператора блокируется.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 26.

Таблица 26 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_fail	bool	Состояние клапана «Отказ»
vlv_rem	bool	Состояние клапана «Дистанционное управление»
vlv_loc	bool	Состояние клапана «Местное управление»
vlv_mask	bool	Режим клапана «Маскирование» включен
vlv_auto	bool	Режим автоматического регулирования
vlv_pos	real	Положение клапана
vlv_pos_man	real	Значение задания положения клапана в ручном режиме

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 27, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 27 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_pos_out	real	Управляющий сигнал задвижки «Задание положения штока»

На рисунке 45 приведена блок-схема алгоритма управления регулирующим клапаном.

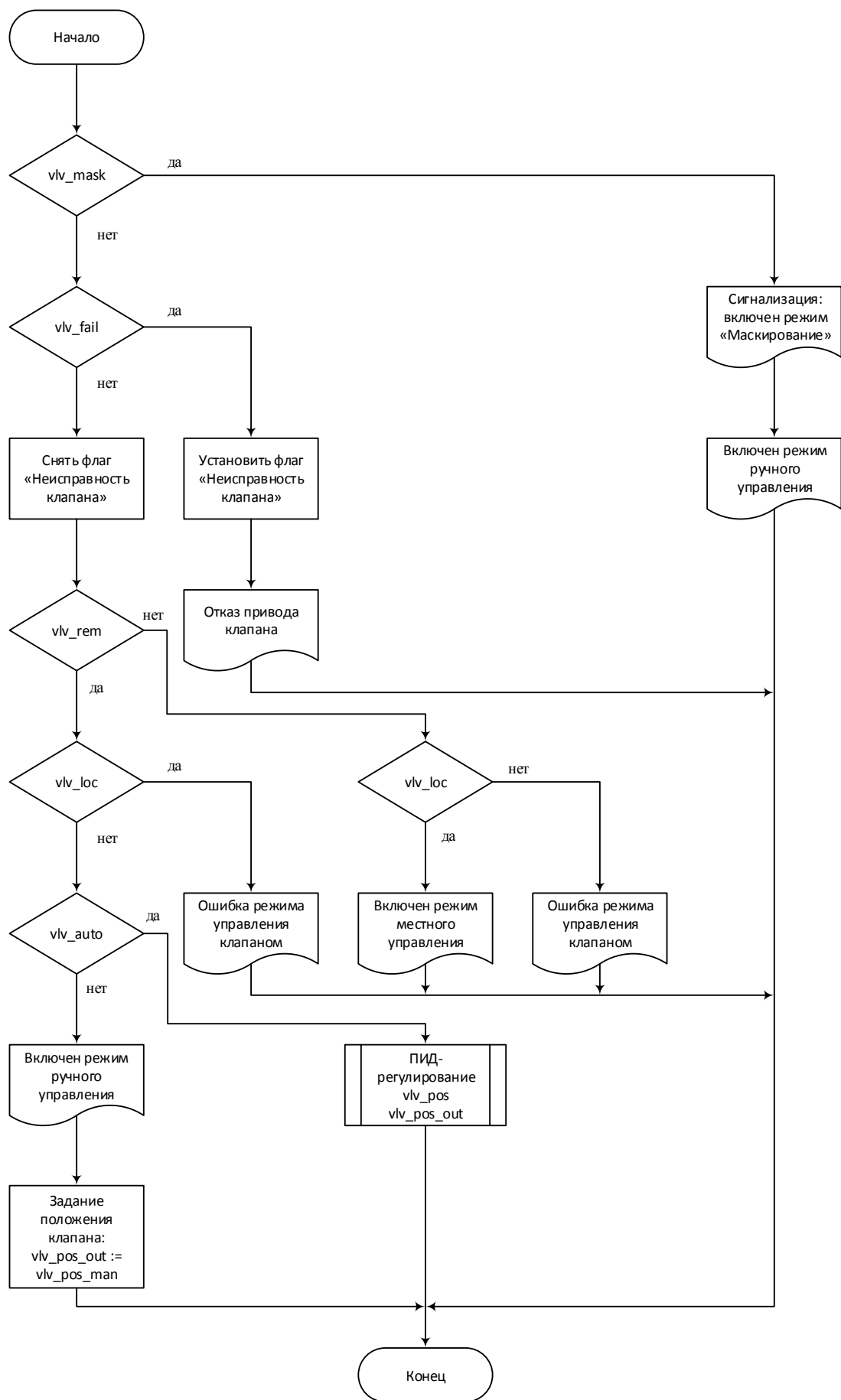


Рисунок 45 – Блок-схема алгоритма управления регулирующим клапаном

7.2 Разработка программно-алгоритмического обеспечения

В качестве среды разработки используется программный продукт Simatic Process Control System 7 (PCS 7 v8) компании Siemens, являющийся распределенной системой управления, которая интегрирует среду программирования контроллеров линейки Simatic S7 3xx и 4xx Simatic Step 7, SCADA-систему Simatic WinCC, а также конфигуратор станций, предназначенный для интеграции двух вышеописанных программных средств, - Station Configurator. Работу с проектом в целом обеспечивает главная утилита Step 7 — Simatic Manager.

Simatic PCS 7 является однородной, функционально полной интегрированной системой. Она гарантирует безусловное выполнение всех типовых требований к системам управления на всех этапах ее существования от проектирования до практической эксплуатации:

- простое и безопасное управление процессами;
- удобство оперативного управления и визуализации;
- эффективное, быстрое и однородное проектирование;
- гибкое использование сетей полевого уровня;
- возможность использования гибкого пакетного управления;
- открытость, возможность использования оборудования других производителей;
- широкое использование IT-технологий, непосредственное включение в среду ERP.

Step 7 поддерживает следующие языки программирования, базирующиеся на языках стандарта IEC 61131-3:

- LAD – графический язык ладдерных диаграмм, или иначе – язык релейно-контактной логики;
- FBD – графический язык функциональных блоков;
- STL – низкоуровневый ассемблероподобный язык инструкций на базе IL (Instruction List) IEC 61131-3;
- SCL – структурированный паскалеподобный язык программирования на базе языка ST IEC 61131-3;

- SFC – графический высокоуровневый язык последовательностных функциональных диаграмм состояния на базе математического аппарата сетей Петри (описывает последовательности состояний и условий переходов);
- GRAPH – графический высокоуровневый язык на основе графов состояний системы.

Помимо стандартных языков IEC 61131-3, пакет Step 7 включает в себя возможность программирования на языке CFC (Continuous Function Chart) – язык непрерывных функциональных чартов. Данный язык является некоей графической высокоуровневой комбинацией языков FBD и GRAPH, позволяющей программировать (в сущности, объединять в чартовые диаграммы) взаимосвязи между функциональными блоками, написанными на прочих вышеописанных языках.

Более того, среда Simatic Step 7 позволяет без труда конвертировать самодескрипционные функции и библиотеки между языками FBD, LAD и SCL.

Данный проект выполнялся с использованием, в основном, языка LAD.

Программная реализация алгоритма управления приведена на рисунке 46.

8 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В качестве регулируемого параметра выбран расход сырья через трубопровод в резервуар. Следовательно, задачей регулирования является поддержание заданного значения расхода в трубопроводах сырьевого узла.

8.1 Расчет параметров объекта регулирования

Объектом регулирования (управления) является трубопровод, рабочим телом – сырье (гудрон и асфальт), а регулируемым параметром – уровень его (сырья) расхода.

Согласно ТР [4] участок регулирования характеризуется следующими параметрами:

- плотность сырья $\rho = 0,97 \dots 1,10 \text{ г / см}^3$;
- диаметр трубопровода $d = 100 \text{ мм}$;
- перепад давления в трубопроводе $\Delta P = 0,1 \text{ МПа}$;
- длина участка трубы между точками измерения и регулирования $L = 1 \text{ м}$.

В общем случае передаточная функция одноемкостного объекта (трубы) имеет вид (8.1).

$$W(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1}, \quad (8.1)$$

где k – коэффициент самовыравнивания объекта;

T – постоянная времени (время разгона объекта).

Коэффициент самовыравнивания k принимается равным единице, т.к. расход через трубопровод должен быть одинаков до клапана и после него.

Определим время разгона объекта T определим по выражению (8.2)

$$T = \frac{2 \cdot L \cdot s \cdot c^2}{Q} \quad (8.2)$$

где L – длина участка трубы между точками измерения и регулирования;

s – площадь сечения трубопровода;

c – коэффициент расхода;

Q – номинальное значение расхода сырья через клапан.

Площадь сечения трубопровода определяется выражением (8.3)

$$s = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (8.3)$$

где d – диаметр трубопровода.

