


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Автоматизация механосборочного производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
профессор, доктор технических наук
М.М. Тверской 

« 07 » 06 2016 г.

Система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЕ

ЮУрГУ - 220700.2016.886 ПЗ ВКР

Консультанты:

Экономическая часть

профессор, к.т.н.

 М.С. Кувшинов

« 07 » 06 2016 г.

Руководитель проекта:
старший преподаватель

 А.В. Соколов

« 6 » 06 2016 г.

Автор проекта,
студент группы

 МТ-477
Г.Д. Салунов

« 6 » 06 2016 г.

Нормоконтролёр
старший преподаватель

 А.В. Соколов

« 6 » 06 2016 г.

Челябинск
2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)

Факультет Механико-технологический
Кафедра Автоматизации механосборочного производства
Направление Автоматизации технологических процессов и производств

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АМСР
Тверская М.М. Тверской
« 24 » 03 2016г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу (проект) студента

Сапунова Георгия Дмитриевича

(Ф. И.О. полностью)

Группа МТ-477

1. Тема проекта (работы) « Система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы», утверждена приказом по университету от 23 декабря 2015 г. № 365.
2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) - 10.06.2016.
3. Исходные данные к проекту (работе):
 - ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
 - ГОСТ 34.602-89. «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
 - ГОСТ 12.2.007-0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
 - Г.Д. Сапунов. Отчёт по производственной практике на ОАО «ЧТПЗ»— Челябинск: ЮУрГУ, 2015,-21с.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

2 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

2.1 Структура системы в целом.

2.2 Структурно-функциональная схема системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы.

3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

4 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

4.1 Разработка циклограммы работы и алгоритма функционирования САУ ИП

4.2 Разработка программы для ОВЕН ПЛК-160

4.3 Человеко-машинный интерфейс

5 ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей).

- Объект автоматизации (А1)
- Структурно-функциональная схема системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы (А1)
 - Циклограмма работы системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы (А1)
 - Схема электрическая принципиальная (А1)
 - Человеко-машинный интерфейс (НМІ) (А1)
 - Блок-схема алгоритма работы САУ КМУ (2 листа А1)
 - Лист технико-экономических показателей (А1)

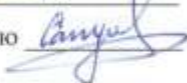
Итого 8 листов ф. А1.

6. Консультанты по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта.

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Анализ объекта автоматизации	Соколов А.В.	23.12.15 	11.04.2016 
Проектный раздел	Соколов А.В.	23.12.15 	6.06.2016 
Разработка алгоритма функционирования АСУМ	А.В. Соколов	23.12.15 	30.04.2016 
Расчет и анализ технико-экономических показателей	Кувшинов М.С.	23.12.15 	6.06.2016 

7. Дата выдачи задания 23.12.2015

Руководитель  Соколов А.В.

Задание принял к исполнению  Сапунов Г.Д.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Этапы работы	Сроки	Отметка руководителя о выполнении
1.	Утверждение технического задания	14.03.2016	<i>Соколов</i>
2.	Проведение обзора литературных и интернет-источников по теме выпускной квалификационной работы (далее — ВКР)	31.03.2016	<i>Соколов</i>
3.	Написание раздела «Введение», первой главы ВКР	11.04.2016	<i>Соколов</i>
4.	Проведение расчетов и разработка графической части ВКР согласно техническому заданию, Написание последующих глав ВКР	30.04.2016	<i>Соколов</i>
5.	Проведение первой процентовки	30.04.2016	<i>Соколов</i>
6.	Проведение окончательных расчетов по экономическому разделу ВКР. Согласование окончательного варианта экономического раздела ВКР с консультантом	07.05.2016	<i>Соколов</i>
7.	Проведение окончательных расчетов и доработка графической части ВКР согласно техническому заданию.	01.06.2016	<i>Соколов</i>
8.	Оформление пояснительной записки	06.06.2016	<i>Соколов</i>
9.	Прохождение нормоконтроля	07.06.2016	<i>Соколов</i>
10.	Утверждение ВКР заведующим кафедрой	09.06.2016	<i>Соколов</i>

Зав. кафедрой *Соколов* / М.М Тверской /

Руководитель проекта *Соколов* / Соколов А.В. /

Студент *Сапунов* / Сапунов Г.Д. /

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Автоматизация механосборочного производства»
Специальность «Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Тверской М. М.

«14» 03 2016 г.

Система автоматического управления установкой для измерения параметров
трубы

Наименование вида АС

Установка для измерения параметров трубы

Наименование объекта автоматизации

АСУ ИП

Сокращенное наименование АС

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На 15 листах

Действует с _____

СОГЛАСОВАНО

 Соколов А.В.

«14» 03 2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
1.1. Наименование системы.....	4
1.2. Шифр темы.....	4
1.3. Наименование организаций – Заказчика и Разработчика.	4
1.3.1. Заказчик.....	4
1.3.2. Разработчик.....	4
1.4. Перечень документов, на основании которых создаётся система, кем и когда утверждены эти документы.....	4
1.5. Плановые сроки начала и окончания работ по проектированию системы.	4
1.6. Сведения об источниках и порядке финансирования работ.....	4
1.7. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы (её частей).....	5
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ САУ ИП.....	5
2.1. Назначение системы.....	5
2.2. Цели создания системы.	5
3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	5
3.1. Основные компоненты объекта автоматизации.....	5
3.2. Исходное состояние объекта автоматизации.	6
3.3. Требования к условиям эксплуатации:	6
4. ТРЕБОВАНИЯ К САУ ИП	6
4.1 Требования к системе в целом.	6
4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы.....	6
4.1.1.1 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики.	6
4.1.1.2 Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы.	7
4.1.1.3	7
4.1.1.4 Требования к режимам функционирования системы.....	7
4.1.1.5 Требования по диагностированию системы.....	7
4.1.1.6 Перспективы развития, модернизации системы.....	7
4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы. ..	7
4.1.3 Показатели назначения.....	8
4.1.4 Требования к надежности.....	8
4.1.5 Требования к безопасности.....	8
4.1.6 Требования к эргономике и технической эстетике.....	8

4.1.7 Требования к транспортабельности для подвижных АС.....	8
4.1.8 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы.....	9
4.1.9 Требования к защите информации от несанкционированного доступа.....	9
4.1.10 Требования по сохранности информации при авариях.....	10
4.1.11 Требования к защите от влияния внешних воздействий.	10
4.1.12 Требования к патентной чистоте.	10
4.1.13 Требования по стандартизации и унификации.	10
4.1.14 Дополнительные требования.	10
4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой.	10
4.3 Требования к видам обеспечения	10
4.3.1 Требования к информационному обеспечению системы.	10
4.3.2 Требования к лингвистическому обеспечению системы.	10
4.3.3 Требования к программному обеспечению системы.	11
4.3.4 Требования к техническому обеспечению.	11
4.3.5 Требования к метрологическому обеспечению.	11
4.3.6 Требования к организационному обеспечению.	11
4.3.7 Требования к методическому обеспечению.....	11
5. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ.....	12

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Наименование системы.

Полное наименование системы: система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы.

Краткое наименование системы: САУ ИП.

1.2. Шифр темы отсутствует.

1.3. Наименование организаций – Заказчика и Разработчика.

1.3.1. Заказчик

ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ).

Адрес фактический: 454080, проспект Ленина, дом 78.

1.3.2. Разработчик

Сапунов Г.Д.

Адрес фактический: 454111, ул. Доватора, дом 46, кв. 89.

1.4. Перечень документов, на основании которых создаётся система, кем и когда утверждены эти документы.

При разработке автоматизированной системы и создании проектно-эксплуатационной документации Разработчик должен руководствоваться требованиями следующих нормативных документов:

- распоряжение «Об утверждении тем выпускных квалификационных работ бакалавров по направлению 220700» от 23.12.2015г. №365 (ЮУрГУ);
- ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению;
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплексность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;
- ГОСТ 34.601-90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;

1.5. Плановые сроки начала и окончания работ по проектированию системы.