В свою очередь коэффициент расхода определяется выражением (8.4)

$$c = \frac{Q}{s} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta P}}, \quad (8.4)$$

где Q – номинальное значение расхода сырья через клапан;

s – площадь сечения трубопровода;

ρ – плотность сырья;

ΔP – перепад давления в трубопроводе.

Окончательно, формула (8.2) с учетом (8.3) и (8.4) примет вид (8.5)

$$T = \frac{4 \cdot L \cdot Q \cdot \rho}{\pi \cdot d^2 \cdot \Delta P}. \quad (8.5)$$

Таким образом, постоянная времени ОР равна:

$$T = \frac{4 \cdot 1 \cdot \frac{70}{3600} \cdot 990}{\pi \cdot 0,1^2 \cdot 0,1 \cdot 10^6} \approx 0,02451(c).$$

В итоге, передаточная функция объекта примет вид

$$W(s) = \frac{1}{0,02451 \cdot s + 1}.$$

8.2 Расчет параметров исполнительного механизма

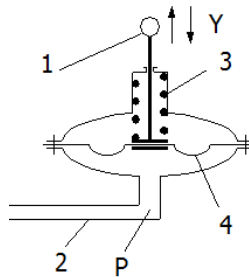
В технологическом процессе применяются пневматические исполнительные механизмы с пневмоприводами. Тогда, согласно источника [30] упрощенная модель такого исполнительного устройства может быть представлена в виде передаточной функции (8.6).

$$W_{ИУ}(s) = W_{МИМ}(s) \cdot W_{ППР}(s), \quad (8.6)$$

где $W_{МИМ}(s)$ – передаточная функция пневматического мембранного исполнительного механизма с противодействующей пружиной;

$W_{ППР}(s)$ – передаточная функция пневмопривода.

Передаточная функция мембранного исполнительного механизма $W_{МИМ}(s)$ может быть получена из дифференциального уравнения (8.7), составленного для рисунка 47.



1 – шток исполнительного механизма; 2 – пневмопривод; 3 – возвратная пружина; 4 – мембрана; P – давление среды в мембранной камере; Y – перемещение штока исполнительного механизма

Рисунок 47 – Пневматический мембранный исполнительный механизм с противодействующей пружиной

$$M \cdot \frac{d^2}{dt^2} y(t) + f_{ТР} + f_H + (c_{ППР} + c_{МЕМ}) \cdot y(t) = S \cdot P(t), \quad (8.7)$$

где M – масса движущихся частей;

S – активная площадь мембраны;

$f_{ТР}$ – сила трения в сальнике;

f_H – равнодействующая неуравновешенных сил нагрузки, приложенных к штоку МИМ;

$c_{ППР}$ – жесткость противодействующей пружины;

$c_{МЕМ}$ – жесткость мембраны;

$P(t)$ – входной параметр (давление воздуха в мембранной камере);

$y(t)$ – выходной параметр (перемещение штока МИМ).

В силу того, что при конструировании МИМ разработчики стремятся сделать силы трения $f_{ТР}$ и равнодействующую f_H как можно меньше, то при расчетах данные параметры допускается не учитывать.

Кроме того, т.к. при указанных упрощениях дополнительно учитывается только собственная частота колебаний механизма, которая для реальных приводов лежит в пределах от 8 до 30 Гц, то в обычных условиях (при достаточно медленных изменениях входной величины) мембранные механизмы могут рассматриваться как безынерционные звенья.

В таком случае, передаточная функция звена МИМ будет иметь вид (8.8).

$$W_{МИМ}(s) = k_{МИМ} = \frac{S}{c_{ПП} + c_{МЕМ}} = \frac{0,047}{0,2 + 1200} \approx 0,0004. \quad (8.8)$$

В свою очередь, передаточная функция пневмопривода описывается выражением (8.9).

$$W_{ППР}(s) = \frac{e^{-\tau \cdot s}}{T_{ППР} \cdot s + 1}, \quad (8.9)$$

где τ – время запаздывания;

$T_{ППР}$ – постоянная времени пневмопривода, которая определяется выражением (8.10).

$$T_{ППР} \approx \frac{32 \cdot \mu \cdot l^2}{d^2 \cdot P}, \quad (8.10)$$

где μ – динамическая вязкость воздуха (табличное значение $(1,845 \text{ с} \times \text{кгс}/\text{м}^2)$ в технических единицах вязкости);

l – длина трубки пневмопривода (10 м);

d – внутренний диаметр трубки пневмопривода (14 мм);

P – давление воздуха в пневмоприводе (80000 кгс/м²).

Время запаздывания τ определяется выражением (8.11).

$$\tau = \frac{l}{v}, \quad (8.11)$$

где l – длина трубки пневмопривода (10 м);

v – скорость воздуха (25 м/с).

Таким образом, ПФ ППР с учетом (8.9) ... (8.11) примет вид (8.12).

$$W_{ППР}(s) = \frac{e^{-0,4 \cdot s}}{376,5 \cdot s + 1}, \quad (8.12)$$

Окончательно, ПФ исполнительного устройство примет вид (8.13).

$$W_{IV}(s) = 0,0004 \cdot \frac{e^{-0,4 \cdot s}}{376,5 \cdot s + 1}, \quad (8.13)$$

8.3 Модель системы автоматического регулирования

Структурная схема САР расхода представлена на рисунке 47.

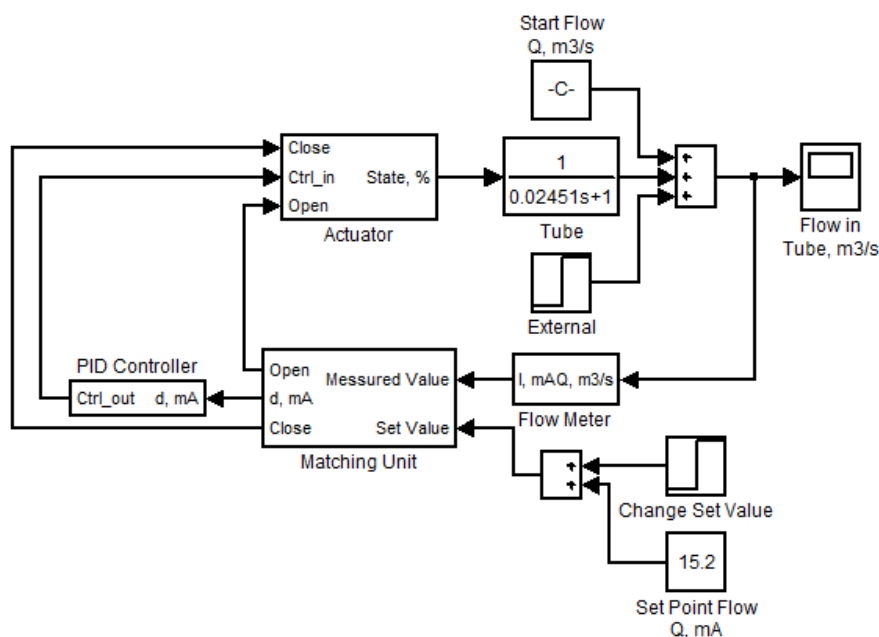


Рисунок 48 – Структурная САР расхода

Блок *Start Flow* позволяет задать начальный уровень расхода в трубопроводе на момент моделирования. Блок *External* позволяют смоделировать внешнее возмущающее воздействие. Блок *Set Point Flow* является задатчиком необходимого уровня расхода, выраженного в мА согласно выражению (8.14). Блок *Change Set Value* позволяет смоделировать изменение уставки в ходе технологического процесса.

$$I_3 = \frac{Q}{Q_{max}} \cdot (20 - 4) + 4 \text{ (мА)}. \quad (8.14)$$

Блок *Flow Meter* приведен на рисунке 49 и представляет собой инструментальную модель датчика расхода. На выходе блока формируется сигнал 4-20 мА в соответствии с пределами измерений расходомера ($0 \dots 100 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0 \dots 0,028 \text{ м}^3/\text{с}$).

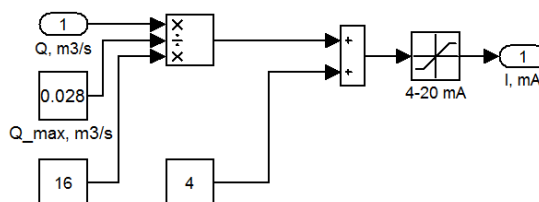


Рисунок 49 – Блок *Flow Meter*

Блок *Matching Unit* приведен на рисунке 50 и представляет собой модель согласующего устройства. Данное устройство является логическим и путем вычисления разницы между измеренным и заданным сигналом определяет какой сигнал необходимо подать (на открытие или закрытие), а также передает вычисленное рассогласование. Данное устройство олицетворяет, своего рода, позиционер.

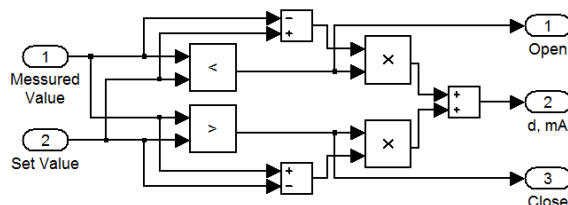


Рисунок 50 – Блок *Matching Unit*

Блок *PID Controller* приведен на рисунке 51 и представляет собой реализацию ПИД-регулятора. Забегая вперед заявим, что в процессе моделирования поведения системы наиболее приближенные к реальности результаты удалось получить при указанных на рисунке 51 значениях коэффициентов ПИД-регулятора.

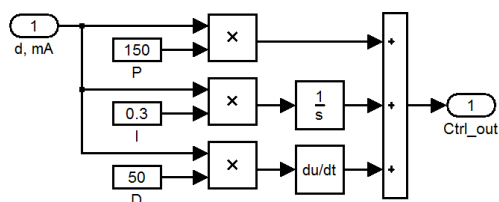


Рисунок 51 – Блок *PID Controller*

Блок *Actuator* представлен на рисунке 52 и является моделью исполнительного устройства.

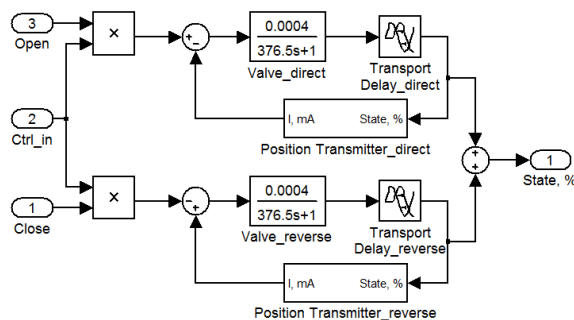


Рисунок 52 – Блок *Actuator*

Блок *Position Transmitter* приведен на рисунке 53 и представляет собой модель датчика текущего положения клапана.

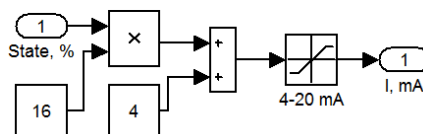


Рисунок 53 – Блок *Position Transmitter*

8.4 Результаты моделирования

Изначально смоделируем ситуацию, когда в трубе нет нефтепродукта и требуется достичь значения расхода $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,014 \text{ м}^3/\text{с}$. Для этого устанавливаем значение 0 в блоке *Start Flow* и присваиваем току задатчика значение 12 согласно формуле (8.14). Результат моделирования в виде графика расхода представлен на рисунке 54.

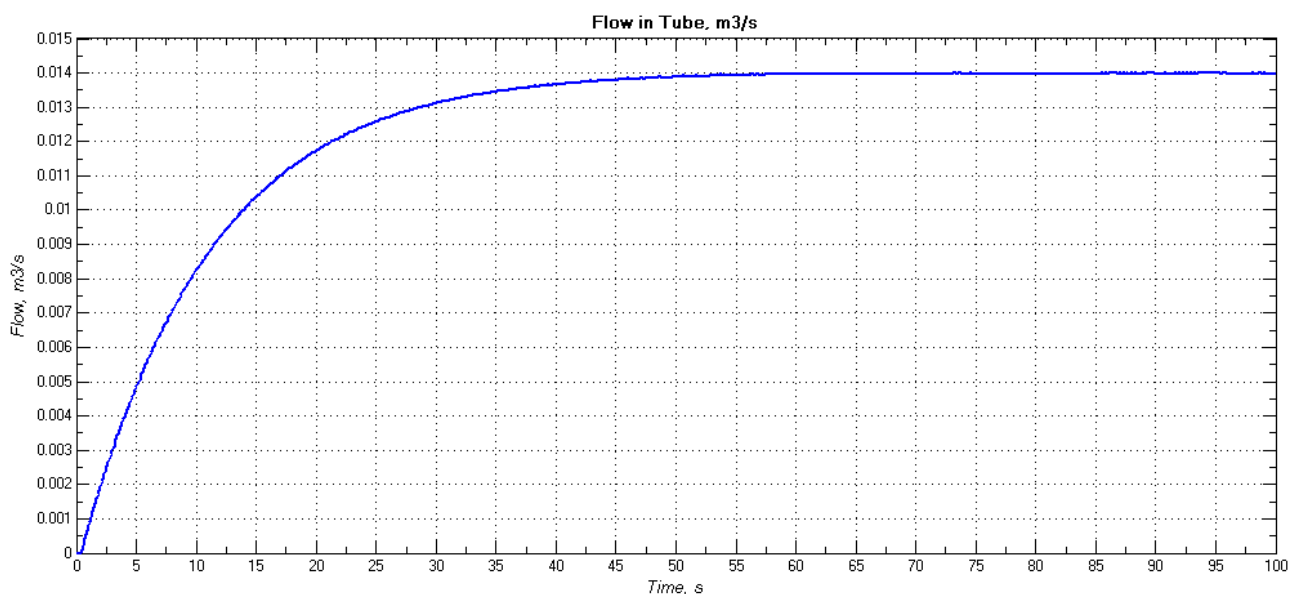


Рисунок 54 – Результат моделирования ситуации № 1

Как видно из графика переходного процесса (см. рис. 54) перерегулирование в системе отсутствует, а требуемое значение расхода устанавливается в течение менее 50 секунд, что соответствует указанному в таблице 22 времени отработки клапана. Также, стоит отметить тот факт, что статическая ошибка отсутствует, что свидетельствует о достаточной точности процесса.

Далее, смоделируем ситуацию, когда требуется скорректировать расход со значения $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,0056 \text{ м}^3/\text{с}$ до номинального значения $70 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,0194 \text{ м}^3/\text{с}$. Для этого устанавливаем начальное значение расхода $0,0056$ в блоке *Start Flow* и присваиваем току задатчика значение $15,2$ согласно формуле (8.14). Результат моделирования в виде графика расхода представлен на рисунке 55.

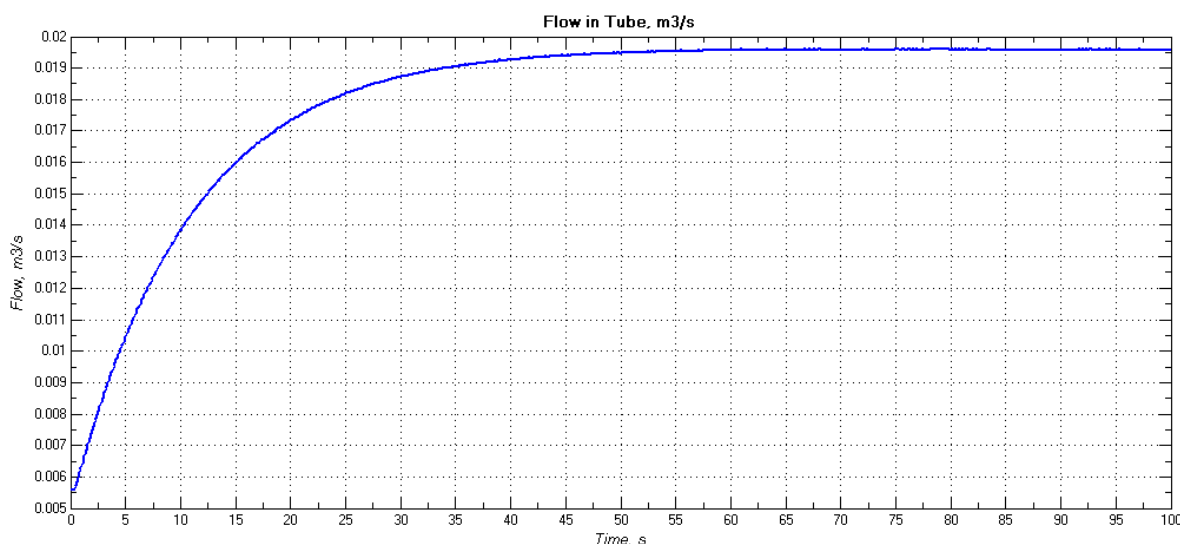


Рисунок 55 – Результат моделирования ситуации № 2

Здесь уже возникла небольшая статическая ошибка регулирования, равная приблизительно $0,0002 \text{ м}^3/\text{с}$ или *менее* $1 \text{ м}^3/\text{ч}$. Такие результаты также удовлетворяют требованиям технологического процесса.

Теперь, на основе предыдущей смоделируем ситуацию, когда в ходе технологического процесса было достигнуто установившееся значение расхода, однако, возникло возмущение в виде резкого скачка измеряемого расхода. Пусть в момент времени 70 с возникло резкое увеличение регулируемой величины на $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,007 \text{ м}^3/\text{с}$. Для этого в блоке возмущения (*External*) установим выходное

значение $0,007$ в момент времени 70 с. Результат моделирования представлен на рисунке 56.