Плановый срок начала работы: 14 марта 2016 года.

Плановый срок окончания работы: 10 июня 2016 года.

1.6. Сведения об источниках и порядке финансирования работ.

Работы финансируются в соответствии с распоряжением «Об утверждении тем выпускных квалификационных работ бакалавров по направлению 220700» от 23.12.2015г. №365 (ЮУрГУ);

1.7. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы (её частей).

Работы по созданию АСУ производятся и принимаются поэтапно. Наименование и очередность этапов определяется Разработчиком в ходе работ.

По завершении работ по каждому этапу Разработчик предоставляет Заказчику необходимую отчетную документацию.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ САУ ИП

2.1. Назначение системы.

САУ ИП предназначена для автоматизации работы установки, используемой для измерения параметров трубы (далее Установка). Чертеж установки приводится в приложении 1. Под параметрами будем понимать длину и массу трубы:

- измерение длины проводится в пределах 10 метров;
 - измерение массы проводится в пределах 1,5 тонн.
- Диаметры трубы изменяются в пределах от 108мм до 159мм.

2.2. Цели создания системы.

САУ ИП создается с целью:

- автоматического управления исполнительными механизмами установки, автоматизации процесса измерения параметров;
- автоматического преобразования измерительной информации в вид, понятный оператору системы;
- уменьшения вероятности появления аварии по вине сотрудников Заказчика и нанесения ущерба их здоровью, путём удаления их из зоны проведения измерений.

В результате создания САУ ИП должны быть улучшены значения следующих показателей:

- время сбора и обработки информации;
- точность измеряемых параметров;

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1. Основные компоненты объекта автоматизации.

Схема установки для измерения параметров указаны в приложении 1. На схеме отмечены исполнительные элементы, которыми должна управлять разрабатываемая САУ ИП. Таковыми являются:

- гидроприводы укладывателей 1, 2;
- гидропривод весов;
- приводы измерительных кареток 1, 2.

В качестве устройств управления гидроприводами необходимо использовать гидрораспределители с электрическим управлением, рассчитанные на давление в гидросистеме Заказчика, равное 25МПа.

На приводных механизмах измерительных кареток установлены асинхронные короткозамкнутые двигатели серии 71В-6 0,25 кВт 924 об/мин. Таких двигателя в системе 2, для каждого из них необходимо предусмотреть регулирование скорости.

Параметры двигателя представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — параметры двигателя 71В-6

Мощность, Вт	250
Скорость, об/мин	924
Момент инерции ротора, кг×м ²	0,003
Масса двигателя, кг	5
Питание	Однофазное, 220В, 50Гц
Номинальный ток, А	1,1

Технологический процесс работы установки приводится в приложении 2.

3.2. Исходное состояние объекта автоматизации.

В качестве исходного прием состояние, в котором штоки гидроприводов весов опущены, штоки гидроприводов укладывателей опущены, каретки измерения длины в крайних положениях, труба на стеллаже.

3.3. Требования к условиям эксплуатации:

– температура окружающей среды от + 5 °С до + 50 °С (группа В4 по ГОСТ Р 52931-2008).

– атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (группа Р1 по ГОСТ Р 52931-2008).

– электропитание системы должно осуществляться от сети однофазного напряжения 220 В ± 10% и частотой 50 Гц ± 1%.

4. ТРЕБОВАНИЯ К САУ ИП

4.1 Требования к системе в целом.

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы.

4.1.1.1 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики.

В состав САУ ИП входят следующие подсистемы:

– измерение параметров трубы;

Измерение параметров трубы представляет собой последовательность операций сбора информации от датчиков положения, обработки информации

полученной с устройств, обеспечивающих измерение параметров трубы, и формирование сигналов для исполнительных механизмов установки.

– автоматизированное рабочее место (далее АРМ) оператора.

АРМ предназначено для приема команд оператора и отображения информации о состоянии процесса измерения параметров.

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

Для входящих в состав САУ ИП подсистем в процессе функционирования необходимо обеспечить обмен информацией посредством стандартных промышленных протоколов передачи данных.

4.1.1.3 Требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой системы со смежными системами.

В процессе функционирования необходимо обеспечить обмен информацией со смежной системой клеймения, посредством стандартных промышленных протоколов передачи данных.

4.1.1.4 Требования к режимам функционирования системы.

САУ ИП должна поддерживать следующие режимы функционирования:

- автоматический;
- наладочный.

Алгоритмы работы установки подробно расписаны в приложении 3.

4.1.1.5 Требования по диагностированию системы.

САУ ИП должна предоставлять инструменты диагностирования основных процессов системы, трассировки и мониторинга выполнения технологического процесса.

Компоненты должны предоставлять удобный интерфейс для возможности мониторинга процесса выполнения программ.

4.1.1.6 Перспективы развития, модернизации системы.

САУ ИП должна оставлять возможность модернизации.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы.

В состав персонала, необходимого для обеспечения эксплуатации САУ ИП в рамках соответствующих подразделений Заказчика, необходимо выделить следующих ответственных лиц:

- оператор АРМ;
- инженер-программист;
- инженер-электроник.

4.1.3 Показатели назначения.

Измерение длины проводятся в пределах 10 метров с погрешностью не более ± 5 мм, массы в пределах 1,5 тонн с погрешностью не более $\pm 0,1$ кг. Так как диаметры трубы могут изменяться в пределах от 108 мм до 159 мм, то необходимо учесть это при установке щеточных датчиков на измерительные каретки 1 и 2.

4.1.4 Требования к надежности.

Уровень надежности должен достигаться согласованным применением организационных, организационно-технических мероприятий и программно-аппаратных средств.

Надежность должна обеспечиваться за счет:

- применения технических средств и программного обеспечения, соответствующих классу решаемых задач;
- соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно-аппаратных средств;
- предварительного обучения обслуживающего персонала.

4.1.5 Требования к безопасности.

При внедрении, эксплуатации и обслуживании технических средств системы должны выполняться меры электробезопасности в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Аппаратное обеспечение системы должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.004-91. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

Должно быть обеспечено соблюдение общих требований безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007-0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

4.1.6 Требования к эргономике и технической эстетике.

При расположении АРМ и всех технологических элементов необходимо обеспечить рациональную и устойчивую рабочую позу оператора, а так же экономии физических усилий при эксплуатации, проведении профилактики и ремонта Установки.

Взаимодействие Оператора с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы, должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм.

4.1.7 Требования к транспортабельности для подвижных АС.

Требования не предъявляются.

4.1.8 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы.

Система должна быть рассчитана на эксплуатацию в составе программно-технического комплекса Заказчика. Техническая и физическая защита аппаратных компонентов системы, носителей данных, бесперебойное энергоснабжение, резервирование ресурсов, текущее обслуживание реализуется техническими и организационными средствами, предусмотренными инфраструктурой Заказчика.

Для нормальной эксплуатации разрабатываемой системы должно быть обеспечено бесперебойное питание.

Периодическое техническое обслуживание используемых технических средств должно проводиться в соответствии с требованиями технической документации изготовителей, но не реже одного раза в год. Периодическое техническое обслуживание и тестирование технических средств должны включать в себя обслуживание и тестирование всех используемых средств. В процессе проведения периодического технического обслуживания должны проводиться внешний и внутренний осмотр и чистка технических средств, проверка контактных соединений, проверка параметров настроек работоспособности технических средств и тестирование их взаимодействия. На основании результатов тестирования технических средств должны проводиться анализ причин возникновения обнаруженных дефектов и приниматься меры по их ликвидации.

Восстановление работоспособности технических средств должно проводиться в соответствии с инструкциями разработчика и поставщика технических средств и документами по восстановлению работоспособности технических средств и завершаться проведением их тестирования. При вводе системы в опытную эксплуатацию должен быть разработан план выполнения резервного копирования программного обеспечения и обрабатываемой информации. Во время эксплуатации системы, персонал, ответственный за эксплуатацию системы должен выполнять разработанный план.