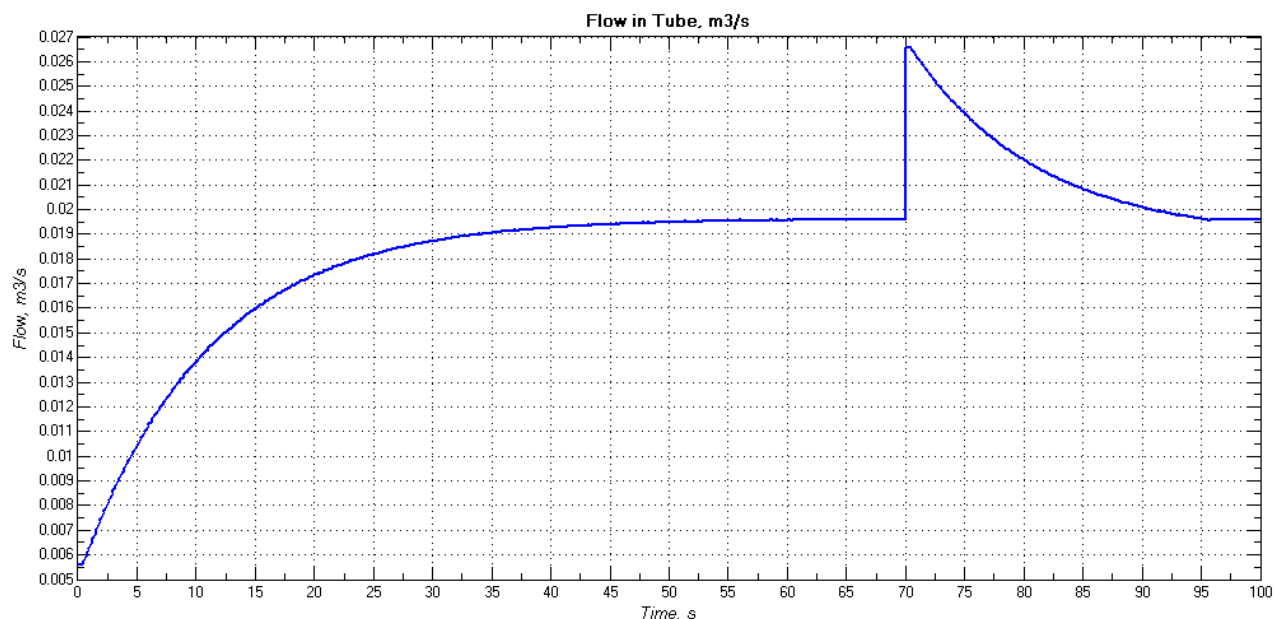
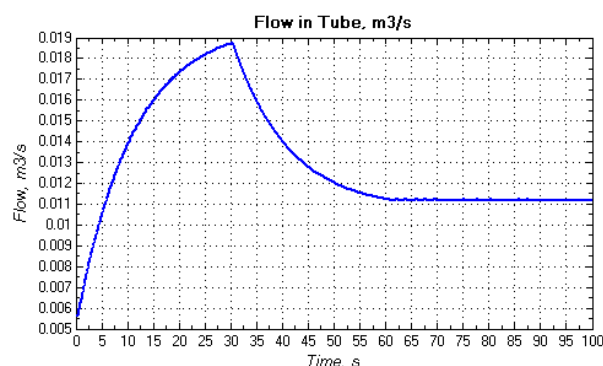


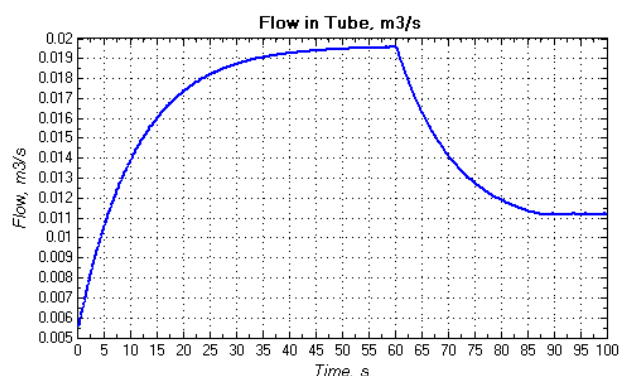
Рисунок 56 – Результат моделирования ситуации № 3

Как видно из рисунка 56, система отрабатывает возмущение и выходит на установившееся значение в течение менее 25 с.

Затем, произведем моделирование, на основе ситуации № 2, когда в процессе регулирования уставка изменилась на меньшее значение 40 м³/ч или $0,0(1)$ м³/с в момент времени 30 с (см. рис. 57а) и в момент времени 60 с (см. рис. 57б). здесь же смоделируем и увеличение уставки до 85 м³/ч или $0,0236$ м³/с в те же моменты времени (см. рис. 58а и 58б соответственно).

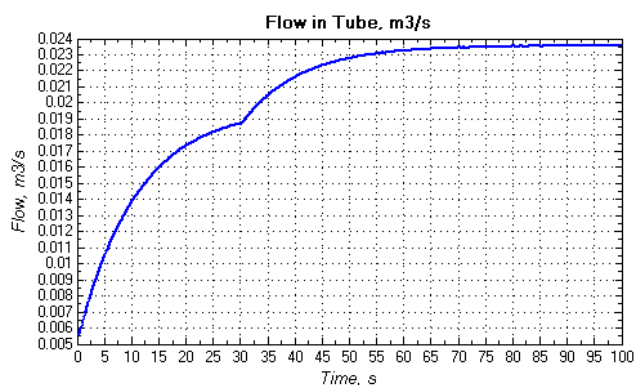


а – ситуация № 4

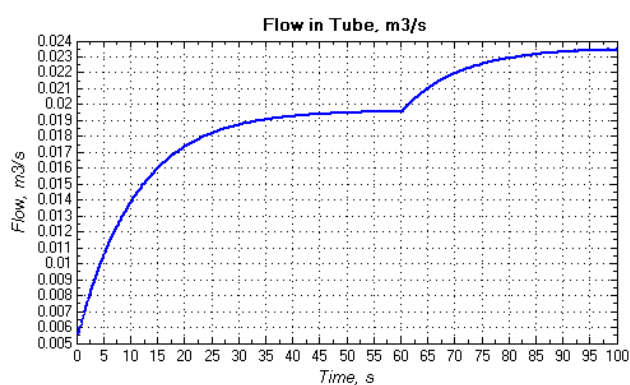


б – ситуация № 5

Рисунок 57 – Результаты моделирования ситуаций с уменьшением уставки в процессе регулирования



в – ситуация № 6



г – ситуация № 7

Рисунок 58 – Результаты моделирования ситуаций с увеличением уставки в процессе регулирования

Как видно из рисунков 57 и 58, система успешно отрабатывает данные рассматриваемые ситуации.

Проверим реакцию системы в обратных ситуациях. Пусть расход в трубе был максимален $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,028 \text{ м}^3/\text{с}$. Требуется полностью прекратить подачу сырья в резервуар установившееся значение расхода 0 (4 мА в токовом эквиваленте). Результат моделирования представлен на рисунке 59.

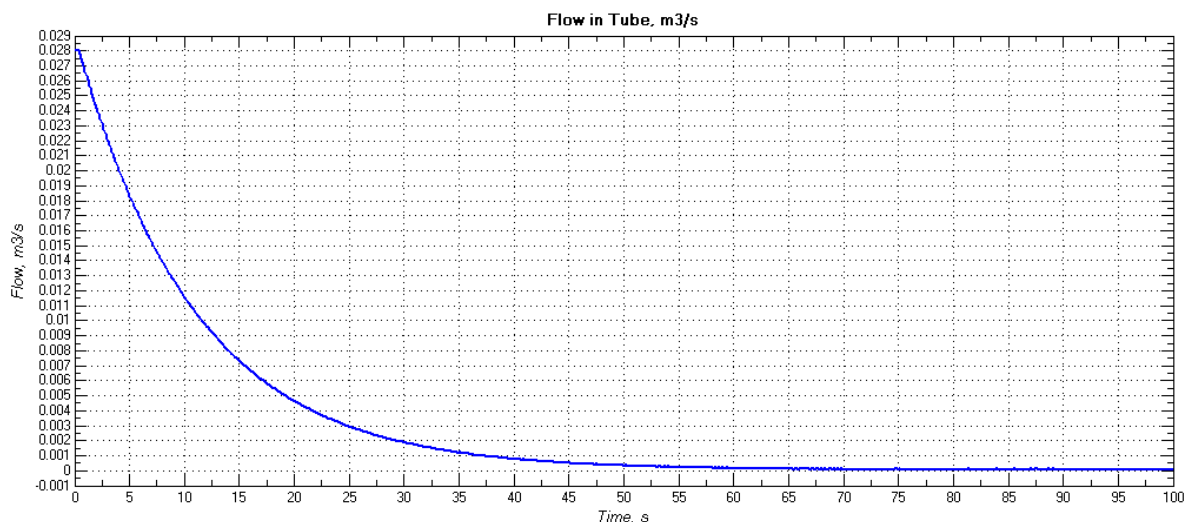


Рисунок 59 – Результат моделирования ситуации № 8

Моделирование ситуаций, аналогичных ситуациям № 2 ... 7 также показало, что система носит устойчивый характер и обладает достаточно высокой точностью, при этом время переходного процесса удовлетворяет выдвинутым требованиям.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Ян Александр Сергеевич

Институт	электронного образования	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Общая стоимость ресурсов научного исследования: 39 млн. руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Приобретение оборудования. Расходы на демонтаж, монтаж и наладку оборудования. Организационные расходы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В данном разделе этот пункт не рассматривается

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Организация и планирование комплекса работ	Рассмотрение основных этапов процесса разработки с указанием исполнителей работ. Составление линейного план-графика. Диаграмма Ганта.
2. Оценка коммерческого и инновационного потенциала ИР	Расчет по технологии QuaD. Получение средневзвешенного значения показателя качества и перспективности НИ.
3. Расчет затрат на перевооружение	Расчет сметной стоимости КАТС и капитальных вложений на перевооружение АС.
4. Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	Расчет среднегодовой выручки и экономических потерь.
5. Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости	Оценка эффективности и экономической целесообразности капитальных вложений.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Линейный график работ по реализации проекта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Ян Александр Сергеевич		

9 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

9.1 Цели и задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка АСУ блока производства нефтебитума цеха НПЗ в связи с перевооружением существующего цеха НПЗ. Перевооружение проводится в связи с необходимостью оптимизации и повышения безопасности производства. В связи с этим будет произведен подбор необходимого оборудования.

Перевооружение позволит повысить надежность технологического оборудования, а также предотвратить аварийные ситуации, тем самым добиться непрерывного протекания технологического процесса с меньшими трудозатратами. Эти показатели приведут к положительному экономическому эффекту.

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.

9.2 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.

Исполнителями работ являются:

- инженер-проектировщик – бакалавр (далее Инженер);
- научный руководитель – мастер (далее Руководитель).

Перечень основных этапов ВКР приведен в таблице 28.

Таблица 28 – 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 схем автоматизации	Инженер
	5 Выбор комплекса технических средств	Руководитель, Инженер
	6 Разработка схем соединений внешних проводок	Инженер
	7 Разработка алгоритмов управления	Руководитель, Инженер
	8 Моделирование системы автоматического регулирования	Руководитель, Инженер
	9 Технико-экономическое обоснование ВКР	Инженер
	10 Оценка безопасности и экологичности проекта	Инженер
3 Заключительный	1 Подведение итогов работы	Руководитель, Инженер
	2 Написание пояснительной записки	Инженер
	3 Оформление графического материала	Инженер

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости 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 трудоемкости рассчитывается по формуле (9.1):

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5}, \quad (9.1)$$

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

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

t_{max} – максимально возможная трудоемкость 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 (9.2) оценивается дисперсия ($\sigma(t)$), то есть среднее значение квадрата отклонения продолжительности работы от ее ожидаемого значения:

$$\sigma^2 = 0,04 \cdot (t_{max} - t_{min})^2. \quad (9.2)$$

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 (9.3):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{c \cdot p \cdot K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (9.3)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость 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 (9.4):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{К}, \quad (9.4)$$

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

$K_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности (K_K) рассчитывается по формуле (9.5):

$$K_K = \frac{T_K}{T_K - T_{ВПД}}, \quad (9.5)$$

где T_K – календарные дни, $T_K = 366$ дн.;

$T_{ВПД}$ – выходные и праздничные дни, $T_{ВПД} = 119$ дн.

Подставив значения календарных, выходных и праздничных дней в формулу (11.5), получим значение коэффициента календарности (K_K):

$$K_K = \frac{366}{366 - 119} \approx 1,5.$$

Остальные результаты расчетов с использованием формул (9.1) – (9.4) приведены в таблице 29.

Таблица 29 – 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	1,2
Разработка и утверждение ТЗ	5	8	6,2	0,36	3,72	5,5
Анализ предметной области	4	6	4,8	0,16	2,88	4,3
Обзор источников	4	5	4,4	0,04	2,64	3,9
Основной этап						
Анализ ТП	3	4	3,4	0,04	2,04	3,0
Анализ существующих разработок	3	4	3,4	0,04	2,04	3,0
Разработка структурной схемы	2	4	2,8	0,16	1,68	2,5
Разработка схемы автоматизации	5	8	6,2	0,36	3,72	5,5
Выбор КТС	10	11	10,4	0,04	6,24	9,2
Разработка схем соединений внешних проводок	6	8	6,8	0,16	4,08	6,0
Разработка алгоритмов управления	8	10	8,8	0,16	5,28	7,8
Моделирование САР	5	8	6,2	0,36	3,72	5,5
Технико-экономическое обоснование НИР	5	6	5,4	0,04	3,24	4,8
Оценка безопасности и экологичности проекта	5	6	5,4	0,04	3,24	4,8
Заключительный этап						
Подведение итогов	2	3	2,4	0,04	1,44	2,1
Написание пояснительной записки	12	15	13,2	0,36	7,92	11,7
Оформление графического материала	8	10	8,8	0,16	5,28	7,8
Итого:	88	118	100	-	60	88,9

Линейный график работ по реализации проекта приведен в приложении Д. При построении линейного графика количество календарных округлялось до целого значения в большую сторону.

9.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений

Для оценки экономического потенциала перевооружения автоматизированной системы измерения массы в резервуарах вертикальных стальных на нефтебазе используем технологию QuaD.

Технология QuaD (QUality ADvisor) 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 30.

Таблица 30 – Оценочная карта по технологии QuaD

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

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле (9.6):

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (9.6)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

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

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Таким образом, подставив значения из таблицы 30 в формулу (9.6) имеем:

$$П_{ср} = 62,2.$$

Полученное значение $П_{ср}$ 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.

9.4 Расчет затрат на перевооружение

Единовременные затраты на перевооружение АСУ ТП (K) определяются по формуле (9.7):

$$K = K_{\Pi} + K_K, \quad (9.7)$$

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

K_K – капитальные затраты, руб.

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

Величина капитальных затрат (K_K) определяется по формуле (9.8):

$$K_K = K_{\text{КТС}} + K_M - K_B + K_T + K_3 + K_{\text{ДМ}}, \quad (9.8)$$

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

K_M – затраты на установку, монтаж и запуск приборов и автоматики (приняты в размере 20 % от стоимости КТС), руб.;

K_B – сметная стоимость технических средств, высвобожденных в результате внедрения АС (приняты в размере 50 % от стоимости КТС), руб.;

K_T – транспортные расходы (приняты в размере 10 % от суммы затрат на приобретение КТС и запасных инструментов и принадлежностей (ЗИП)), руб.;

K_3 – затраты на приобретение ЗИП (приняты в размере 10 % от суммы КТС), руб.;

K_{DM} – затраты на демонтаж высвобожденных технических средств (приняты в размере 10 % от стоимости высвобожденного оборудования), руб.

Сметная стоимость КТС приведена в таблице 31.

Таблица 31 – Сметная стоимость КТС

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена (за ед.), руб.	Общая стоимость, руб.
Измерительные приборы и датчики			
Манометр Jumo 420	5	7 194,42	35 972,10
Уровнемер Rosemount 5601	2	526 464,00	1 052 928,00
ИПТ Метран-281:			
– поз. ТТ 2/11, ТТ 14/1	2	13 552,00	27 104,00
– поз. ТТ 2/12, ТТ 14/2	2	13 876,00	27 752,00
Кориолисовый расходомер Micro Motion CMF300	5	1 685 868,75	8 429 343,75
Сигнализатор загазованности Simtronics GD10-P	9	168 373,45	1 346 987,60
Исполнительные механизмы			
Пневмоклапан Samson	5	4 850 442,44	24 252 212,20
Электропривод РэмТЭК-02	26	32 424,00	843 024,00
Пост кнопочный ПВК-125У	4	3 530,00	14 120,00
Сигнализатор световой ВС-4-С	8	4 350,00	34 800,00
Сигнализатор звуковой	4	4 350,00	17 400,00
Прочие комплектующие			
Двухвентильный клапанный блок	5	5 380,00	26 900,00
Кабельный ввод	6	2 363,00	14 178,00
Защитная гильза для ИПТ Метран-281:			
– поз. ТТ 2/11, ТТ 14/1	2	5 995,00	11 990,00
– поз. ТТ 2/12, ТТ 14/2	2	6 163,00	12 326,00
Фланец ответный	20	3 846,80	76 936,00
Кран шаровый LD	5	2 277,00	11 385,00
Кабельная продукция	10 (км)	403 800,00 (за 1 км)	4 038 000,00
Итого:	-	-	40 273 358,65

Расчет основных статей расхода капитальных затрат приведен в таблице 32. Расчет осуществлен по формуле (9.8).