Размещение помещений и их оборудование должны исключать возможность бесконтрольного проникновения в них посторонних лиц и обеспечивать сохранность находящихся в этих помещениях конфиденциальных документов и технических средств.

Размещение оборудования, технических средств должно соответствовать требованиям техники безопасности, санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности.

Все пользователи системы должны соблюдать правила эксплуатации электронной вычислительной техники.

4.1.9 Требования к защите информации от несанкционированного доступа.

Разработанное ПО для САУ ИП должно быть программно защищено от несанкционированного копирования. Это обеспечивается наличием команды, запрещающей чтение программного кода непосредственно с контроллера.

4.1.10 Требования по сохранности информации при авариях.

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- Программное обеспечение САУ ИП должно восстанавливать свое функционирование при перезапуске аппаратных средств, возникшее вследствие сбоев в системе энергоснабжения аппаратной части.

4.1.11 Требования к защите от влияния внешних воздействий.

Защита от влияния внешних воздействий должна быть выполнена со степенью защиты IP55.

4.1.12 Требования к патентной чистоте.

Установка системы в целом, как и установка отдельных частей системы не должна предъявлять дополнительных требований к покупке лицензий на программное обеспечение сторонних производителей.

4.1.13 Требования по стандартизации и унификации.

САУ ИП должна быть реализована с применением стандартизованных протоколов обмена данными и конструктивных элементов.

4.1.14 Дополнительные требования.

Дополнительные требования не предъявляются.

4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой.

Система должна обеспечивать работу установки в каждом из режимов в соответствии с алгоритмами, описанными в приложении 3.

4.3 Требования к видам обеспечения

4.3.1 Требования к информационному обеспечению системы.

Для обмена данными между центральным вычислительным модулем и АРМ, между центральным вычислительным модулем и исполнительными механизмами использовать полевую промышленную шину.

4.3.2 Требования к лингвистическому обеспечению системы.

Все прикладное программное обеспечение системы для организации взаимодействия с пользователем должно использовать русский язык.

4.3.3 Требования к программному обеспечению системы.

На АРМ оператора должна быть установлена SCADA-система, поддерживающая обмен данными с используемым контроллером.

4.3.4 Требования к техническому обеспечению.

В состав САУ ТП должны входить следующие технические средства:

- датчики для определения положений исполнительных элементов;
- гидрораспределители, соответствующие требованиям пункта 3.1;
- измерительные устройства, обеспечивающие выполнение пункта 4.1.3.

4.3.5 Требования к метрологическому обеспечению.

САУ ИП не может быть использована в сфере Государственного метрологического контроля и надзора.

Сведения об измеряемых величинах и их характеристиках представлены в пункте 4.1.3.

Все метрологические характеристики измерительных и управляющих модулей должны быть представлены фирмой-изготовителем в документации на технические и программные средства. Для подтверждения выбранных метрологических характеристик согласно ГОСТ 8.009-84 "Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений", испытания СИ и ИС должны проводиться по ПР 50.2.009-94 ГСИ "Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений". Пределы значений погрешности измерительных каналов не должны превышать требований пункта 4.1.3. Измерительные каналы системы могут использоваться для целей контроля параметров только после их калибровки на объекте эксплуатации.

4.3.6 Требования к организационному обеспечению.

Квалификация персонала и его подготовка должны соответствовать технической документации. Персонал, работающий с САУ ИП и выполняющий функции её сопровождения и обслуживания, должен работать в следующих режимах:

- оператор АРМ – в соответствии с основным рабочим графиком подразделений Заказчика;
- инженер-электроник – в соответствии с основным рабочим графиком подразделений Заказчика;
- инженер-программист – в соответствии с основным рабочим графиком подразделений Заказчика.

4.3.7 Требования к методическому обеспечению.

В состав нормативно-правового и методического обеспечения системы должны входить следующие законодательные акты, стандарты и нормативы:

- ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
- ГОСТ 34.602-89. «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».
- ГОСТ 12.1.004-91. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
- ГОСТ 12.2.007-0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

5. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Настоящее Техническое Задание разработано на основе следующих документов и информационных материалов:

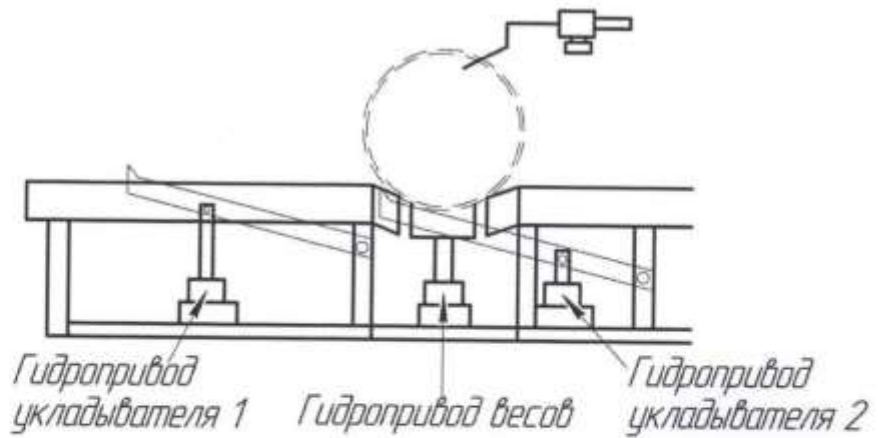
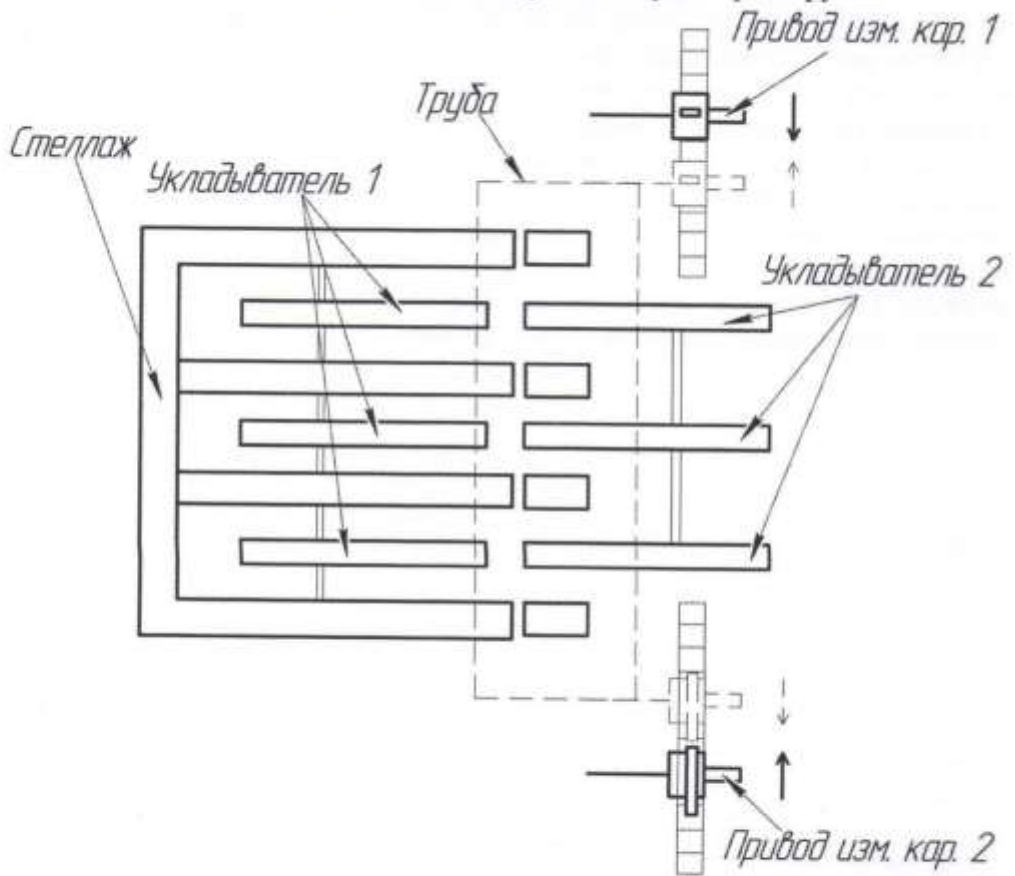
- распоряжение «Об утверждении тем выпускных квалификационных работ бакалавров по направлению 220700» от 23.12.2015г. №365 (ЮУрГУ);
- ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению;
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплексность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;
- ГОСТ 34.601-90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;
- ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
- ГОСТ 34.602-89. «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».
- ГОСТ 12.1.004-91. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».
- ГОСТ 12.2.007-0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Руководитель проекта
Студент

 / А.В Соколов
 / Г.Д. Сапунов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема установки для измерения параметров трубы.