Таблица 19 – Расчет капитальных затрат на перевооружение цеха НПЗ

Статья расхода	Величина расхода, руб.
Затраты на приобретение КАТС ($K_{\text{КАТС}}$)	40 273 358,65
Затраты на установку, монтаж и запуск КИПиА ($K_{\text{М}}$)	8 054 671,73
Стоимость высвобожденных технических средств ($K_{\text{В}}$)	20 136 679,33
Транспортные расходы ($K_{\text{Т}}$)	4 430 069,45
Стоимость ЗИП ($K_{\text{З}}$)	4 027 335,87
Затраты на демонтаж высвобожденного оборудования ($K_{\text{ДМ}}$)	2 013 667,93
Сумма капитальных затрат ($K_{\text{К}}$)	38 662 424,30

Таким образом, капитальные вложения на перевооружение Системы ($K_{\text{К}}$) составят 38 662 424,30 руб.

Следовательно, единовременные затраты на перевооружение АС согласно формуле (11.7) составят:

$$K = 100\,000 + 38\,662\,424,30 = 38\,762\,424,30 \text{ руб.}$$

9.5 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 цеха НПЗ условно-годовая экономия выражается в автоматизации производства, то есть на данный момент автоматика цеха НПЗ построена исключительно на морально устаревших пневматических устройствах 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 остановках технологического процесса в связи с ТР и ТО будет устранена. Следовательно, производительность цеха НПЗ будет увеличена.

В настоящее время среднегодовая производительность цеха НПЗ составляет, приблизительно, 4,0 млн. тонн строительных и кровельных битумов различных марок, а также 1,0 млн. тонн мазута в год [4]. С учетом стоимости продукции в диапазоне 15 ... 20 тыс. руб. за кг среднегодовая выручка составляет 75 ... 100 млн. руб. Внедрение новой АС позволит увеличить производительность цеха, приблизительно, на 30 %. Таким образом, среднегодовая выручка составит не менее 100 млн. руб.

Следовательно, среднегодовые экономические потери составляют, приблизительно, 15 млн. руб.

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

Годовой экономический эффект от автоматизации ($\mathcal{E}_{\text{год}}$) определяется по формуле (9.9):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta\Pi - E_n \cdot K, \quad (9.9)$$

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

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (для средств вычислительной техники принят равным 0,35) (см. таблицу 32);

K – единовременные затраты на перевооружение Системы, руб.

Таблица 32 – Максимальные сроки окупаемости капитальных вложений на мероприятия по автоматизации

Мероприятия	Ток(норм), год	E_n
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 (9.9) получим годовой экономический эффект от автоматизации:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 15\,000\,000 - 0,35 \cdot 38\,762\,424,30 = 1\,433\,151,50 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на автоматизацию (T_{OK}), показывающий время, в течение которого капитальные вложения окупают себя за счет дополнительной прибыли или экономии, определяется по формуле (9.10):

$$T_{OK} = K/\Delta\P. \quad (9.10)$$

Подставив в формулу (9.10) соответствующие значения получим срок окупаемости затрат на автоматизацию:

$$T_{OK} = 38\,762\,424,30/15\,000\,000 \approx 2,6 \text{ лет} \approx 2 \text{ года } 7 \text{ месяцев.}$$

Коэффициент экономической эффективности ($K_{ЭФ}$), показывающий экономию после автоматизации на каждый рубль капитальных вложений на автоматизацию, рассчитывается по формуле (11.11):

$$K_{ЭФ} = \Delta\P/K_K. \quad (9.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (9.11) рассчитаем коэффициент экономической эффективности:

$$K_{ЭФ} = 15\,000\,000/38\,762\,424,30 \approx 0,4.$$

Сравним полученные значения срока окупаемости и коэффициента экономической эффективности с нормативными значениями, проверим систему условий (9.12):

$$\begin{cases} T_{OK(РАСЧ)} \leq T_{OK(НОРМ)}, \\ K_{ЭФ} \geq E_H. \end{cases} \quad (9.12)$$

Результаты проведенного анализа эффективности проекта приведены в таблице 33.

Таблица 33 – Результаты анализа эффективности проекта

Показатель	Ед. изм.	Значение
1 Капитальные вложения	руб.	19 373 010
2 Единовременные затраты	руб.	19 473 010
3 Годовой экономический эффект	руб.	2 210 796
4 Срок окупаемости затрат на автоматизацию	год, месяц	2 года
5 Коэффициент экономической эффективности	-	0,5

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	Ян Александр Сергеевич

Институт	кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – 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)	Инженер-проектировщик использует в работе ЭВМ, многофункциональное устройство, бумажные документы. 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. Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	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,

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – 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)	Анализ выявленных вредных факторов: – 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
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Анализ выявленных опасных факторов – электробезопасность (статическое электричество – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны	Охрана окружающей среды: – снижение потребления электроэнергии;

– 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.	– утилизация производственных отходов; Ссылки на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – 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	Защита в чрезвычайных ситуациях: – 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
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	– План расположения светильников в помещении; – План эвакуации людей при пожаре;

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭиБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Ян Александр Сергеевич		

10 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека – одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства.

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.

Данный раздел выпускной квалификационной работы (ВКР) посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных условий труда для работы инженера-программиста.

Анализ санитарно-гигиенических условий труда будет проводиться применительно к рабочему месту студента, на котором разрабатывается проект. На время выполнения проекта студент выполняет функции инженера-проектировщика. В ходе проектирования выполняются следующие работы:

- поиск, анализ и обработка необходимой информации;
- поиск, анализ и обработка рабочей документации;
- выбор необходимого оборудования для автоматизации процесса;
- разработка проекта.

Большая часть работ выполняется на персональном компьютере, что приводит к дополнительным, вредным воздействиям целой группы факторов, снижающих производительность труда.

Длительная работа на ПЭВМ может отрицательно воздействовать на здоровье человека. ПЭВМ и, прежде всего монитор ПК (персонального компьютера), является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

10.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Работа инженера-проектировщика 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-проектировщика на его рабочем месте оказывают влияние следующие производственные факторы:

1) Физические:

- температура, подвижность и влажность воздуха рабочей зоны;
- запыленность воздуха рабочей зоны;
- шум;
- инфракрасное излучение;
- электромагнитное излучение;
- ионизирующее излучение;
- повышенное содержание положительных аэронов или пониженное содержание отрицательных аэронов в воздухе рабочей зоны;
- отсутствие и недостаток естественного света;
- освещенность;
- статическое электричество;
- электрический ток;

2) Химические: содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида и других вредных веществ;

3) Психофизиологические:

- физические перегрузки (статические, динамические);
- нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда).

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.

10.2 Производственная санитария

10.2.1 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 и уровень шума для помещения, в котором работает инженер-проектировщик, 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.

Помещения, в которых для работы используются ПЭВМ, не должны граничить с помещениями, в которых уровень шума и вибрации превышают нормируемые значения.

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.

10.2.2 Микроклимат

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера-проектировщика в помещении является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда.

Проанализируем микроклимат в помещении, где располагается рабочее место инженера-проектировщика. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Работа инженера-проектировщика по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Ib. В таблице 34 приведены оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата.

Таблица 34 – Характеристики микроклимата

Сезон года	Кат. тяжести работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Факт. зн.	Доп. зн.	Факт. зн.	Доп. зн.	Факт. зн.	Доп. зн.
Холодный	Iб	24 ... 27	26,1 ... 27	40 ... 60	15 ... 75	0,1	0,1
Теплый	Iб	22 ... 25	21 ... 28	40 ... 60	15 ... 75	0,1	0,2

Из таблицы 21 видно, что в рабочем помещении соблюдаются допустимые микроклиматические условия. Стоит также заметить, что при использовании в помещении установленного кондиционера скорость движения воздуха увеличивается на 0,1 м/с.

Микроклимат помещения поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального управления, а также естественной и искусственной вентиляцией.

Объем рабочего помещения, где располагается рабочее место инженера-проектировщика, составляет, приблизительно, 165 м³ (ДхШхВ 10,2х5,4х3 м). В помещении одновременно могут производить работы от одного до пяти инженеров-проектировщиков. Таким образом, на одного сотрудника, по меньшей мере, приходится, приблизительно, 33 м³ объема помещения и 11 м² площади, что соответствует требованиям нормативного документа.

10.2.3 Освещенность

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, снижает нагрузку на органы зрения, оказывает положительное психологическое воздействие на работников, содействует повышению производительности труда.

Самые лучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет (естественное освещение). Оно бывает боковым, верхним и комбинированным. В кабинете реализовано одностороннее естественное боковое освещение через один световой проем. Однако с помощью естественного бокового освещения помещение освещается крайне неравномерно и только в светлое время суток, поэтому в остальное время необходимо использовать общее искусственное освещение. В помещении применяется общее равномерное искусственное освещение. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего

документа должна быть 300—500 лк, также предполагается установка трех светильников местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк.

Источником света в кабинете являются восемнадцать светильников типа ОДР с четырьмя люминесцентными лампами типа ЛБ (4x20Вт) в каждом и размерами (50x50см). Светильники расположены параллельными рядами на высоте от рабочей поверхности 2,2 м. Характеристика выполняемой работы: разряд IV (зрительная работа средней точности 0,5...1,0), подразряд В (контраст – большой, фон – светлый). Проведем проверочный расчет искусственного освещения рабочего помещения методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле (10.1):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (10.1)$$

где E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен, т.е. отражающих поверхностей, а также наличие в атмосфере цеха дыма, пыли). В нашем случае коэффициент запаса равен 1,5, поскольку работа происходит в помещении с малым выделением пыли.

S – площадь помещения, м²;

n – количество ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока;

z – коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп равен 1,1).

Суммарная мощность светильников составляет

$$18 \cdot 4 \cdot 20 = 1\,440 \text{ Вт.}$$

Схема размещения светильников в кабинете приведена на рисунке 60.

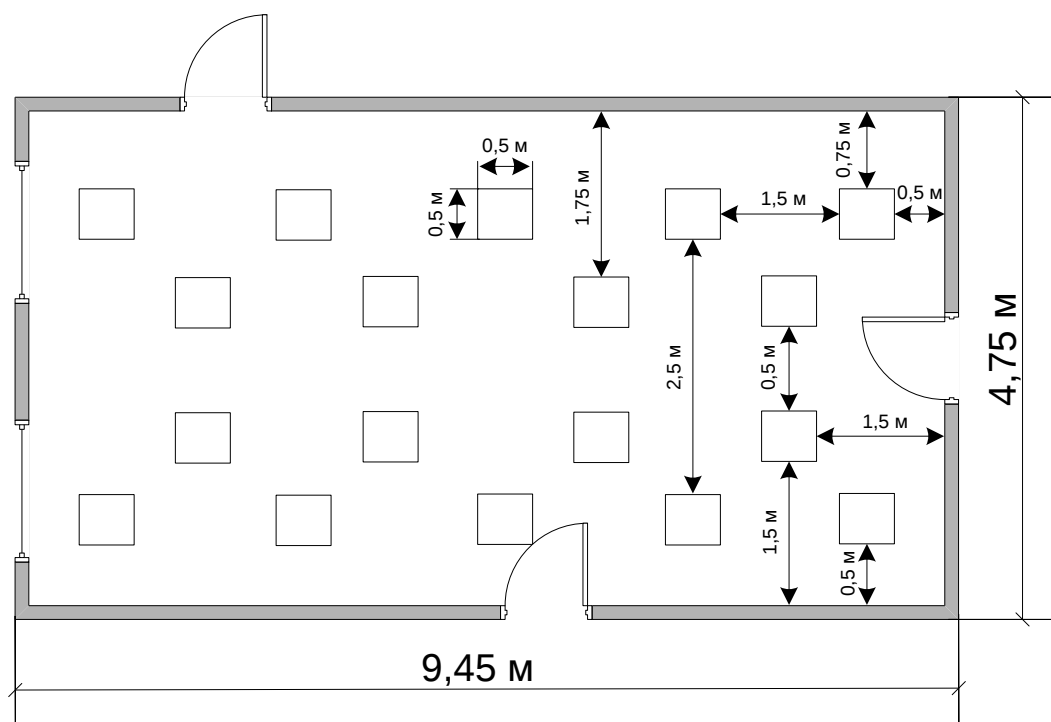


Рисунок 60 – План расположения светильников в помещении

Коэффициент использования светового потока η зависит от типа светильника, коэффициента отражения светового потока от стен, потолка, пола, а также геометрических размеров помещения и высоты подвеса светильников, что учитывается одной комплексной характеристикой – индексом помещения. Показатель помещения определяется по формуле (10.2):

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (10.2)$$

где h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A – ширина помещения, м;

B – длина помещения, м.

Тогда индекс помещения по формуле (10.2) получается равным:

$$i = \frac{44,8875}{2,3 \cdot (9,45 + 4,75)} = 1,3744$$

По найденному показателю помещения i и коэффициентам отражения потолка $P_{\text{п}}$ и стен $P_{\text{ст}}$ определяем коэффициент использования светового потока (под которым понимается отношение светового потока, падающего на рабочую

поверхность, к световому потоку источника света). Коэффициенты отражения $R_{ст}$ и $R_{п}$ имеют следующие значения:

- $R_{ст} = 50\%$ (стены побелены, окна без штор);
- $R_{п} = 70\%$ (потолок побеленный).

Коэффициент η в зависимости от показателя помещения i имеет следующие значения, приведенные в таблице 35.

Таблица 35 — Коэффициенты использования помещения

Помещение i	0,5	1	2	3	4	5
Коэффициент использования помещения η	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Для нашего случая $\eta = 0,5085$.

Подставляя известные теперь значения в формулу светового потока (10.1), получаем:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 44,8875 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,5085} = 607 \text{ лм.}$$

Определим нормированное значение минимальной искусственной освещенности в кабинете. Известно, что минимальная освещенность при использовании ПЭВМ составляет $E_T = 300$ лк. С течением времени освещенность за счет уменьшения светового потока ламп и загрязнения светильника уменьшается, поэтому необходимо скорректировать величину освещенности E_T :

$$E_T = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ лк.}$$

Таким образом, с учетом минимальной освещенности в кабинете должно быть 450 лк, действительная освещенность в кабинете равна 910 лк, следовательно, качество искусственного освещения в рассматриваемом помещении удовлетворяет соответствующим нормативным требованиям.

10.2.4 Электромагнитное излучение

Источниками электромагнитного излучения являются электрические сигналы цепей при работе ЭВМ и оборудования АСУ ТП. Нарушения в организме

человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

ЖК-дисплеи формируют изображение методом, принципиально отличающимся от ЭЛТ-мониторов. Поэтому проблем рентгеновского излучения и статического заряда на поверхности экрана у них просто не существует.

Неионизирующие излучения, применительно к дисплеям, можно разделить на следующие классы:

- электростатические поля (только ЭЛТ);
- переменные электрические поля (5 Гц – 400 кГц);
- переменные магнитные поля (5 Гц – 400 кГц).

Последние достижения науки, в области производства LCD-дисплеев, позволяют значительно снизить уровень излучений и электромагнитных полей. Используемые дисплеи соответствуют стандарту ТСО'03, гарантируя диапазоны напряженности электромагнитного поля $< 2,5$ В/м, что удовлетворяет нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

10.3 Электрическая безопасность

Электронасыщенность современных рабочих мест формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Согласно «Правилам устройства электроустановок» все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории: помещения с повышенной опасностью, особо опасные помещения и помещения без повышенной опасности.

Рассматриваемое помещение, в котором трудится инженер-проектировщик, по опасности электропоражения относится к помещениям без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками:

- температура воздуха нормальная;
- влажность нормальная;
- сырость отсутствует;
- химически активная среда отсутствует;
- токопроводящая пыль отсутствует;
- токопроводящие полы отсутствуют.

Инженер-проектировщик работает с незначительным количеством электроприборов:

- монитор;
- системный блок;
- клавиатура;
- манипулятор типа «мышь»;
- МФУ.

При работе с вышеперечисленными электроприборами возникает опасность электропоражения при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ). Кроме того, имеется опасность короткого замыкания в блоке питания.

В целях исключения возможность поражения электрическим током следует соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением ПЭВМ в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить ПЭВМ от электрической сети и устранить неисправность;
- запрещается при включенной ПЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

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

- изоляция;
- ограждение;
- блокировка;
- пониженные напряжения;
- электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание, как самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- защитное зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

10.4 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

10.4.1 Пожарная профилактика

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.

К режимным относятся установление правил организации работ и соблюдение противопожарных мер.

10.4.2 Оценка пожарной безопасности помещения

Исходя из установленной номенклатуры обозначений помещений по степени пожароопасности в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», анализируемое в данной работе помещение по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф4.3.