Описание технологического процесса.

Труба подается на стеллаж, где необходимо проконтролировать её наличие. При наличии трубы в действие приводятся гидроприводы укладывателя 1, которые перемещают трубу на весы. Гидравлические приводы весов поднимают трубу. Когда труба поднята, через выдержку времени в 5 секунд тензодатчиками измеряется её вес. Далее проводится измерение длины трубы. На каретке измерения 1 установлена металлическая штанга, которая соприкасаясь с трубой фиксирует её край. Аналогично устроена каретка измерения 2. По сигналу системы управления каретки движутся до соприкосновения с трубой, после чего проводится измерение длины. Далее каретки отводятся в исходное положение, весы опускаются, труба снимается с весов укладывателем 2.

Режимы работы установки.**Автоматический режим.**

В автоматическом режиме при появлении трубы срабатывает датчик наличия трубы. Получив сигнал с датчика, включается гидравлический привод укладывателя 1 и труба отправляется на весы. Появление трубы на весах должно контролироваться с помощью датчика, после чего гидравлические приводы весов начинают подъём трубы. Когда весы находятся в верхнем положении, срабатывает датчик верхнего положения. Весы находятся в верхнем положении 5 секунд, после чего производится обработка данных, полученных с датчиков измерения веса. Задержка по времени необходима, чтобы при измерении труба находилась в статическом положении. Для измерения длины трубы служат две каретки измерения и специальное измерительное устройство. После измерения веса измерительная каретка начинает движение к трубе. Когда каретка достигла края трубы, срабатывает датчик. После этого начинает движение вторая каретка. При соприкосновении с трубой устройство измеряет длину. После этого каретки возвращаются в исходное положение. Крайние положения кареток контролируются датчиками. Гидравлические приводы весов опускают трубу. Когда весы достигают нижнего положения, которое контролируется датчиком, включается гидравлический привод укладывателя 2, который снимает трубу с весов.

Все датчики крайнего положения должны быть продублированы концевыми выключателями, которые в случае несрабатывания первого датчика должны сформировать сигнал, по которому необходимо разомкнуть цепь питания и вывести на АРМ сигнал об аварии.

Наладочный режим.

Для перехода в наладочный режим оператор должен перевести АРМ в наладочный режим. В наладочном режиме оператору доступны для ручного управления:

- гидропривод укладывателя 1;
- гидропривод укладывателя 2;
- гидропривод весов;
- привод измерительной каретки 1;
- привод измерительной каретки 2.




Все датчики положения и концевые выключатели должны находиться в рабочем состоянии.

АННОТАЦИЯ

Сапунов, Г.Д. Система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы. Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе. – Челябинск: ЮУрГУ, МТ-477; 2016, 29 с., 8 ил., библиогр. список – 10 наим., 10 таб, 2 прил., 8 листов графического материала ф. А1.

На базе промышленного логического контроллера ОВЕН ПЛК-160 создана система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы. Разработано программное обеспечение и система человеко-машинного интерфейса для контроля состояния технологического процесса.

Создание системы проведено в соответствии с планом, представленным графиком Ганта. Произведён расчёт себестоимости системы, вычислен экономический эффект, равный 43955,8руб., проведены анализ чувствительности и анализ прогрессивности разработанной системы.

					<i>220700.2016.886.10 ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>		<i>Сапунов</i>		6.06.16	<i>Система автоматического управления установкой для измерения параметров трубы</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проф</i>		<i>Сокалов</i>					2	31
<i>Н. Контр</i>		<i>Сокалов</i>				<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра АМСП</i>		
<i>Смб</i>		<i>Тверской</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ	2
ОГЛАВЛЕНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	5
2 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ.....	6
2.1 Структура системы в целом.	6
2.2 Структурно-функциональная схема системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы.	8
3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ	16
4 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	18
4.1 Разработка циклограммы работы и алгоритма функционирования САУ ИП.....	18
4.2 Разработка программы для ОВЕН ПЛК-160	18
4.3 Человеко-машинный интерфейс.....	18
5. ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	28
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	31

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций.

В проекте представлена разработка системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы (САУ ИП) – длины и массы.

САУ ИП создается с целью:

- автоматического управления исполнительными механизмами установки в процессе измерения параметров трубы;
- автоматического преобразования измерительной информации в вид, понятный оператору системы;
- уменьшения вероятности появления аварии из-за человеческого фактора.

В результате создания САУ ИП должны быть улучшены значения следующих показателей:

- время сбора и обработки информации;
- точность измеряемых параметров.

Далее подробно описаны этапы проектирования САУ ИП, представлен графический материал и проведен расчет технико-экономических показателей.

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220700.2016.886.10				

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Схема установки для измерения параметров приведена на листе 220700.2016.886.10.01 ТЧ графического материала. На схеме отмечены исполнительные элементы, которыми должна управлять разрабатываемая САУ ИП. Таковыми являются:

- гидроприводы укладывателей 1, 2;
- гидропривод весов;
- приводы измерительных кареток 1, 2.

В качестве устройств управления гидроприводами необходимо использовать гидрораспределители с электрическим управлением, рассчитанные на давление в гидросистеме, равное 25МПа. В качестве этих гидрораспределителей будем использовать гидрораспределители 24ПГ 73-11, так как они удовлетворяют предъявленным требованиям.

На приводных механизмах измерительных кареток установлены асинхронные короткозамкнутые двигатели серии 71В-6 0,25 кВт 924 об/мин. Для осуществления передачи крутящего момента двигателя на шестерню используют редуктор ЦФ-40М производства НТЦ «Редуктор». Двигателей в системе 2, для каждого из них необходимо предусмотреть регулирование скорости.

Параметры двигателя представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Параметры двигателя 71В-6

Мощность, Вт	250
Скорость, об/мин	924
Момент инерции ротора, кг·м ²	0,003
Масса двигателя, кг	5
Питание	Однофазное, 220В, 50Гц
Номинальный ток, А	1,1

Технологический процесс работы установки приводится в приложении 3 ТЗ.

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220700.2016.886.10				

2 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

2.1 Структура системы в целом

Назначением системы является автоматическое управление работой установки для измерения параметров трубы.

На начальном этапе проектирования любых систем управления, необходимо определить структуру системы. Будем отталкиваться от информации, которая предоставлена в ТЗ.

На рисунке 2.1 показана полученная структурная схема САУ ИП.

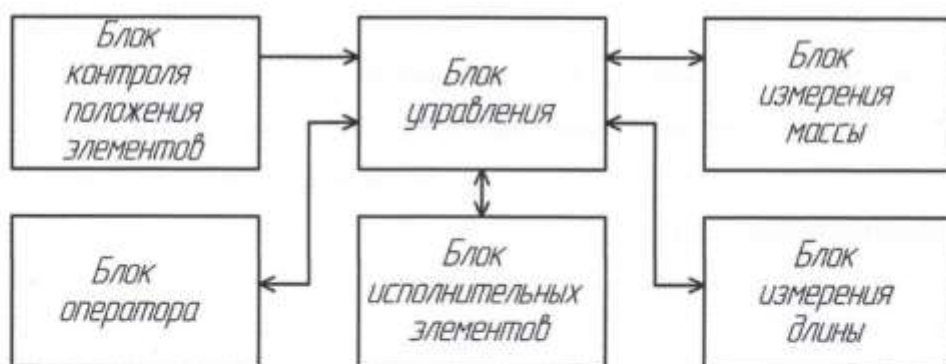


Рисунок 2.1 – Структурная схема

Далее определим функционал каждого блока структурной схемы.