В соответствии с НПБ 166-97 средствами пожаротушения для данного помещения могут служить порошковые, углекислотные и аэрозольные огнетушители, так как основным источником возгорания может быть ПЭВМ. В качестве средства пожаротушения в помещении, где создавался проект, был установлен аэрозольный огнетушитель, так как в процессе пожаротушения он не оказывает воздействия на защищаемые материалы и оборудование, что позволяет использовать данные огнетушители при тушении пожаров электронного оборудования.

10.4.3 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров

Необходимо в офисном помещении проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5, установлен рубильник, обесточивающий все офисное помещение, на двери офисного помещения приведен план эвакуации в случае пожара, и на достигаемом расстоянии находится пожарный щит. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ–2 или порошковые типа ОП–5;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Кроме устранения самого очага пожара, нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

11.5 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов. Технический прогресс постоянно увеличивает возможности воздействия на окружающую среду и создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. Поэтому в настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют первостепенное значение.

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, отчистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение электрооборудования, ПЭВМ, различных средств вычислительной техники значительно упрощают процесс проектирования, эксплуатации, а также утилизации и защиты природы от вредных воздействий человечества. Например, инженер, метролог, контролер и др. теперь используют электронные пакеты обработки и носители информации, что значительно сокращает применение бумаги, а значит и вырубку лесов. Но, с другой стороны, все большее внедрение и применение ПЭВМ приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления может привести к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, авариям в ядерных реакторах, изменению ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии.

Потребление электроэнергии является одной из наиболее серьезных проблем охраны окружающей среды. С увеличением компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличивается и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их

количества. И то, и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления влечет за собой такие экологические нарушения, как:

- изменение климата – накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- загрязнение водного бассейна Земли;
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
- изменение ландшафта Земли.

В ходе написания работы потреблялась электроэнергия, производимая на электростанции, следовательно, работа вносит вклад в увеличение риска аварии на электростанции.

11.6 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02–94, чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Исходя из требований закона, определены обязанности и действия руководителя ГО – руководителя объекта по организации оповещения персонала и населения об угрозе опасностей военных действий и ЧС:

- В режиме повседневной деятельности создать объектовую систему оповещения персонала объекта.

– В случае угрозы опасностей ведения военных действий, угрозы возникновения или при возникновении ЧС на объекте – незамедлительно организовать оповещение персонала, населения прилегающих территорий через объектовую (локальную) систему оповещения. Одновременно об этом информировать органы ГОЧС, органы местного самоуправления. В дальнейшем информировать персонал, население, органы власти о всех изменениях обстановки.

В аварийных ситуациях необходимо:

– при повреждении оборудования, кабелей, проводов, неисправности заземления, появления запаха гари, возникновении необычного шума и других неисправностей немедленно отключить электропитание оборудования от сети и сообщить о случившемся непосредственному руководителю и лицу, осуществляющему техническое обслуживание оборудования;

– в случае сбоя в работе оборудования ПК или программного обеспечения вызвать специалиста по технологическому обслуживанию для устранения неполадок;

– при возгорании электропроводки, оборудования немедленно отключить электропитание и принять меры по тушению пожара с помощью имеющихся первичных средств пожаротушения (углекислотные огнетушители), сообщить о происшедшем непосредственному руководителю. Применение воды и пенных огнетушителей находящегося под напряжением электрооборудования недопустимо;

– в случае внезапного ухудшения здоровья (усилия сердцебиения, появления головной боли, рези в глазах, тошноты, появления боли в пальцах и кистях рук и др.) прекратить работу, выключить оборудование, сообщить руководителю и при необходимости обратиться к врачу.

Оценив условия труда анализируемого помещения, в том числе, освещение и определение соответствия эргономическим требованиям рабочего места, и определив меры пожарной безопасности, можно сделать следующие выводы по производственной и экологической безопасности человека, а также работе, выполняемой им:

- по занимаемой площади и объему помещение удовлетворяет нормативным требованиям;
- микроклиматические условия соответствуют допустимым;
- шумовая обстановка на рабочем месте соответствует норме;
- система освещения в помещении соответствует норме и создает нормальные условия для работы;
- монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при непрерывной работе более 4 часов;
- рабочее место сотрудника удовлетворяет требованиям;
- по состоянию пожаробезопасности помещение соответствует нормам.

При рассмотрении вопроса об охране окружающей среды можно сказать, что деятельность помещения не является экологически опасной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления сырьевым резервуарным парком нефтеперерабатывающего завода, соответствующая требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы были изучены особенности технологического процесса производства нефтебитумов, разработаны принципиальная технологическая и структурная схемы, а также функциональные схемы автоматизации и схемы соединений внешних проводок. Кроме того, был осуществлен выбор комплекса технических средств. Помимо этого, были разработаны и программно реализованы алгоритмы управления отдельными процессами технологического процесса. Также была разработана модель системы автоматического регулирования расхода сырья в резервуар.

И, наконец, было выполнено технико-экономическое обоснование проекта и рассмотрены вопросы его экологической безопасности, а также производственной санитарии.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы было обеспечено техническое перевооружение резервуарного цеха НПЗ и разработана АСУ, реализующая:

- автоматический контроль параметров технологического процесса;
- автоматическое и автоматизированное дистанционное управление технологическим процессом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
- 2 Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А. С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 3 Комиссарчик В. Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 2001. – 247 с.
- 4 Технологический регламент ТР 02-70-2013. – Ангарск, 2013. – 149 с.
- 5 Каталог ST PCS 7 – 2009. Версия 7.1.
- 6 Brochures Siemens ST 70 – 2013.
- 7 Siemens 6ES7307-1KA02-0AA0 data sheet.
- 8 Siemens 6ES7321-1BL00-0AA0 data sheet.
- 9 Siemens 6ES7321-1BL00-0AA0 data sheet.
- 10 Siemens 6ES7322-1BL00-0AA0 data sheet.
- 11 Siemens 6ES7331-7TF01-0AB0 data sheet.
- 12 Siemens 6ES7332-8TF01-0AB0 data sheet.
- 13 Siemens 6ES7326-1BK02-0AB0 data sheet.
- 14 Siemens 6ES7326-2BF10-0AB0 data sheet.
- 15 Siemens 6ES7336-4GE00-0AB0 data sheet.
- 16 Siemens 6ES7195-7KF00-0XA0 data sheet.
- 17 Манометры Jumo. Типовой лист 40.41 10.
- 18 Радарный датчик уровня Rosemount серии 5600. Справочное руководство 00809-0107-4024.
- 19 Преобразователи температуры Метран-280, Метран-280-Ex. Руководство по эксплуатации 281.01.00.000 РЭ.
- 20 Сенсоры Micro Motion. Модели Elite. Руководство по установке и эксплуатации P/N 20000349.

- 21 Инфракрасный точечный газовый извещатель GD10-P00. Руководство по эксплуатации 850-811250-RU-R05.
- 22 ВС-3-ГС, ВС-6-ГС. Звуковые сигнализаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nppsensor.ru/catalog/showproduct/160>, свободный.
- 23 ВС-4-С (ВС-4-П-С). Световые сигнализаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nppsensor.ru/catalog/showproduct/162>, свободный.
- 24 Посты взрывозащищенные кнопочные типа ПВК-1,2,3 РВ ExdI, 1ExdIIAT6, 1ExdIIВТ6, 1ExdIIСТ6, 2ExedIIСТ6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.velan-td.ru/catalog/s/61>, свободный.
- 25 ТКП ООО «БАЙКАЛ-КОНТРОЛС».
- 26 ТКП ООО НПП «Томская электронная компания»
- 27 КВВГЭ, АКВВГЭ, КВВГЭнг(А), АКВВГЭнг(А), КВВГЭнг(А)-ХЛ, АКВВГЭнг(А)-ХЛ, КВВГЭ-ХЛ, АКВВГЭ-ХЛ, КВВГЭнг(А)-LS, АКВВГЭнг(А)-LS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tomskcable.ru/additionally/produkt/catalogue/list37/>, свободный.
- 28 КВВГ, АКВВГ, КВВГнг(А), АКВВГнг(А), КВВГнг(А)-ХЛ, АКВВГнг(А)-ХЛ, КВВГ-ХЛ, АКВВГ-ХЛ, КВВГнг(А)-LS, АКВВГнг(А) –LS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tomskcable.ru/additionally/produkt/catalogue/list35/>, свободный.
- 29 Кабели для систем сигнализации и управления групповой прокладки, пожаробезопасные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.spcable.ru/catalog/secure/kpsvev_ng.htm, свободный.
- 30 модели объектов регулирования. Модели элементов систем автоматического регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vunivere.ru/work13222>, свободный.

Приложение А.

Схема структурная комплекса технических средств

Приложение Б.

Схема принципиальная технологическая резервуарного парка

Приложение В.
Схемы автоматизации

Приложение Г.
Схемы соединений внешних проводок

Приложение Д.
Календарный план-график выполнения работ