Блок контроля положения элементов

В процессе работы системе необходимо получать информацию о текущем положении подвижных её элементов, таких как труба, укладыватель 1, укладыватель 2, стойки весов и две измерительных каретки. С этой целью необходимо использовать датчики. Всего таких датчиков нужно 12. Так же необходимо учесть достаточно высокую скорость измерительных кареток, что обуславливает необходимость введения в систему 4-х аварийных датчиков крайнего положения кареток.

Блок управления

Блок управления должен выполнять следующие функции:

- обработка информации с датчиков;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

220700.2016.886.10

Лист

6

2.2 Структурно-функциональная схема системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы

На основе описания технологического процесса, содержательного описания автоматизируемого объекта, анализа функционала блоков структурной схемы, и конкретного выбора элементов составлена структурно-функциональная схема, представленная на листе 220700.2016.886.10.02 Э2, в соответствии с указанными обозначениями:

- ГПУ1, ГПУ2 - гидропривод укладывателя;
- ГПВ - гидропривод весов;
- ГР1..ГР10 – гидрораспределитель;
- ПЧ1, ПЧ2 - преобразователь частоты;
- АД1, АД2 – асинхронный двигатель;
- ПК - персональный компьютер;
- ДА1..ДА4 - аварийный датчик;
- ТД1..ТД4 - тензометрический датчик;
- ДТС - датчик наличия трубы на стеллаже;
- ДТВ - датчик наличия трубы на весах;
- ДВВ - датчик положения весов (верхнее);
- ДВН - датчик положения весов (нижнее);
- ДУ2Н - датчик положения укладывателя 2 (нижнее);
- БД1..БД5 - бесконтактный датчик;
- ЩД1, ЩД2 - щёточный датчик.

В данном проекте блок управления системы автоматизации было решено реализовать на основе программируемого контроллера ОВЕН ПЛК 160-220.А-М. Аппаратные программные средства контроллера позволяют обеспечить выполнение всех типовых информационных и управляющих функций: сбор технологической информации, контроль и регулирование в соответствии с заданной программой, обработку и передачу информации полученной с датчиков, вывод информации с высокой скоростью. От объекта управления на ПЛК поступает 16 дискретных, 1 аналоговый сигнал и сигналы по протоколу

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220700.2016.886.10				

Таблица 2.3 – Технические характеристики датчиков ISN EC85P-312P-35G-LZS4 фирмы ТЕКО

Размер корпуса, мм	M30x1,5x68
Способ установки в металл	невстраиваемый
Номинальный зазор	35 мм
Рабочий зазор	0...28 мм
Тип контакта / Структура выхода	NPN Замыкающий
Диапазон рабочих напряжений, Ураб,	10...65 В DC
Максимальный рабочий ток, I _{max}	500 мА
Падение напряжения при I _{max} , U _d	≤ 2,5 В
Частота переключения	35 Гц



Рисунок 2.2 – Индуктивный датчик ISN EC85P-312P-35G-LZS4 фирмы ТЕКО и его подключение

В качестве датчиков ЩД1 и ЩД2 используются щёточные датчики. Они устроены по следующему принципу: труба, замыкая щеточный контакт, создает цепь: катушка реле - щеточный контакт - труба - земля (один конец источника питания заземлен) и реле датчика срабатывает. Для обеспечения полной безопасности обслуживающего персонала контактные щеточные датчики применяют напряжением 24В. Поэтому в цепи щеток устанавливают электромагнитные реле с катушкой на 24В. При прикосновении штанги к трубе замыкается электрическая цепь. Датчики такого типа зарекомендовали себя как надежные и простые в эксплуатации устройства.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

220700.2016.886.10

Лист

10

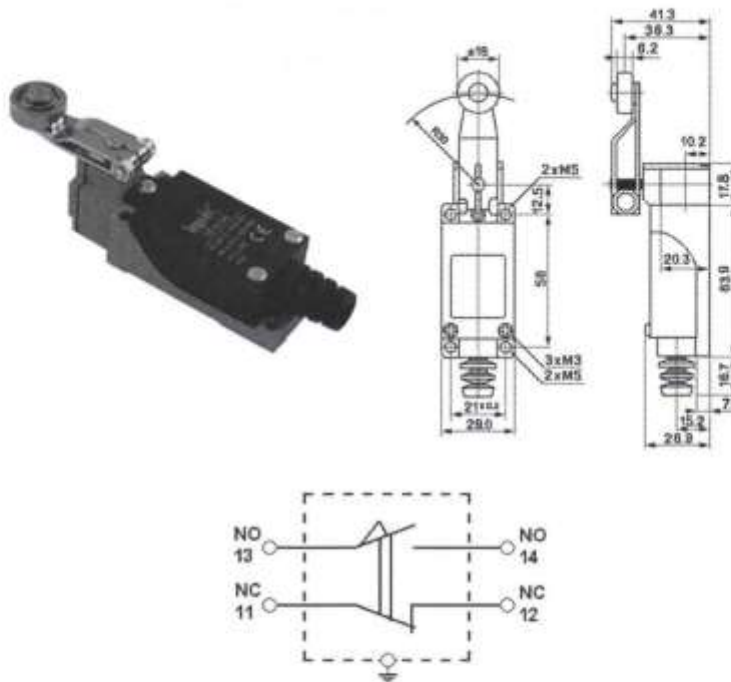


Рисунок 2.3 - Подключение датчика TZ 81-04 фирмы Impuls

Блок измерения массы преобразован в отдельные тензодатчики и модуль ввода сигналов тензодатчиков. Выбор тензодатчиков произведем исходя из массы взвешиваемой трубы. Установка клеймения и маркировки работает с трубами разного сортамента. При этом максимальная масса трубы составляет 1,5 тонны. Для повышения точности измерений измерения производятся четырьмя датчиками по мостовой схеме измерения. Исходя из этого, предел измерения каждого датчика должен быть не менее 0,375 т.

Выберем цилиндрический датчик К-С-18М фирмы «Уралвес» (рис.2.4).



Рисунок 2.4 – Тензодатчик К-С-18М фирмы «Уралвес»

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

220700.2016.886.10

3 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

В соответствии с разработанной структурно-функциональной схемой и подобранными элементами была разработана схема электрическая принципиальная, представленная на листе 220700.2016.886.10.03 ЭЗ графического материала. Условно-графические изображения элементов системы выполнены согласно требованиям ЕСКД.

Автоматические выключатели QF1...QF3 защищают элементы от коротких замыканий. Кнопка SB1 – пуск, SB2 – стоп.

Блок питания U1 с напряжением на выходе 24В подает напряжение на гидрораспределители. Блок питания U2 с напряжением на выходе 24В подает напряжение на основные низковольтные элементы: бесконтактные датчики, измерительный лазер LDM 41A и электромагнитные реле щеточных датчиков. На схеме клеммы блоков питания указаны в соответствии с паспортными данными.

В системе используются бесконтактные датчики SQ1..SQ10 и аварийные датчики SQ11..SQ14. В соответствии со схемой, предоставленной производителем, производится подключение информационных выходов датчика к входам ПЛК.

Двигатели переменного тока АД1и АД2 управляются при помощи частотных преобразователей. Преобразователь частоты получает питание от сети однофазного напряжения ~220В.

Управление приводами всех механизмов осуществляется через программируемый логический контроллер А1, который включает и отключает привода в соответствии с входными сигналами и по заданной программе.

Тензодатчики ТД1..ТД4 (на схеме P1..P4) подключаются к модулю ввода сигналов тензодатчиков по схеме, представленной изготовителем.

Модуль ввода сигналов тензодатчиков В2 преобразует сигналы с тензодатчиков и передает информацию в ПЛК А1.

Соединение между ПЛК и персональным компьютером выполняется с помощью разъема RJ-45 посредством протокола Ethernet.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220700.2016.886.10				

Гидрораспределители ГР1..ГР10 (на схеме YA1..YA10) подключены к ПЛК по схеме, рекомендуемой изготовителем. Так же, для защиты ПЛК гидрораспределители шунтируются диодами Шотки VD1..VD10.

Устройства A1, B1, B2, соединены шиной RS-485 для общения посредством Modbus.

					220700.2016.886.10	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

разработанной САУ ИП необходимо было реализовать SCADA-систему как человеко-машинный интерфейс.

Человеко-машинный интерфейс разработан посредством блока визуализации среды программирования CoDeSys. Программа Win32 CoDeSys HMI отображает формы визуализации на ПК без установки среды программирования CoDeSys. Она обменивается сообщениями с ПЛК через тот же интерфейс, что и среда программирования.

В визуализации проекта предполагается использование 3 экранов. На первом - основном размещены кнопки выбора режима работы установки. Второй - экран автоматического режима предназначен для графического отображения состояния технологического процесса работы установки и цифрового отображения измеряемых параметров: длины (Lenth) и массы (Mass). Третий - экран наладочного режима для графического отображения состояния технологического процесса, цифрового отображения измеряемых параметров и ручного управления при помощи кнопок. На втором и третьем экранах предусмотрена возможность возврата на первый.

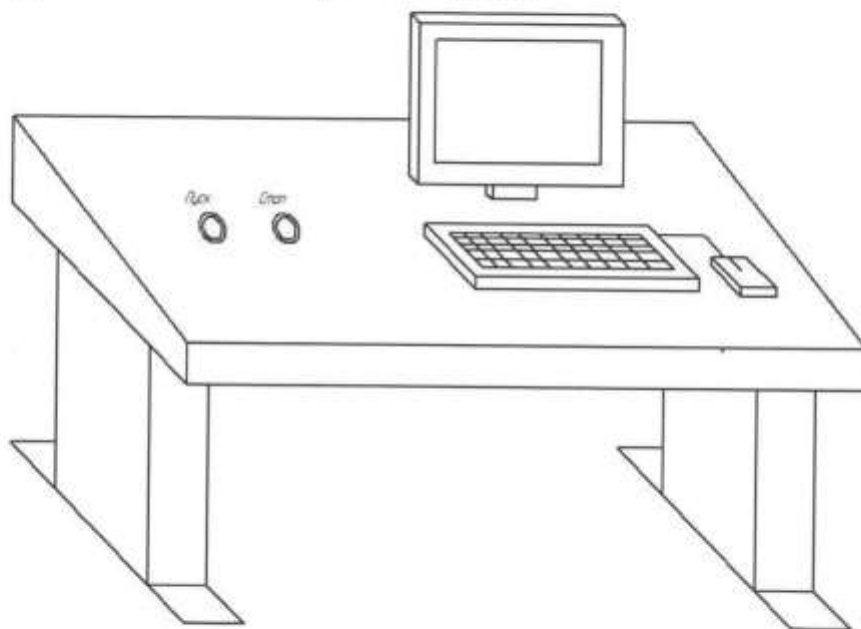


Рисунок 4.1 – Панель оператора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

220700.2016.886.10

Лист

19

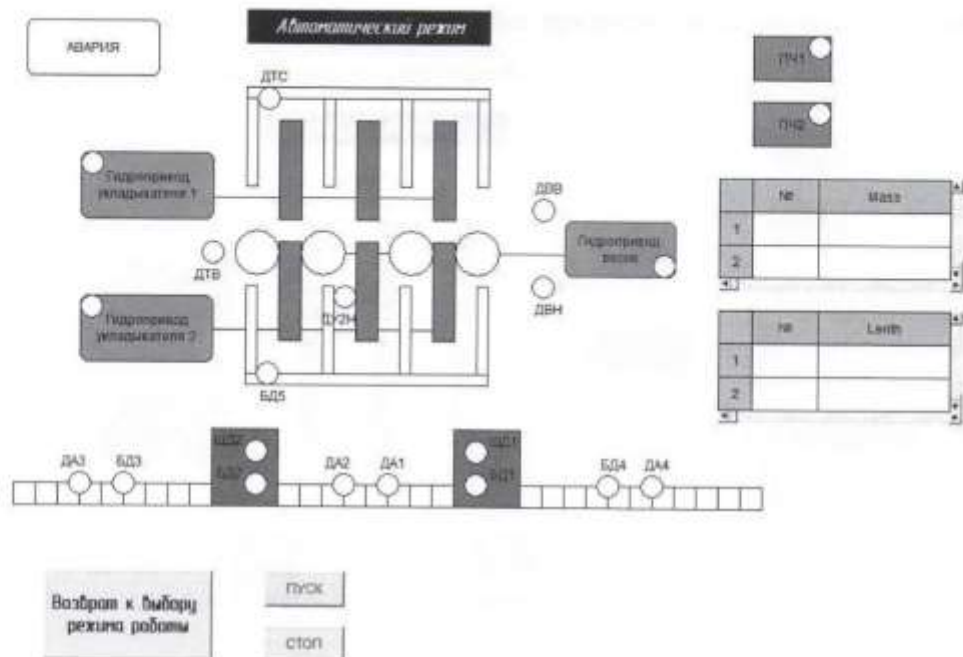


Рисунок 4.3 – Экран автоматического режима

После нажатия кнопки «ПУСК» наблюдение за работой установки осуществляется с помощью наблюдения за изменением цвета элементов на зелёный, если не указано иное:

- Гидропривод укладывателя 1, гидропривод укладывателя 2;
- Гидропривод весов;
- ПЧ1, ПЧ2 - преобразователь частоты (зеленый цвет – режим 1, красный цвет – режим 2);
- ДА1..ДА4 - аварийный датчик;
- ДТС - датчик наличия трубы на стеллаже;
- ДТВ - датчик наличия трубы на весах;
- ДВВ - датчик положения весов (верхнее);
- ДВН - датчик положения весов (нижнее);
- ДУ2Н - датчик положения укладывателя 2 (нижнее);
- БД1..БД5 - бесконтактный датчик;
- ЩД1, ЩД2 - щёточный датчик.

В таблицах справа отражаются измеренные значения массы трубы (Mass) и длины (Lenth).

При возникновении аварийной ситуации цвет элемента «АВАРИЯ» изменяется на красный и производится отключение питания ПЧ1, ПЧ2.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для организации процесса разработки было решено воспользоваться графиком Ганта. Весь процесс разработки был разделен на следующие этапы:

- Составление технического задания;
- Разработка графика выполнения работ;
- Анализ объекта автоматизации;
- Разработка структурно-функциональной схемы;
- Разработка циклограммы работы САУ ИП;
- Разработка блок-схемы алгоритма работы;
- Подбор элементов САУ ИП;
- Разработка схемы соединений;
- Расчёт экономической части;
- Оформление пояснительной записки;
- Оформление графического материала;
- Сдача проекта;
- Защита проекта.

График Ганта представлен на листе технико-экономических показателей графического материала (220700.2016.886.10.08 ТЧ).

Экономическим обоснованием выпускной квалификационной работы является расчет себестоимости создания системы автоматического управления установкой для измерения параметров трубы, отражающий учет денежных средств, затраченных на её разработку и оборудование.

Расчет себестоимости разработки производится по следующим пунктам:

- 1) расчет затрат на приобретение оборудования;
- 2) расчет затрат на заработную плату персонала;
- 3) расчет стоимости проекта.

Расчет затрат по статье “Приобретение оборудования” рассчитывается по следующей формуле:

$$П = \sum_{i=1}^m П_i \cdot Ц_i, \quad (1)$$

где m – номенклатура применяемых специальных изделий, штук;

					220700.2016.886.10	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

P_i – количество изделий i -го наименования, штук;

C_i – цена единицы указанных изделий i -го наименования, руб.

Перечень спецоборудования представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень комплектующих изделий

Наименование	Количество, шт.	Цена за шт., руб.	Общая стоимость, руб.
Редуктор ЦФ-40М	2	1450	2900
Гидрораспределитель 24ПГ 73-11	10	4500	45000
ПЧВ 101-К37-А	2	11682	23364
ПЛК160-220.А-М	1	31860	31860
МВ110-224.4ТД	1	11387	11387
Лазер LDM 41А	1	32000	32000
ISN EC85P-312P-35G-LZS4	10	3390	33900
Конечный выключатель TZ 81-04	4	250	1000
Датчик К-С-18М	4	5210	20840
БП120 Б-Д9-24С	2	6372	12744
Шкаф 22U (600x1000)	1	19200	19200
Автоматический выключатель GB2 CB06 1,5А	2	350	700
Автоматический выключатель GB2 CB14 8А	1	540	540
ИТОГО			235435 руб.

Итого затраты по статье «Приобретение оборудования»:

$$П = 235435 \text{ руб.}$$

Стоимость прочего оборудования принимается в размере 10% от суммарной стоимости оборудования:

$$П_b = 0,1 \cdot 235435 = 23543,5 \text{ руб.}$$

Общие затраты на материалы определяются суммой затрат на основные и вспомогательные материалы:

$$П_\Sigma = П + П_b = 235435 + 23543,5 = 258978,5 \text{ руб.}$$

									Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220700.2016.886.10					24

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг программы для ОВЕН ПЛК-160

Кол.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					20

220700.2016.886.10

PLC_PRG (PRG-ST)

```
0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 GPU1: BOOL; (* разрешение работы гидропривода укладывателя 1*)
0004 GPV: BOOL; (* разрешение работы гидропривода весов*)
0005 T: BOOL;
0006 LENTH: REAL; (*переменная для записи значения длины*)
0007 B: BOOL; (*разрешение отвода измерительной каретки 2 *)
0008 C: BOOL; (*сигнал разрешения работы гидропривода укладывателя 2*)
0009 R_TRIGcon: R_TRIG;
0010 F_TRIGcon: F_TRIG;
0011 GPU2: BOOL; (*разрешение работы гидроприводу укладывателя 2 по сигналу C*)
0012 TONcon: TON;
0013 AVAR: BOOL; (*переменная аварийного состояния*)
0014 END_VAR
0001 ST1:=1; (*инициализация ПЧ1*)
0002 ST2:=1; (*инициализация ПЧ2*)
0003 REG1:=1148; (*включение ПЧ1*)
0004 REG2:=1148; (*включение ПЧ2*)
0005 M:=0;
0006 AVAR:=0;
0007 IF DI1=1 AND DI2=0 AND DI10=1 AND AVAR=0 THEN (*условие установки в 1 сигнала разрешения GPU1*)
0008 GPU1:=1;
0009 END_IF;
0010 IF GPU1=1 THEN (*проверка выполнения условия*)
0011 DO1:=1;
0012 DO2:=1;
0013 DO3:=1;
0014 ELSIF GPU1=0 THEN
0015 DO1:=0;
0016 DO2:=0;
0017 DO3:=0;
0018 END_IF
0019 IF DI2=1 THEN (*условие сброса сигнала разрешения GPU1*)
0020 GPU1:=0;
0021 END_IF
0022 IF DI2=1 AND DI7=1 AND DI8=1 AND AVAR=0 THEN (*условие установки в 1 сигнала разрешения GPV *)
0023 GPV:=1;
0024 END_IF
0025 IF GPV=1 THEN (*проверка выполнения условия*)
0026 DO4:=1;
0027 DO5:=1;
0028 DO6:=1;
0029 DO7:=1;
0030 ELSIF GPV=0 THEN
0031 DO4:=0;
0032 DO5:=0;
0033 DO6:=0;
0034 DO7:=0;
0035 END_IF
0036 IF DI3=1 AND AVAR=0 THEN
0037 TONcon(IN:=TRUE , PT:=#5S , Q=>T , ET=> ); (*выдержка времени*)
0038 T:=TON.Q
0039 END_IF
0040 IF T=1 AND AVAR=0 THEN
0041 M:=MASS; (*считывание измеренной массы с MB110-224.4ТД*)
0042 REG1:=1149; (*подвод измерительной каретки 1*)
0043 END_IF
0044 IF DI5=1 AND AVAR=0 THEN (*проверка условия изменения скорости измерительной каретки 1*)
0045 REG1:=1150; (*снижение скорости измерительной каретки 1*)
0046 ELSIF DI11=1 THEN (*при совпадении останов измерительной каретки 1 и подвод измерительной каретки 2*)
0047 REG1:=1140;
0048 REG2:=1149;
0049 END_IF
0050 IF DI6=1 AND AVAR=0 THEN
0051 REG2:=1150;
```

```
0052     ELSIF DI12=1 THEN
0053     REG2:=1140;
0054 END_IF
0055 IF DI12=1 AND AVAR=0 THEN
0056     LENTH:=30*L/100; (*вычисление и запись длины трубы*)
0057     REG2:=1151; (*отвод измерительной каретки 2*)
0058 END_IF
0059 F_TRIGcon(CLK:=DI12, Q=>B); (*условие отвода измерительной каретки 1*)
0060 IF B=1 AND AVAR=0 THEN
0061     REG1:=1151; (*отвод измерительной каретки 1*)
0062 END_IF
0063 IF DI8=1 AND AVAR=0 THEN
0064     REG2:=1140;
0065     ELSIF DI7=1 THEN
0066     REG1:=1140;
0067     GPV:=0; (*отключение гидр привода весов*)
0068 END_IF
0069 R_TRIGcon(CLK:=DI4, Q=>C);
0070 IF C=1 AND AVAR=0 THEN (*снятие трубы с весов*)
0071     GPU2:=1;
0072     ELSIF GPU2=1 THEN
0073     DO8:=1;
0074     DO9:=1;
0075     DO10:=1;
0076 END_IF
0077 IF DI9=1 AND AVAR=0 THEN
0078     GPU2:=0;
0079 END_IF
0080 IF DI13=1 OR DI14=1 OR DI15=1 OR DI16=1 THEN (*проверка наличия аварийной ситуации*)
0081     AVAR:=1;
0082     REG1:=1140;
0083     REG2:=1140;
0084 END_IF
```


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Конфигурация ОВЕН ПЛК-160

					220700.2016.886.10	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Конфигурация ПЛК

*PLC160 (Id.: 1)

Номер узла: -1
Адрес входов: %IB0
Адрес выходов: %QB0
Адрес диагностики: %MB0
Download: 1
AutoAdr: 1
Parameter:
MinCycleLength ms: 1
MaxCycleLength ms: 1000
back-up working time: 6

*Fast discrete inputs[SLOT] (Id.: 190)

Номер узла: 0
Адрес входов: %IB0
Адрес выходов: %QB0
Адрес диагностики: %MB0
Download: 1
AutoAdr: 1
Parameter:
Time of filtration fast inputs (mks): 10

Каналы:

AT %IX0.0: BOOL; (* Discrete input 1 *) [CHANNEL (I)]
AT %IX0.1: BOOL; (* Discrete input 2 *) [CHANNEL (I)]
AT %IX0.2: BOOL; (* Discrete input 3 *) [CHANNEL (I)]
AT %IX0.3: BOOL; (* Discrete input 4 *) [CHANNEL (I)]

*Discrete inputs[FIX] (Id.: 130)

Номер узла: 1
Адрес входов: %IB1
Адрес выходов: %QB1
Адрес диагностики: %MB1
Download: 1
AutoAdr: 1
Parameter:
Time of filtration for general inputs, in ms: 10
Visibility: No

Каналы:

AT %IB1.0: BYTE; (* 8 discrete inputs *) [CHANNEL (I)]
DI1 AT %IX1.0.0: BOOL; (* Bit 0 *)
DI2 AT %IX1.0.1: BOOL; (* Bit 1 *)
DI3 AT %IX1.0.2: BOOL; (* Bit 2 *)
DI4 AT %IX1.0.3: BOOL; (* Bit 3 *)
DI5 AT %IX1.0.4: BOOL; (* Bit 4 *)
DI6 AT %IX1.0.5: BOOL; (* Bit 5 *)
DI7 AT %IX1.0.6: BOOL; (* Bit 6 *)
DI8 AT %IX1.0.7: BOOL; (* Bit 7 *)
AT %IB1.1: BYTE; (* 4 discrete inputs *) [CHANNEL (I)]
DI9 AT %IX1.1.0: BOOL; (* Bit 0 *)
DI10 AT %IX1.1.1: BOOL; (* Bit 1 *)
DI11 AT %IX1.1.2: BOOL; (* Bit 2 *)
DI12 AT %IX1.1.3: BOOL; (* Bit 3 *)
DI13 AT %IX1.1.4: BOOL; (* Bit 4 *)
DI14 AT %IX1.1.5: BOOL; (* Bit 5 *)
DI15 AT %IX1.1.6: BOOL; (* Bit 6 *)
DI16 AT %IX1.1.7: BOOL; (* Bit 7 *)

*Discrete outputs[FIX] (Id.: 131)

Номер узла: 2
Адрес входов: %IB2
Адрес выходов: %QB2
Адрес диагностики: %MB2
Download: 1
AutoAdr: 1
Parameter:

Safe Value Ch1, byte: 0
Safe Value Ch2, 4 bits: 0
Visibility: No

Каналы:

AT %QB2.0: BYTE; (* 8 discrete outputs *) [CHANNEL (Q)]

DO1 AT %QX2.0.0: BOOL; (* Bit 0 *)
DO2 AT %QX2.0.1: BOOL; (* Bit 1 *)
DO3 AT %QX2.0.2: BOOL; (* Bit 2 *)
DO4 AT %QX2.0.3: BOOL; (* Bit 3 *)
DO5 AT %QX2.0.4: BOOL; (* Bit 4 *)
DO6 AT %QX2.0.5: BOOL; (* Bit 5 *)
DO7 AT %QX2.0.6: BOOL; (* Bit 6 *)
DO8 AT %QX2.0.7: BOOL; (* Bit 7 *)

AT %QB2.1: BYTE; (* 4 discrete outputs *) [CHANNEL (Q)]

DO9 AT %QX2.1.0: BOOL; (* Bit 0 *)
DO10 AT %QX2.1.1: BOOL; (* Bit 1 *)
AT %QX2.1.2: BOOL; (* Bit 2 *)
AT %QX2.1.3: BOOL; (* Bit 3 *)
AT %QX2.1.4: BOOL; (* Bit 4 *)
AT %QX2.1.5: BOOL; (* Bit 5 *)
AT %QX2.1.6: BOOL; (* Bit 6 *)
AT %QX2.1.7: BOOL; (* Bit 7 *)

*Fast analog inputs[FX] (Id.: 125)

Номер узла: 3

Адрес входов: %IB3

Адрес выходов: %QB3

Адрес диагностики: %MB3

Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Filtr Comm: 50Hz 2Por

Каналы:

L AT %IR3.0: REAL; (* AI #1 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:

Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.1: REAL; (* AI #2 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:

Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.2: REAL; (* AI #3 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:

Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.3: REAL; (* AI #4 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:

Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.4: REAL; (* AI #5 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:
Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.5: REAL; (* AI #6 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:
Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.6: REAL; (* AI #7 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:
Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IR3.7: REAL; (* AI #8 *) [CHANNEL (I)]

Parameter:
Input type: 4-20 mA
Peak Filtr: 200
Filtr Ch: Off
Tau RC: 10
Min FV: 0
Max FV: 20000.0

AT %IW3.8: WORD; (* AI read time (10ms) *) [CHANNEL (I)]

*Analog outputs[FIX] (Id.: 126)

Номер узла: 4
Адрес входоа: %IB4
Адрес выходоа: %QB4
Адрес диагностики: %MB4
Download: 1
AutoAdr: 1
Каналы:

AT %QR4.0: REAL; (* AO #1 *) [CHANNEL (Q)]

Parameter:
Mode: 4-20 mA
SafeState: 0.0

AT %QR4.1: REAL; (* AO #2 *) [CHANNEL (Q)]

Parameter:
Mode: 4-20 mA
SafeState: 0.0

AT %QR4.2: REAL; (* AO #3 *) [CHANNEL (Q)]

Parameter:
Mode: 4-20 mA
SafeState: 0.0

AT %QR4.3: REAL; (* AO #4 *) [CHANNEL (Q)]

Parameter:
Mode: 4-20 mA
SafeState: 0.0

*Special input[FIX] (Id.: 103)

Номер узла: 5
Адрес входоа: %IB5
Адрес выходоа: %QB5
Адрес диагностики: %MB5
Download: 1
AutoAdr: 1
Parameter:

Visibility: No

Каналы:

AT %IX5.0: BOOL; (* Special input *) [CHANNEL (I)]

*Special output[FIX] (Id.: 104)

Номер узла: 6

Адрес входов: %IB6

Адрес выходов: %QB6

Адрес диагностики: %MB6

Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Visibility: No

Каналы:

AT %QX6.0: BOOL; (* Special output *) [CHANNEL (Q)]

*ModBus (Master)[VAR] (Id.: 450)

Номер узла: 7

Адрес входов: %IB7

Адрес выходов: %QB7

Адрес диагностики: %MB7

Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Visibility: No

Каналы:

AT %QD7.0: DWORD; (* Last address *) [CHANNEL (Q)]

AT %QW7.1: WORD; (* Last error *) [CHANNEL (Q)]

*RS-485-1[SLOT] (Id.: 201)

Номер узла: 0

Адрес входов: %IB7.0

Адрес выходов: %QB7.0

Адрес диагностики: %MB7.0

Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Communication speed: 9600

Parity: NO PARITY CHECK

Data bits: 8 bits

Stop length: One stop bit

Interface Type: RS485

Frame oriented: RTU

Framing time ms: 0

Visibility: No

*Universal Modbus device[VAR] (Id.: 2000)

Номер узла: 1

Адрес входов: %IB7.1

Адрес выходов: %QB7.1

Адрес диагностики: %MB7.1

Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

ModuleIP: 10:0:0:223

Max timeout: 150

TCPport: 502

NetMode: Serial

ModuleSlaveAddress: 1

Work mode: By poll time

Polling time ms: 100

Visibility: No

Amount Repeat: 0

Byte Sequence: Trace_mode

Каналы:

ST1 AT %QB7.1.0: BYTE; (* Command (0xf - Start) *) [CHANNEL (Q)]

*Register output module[VAR] (Id.: 2004)

Номер узла: 0
Адрес входов: %IB7.1.0
Адрес выходов: %QB7.1.0
Адрес диагностики: %MB7.1.0
Download: 1
AutoAdr: 1

Parameter:

Register Address: 49999
Command: Preset singl register (0x06)
Visibility: No

Каналы:

REG1 AT %QW7.1.0.0: WORD; (* *) [CHANNEL (Q)]

*Universal Modbus device[VAR] (Id.: 2000)

Номер узла: 2
Адрес входов: %IB7.2
Адрес выходов: %QB7.2
Адрес диагностики: %MB7.2
Download: 1
AutoAdr: 1

Parameter:

ModuleIP: 10.0.0.223
Max timeout: 150
TCPport: 502
NetMode: Serial
ModuleSlaveAddress: 2
Work mode: By poll time
Polling time ms: 100
Visibility: No
Amount Repeat: 0
Byte Sequence: Trace_mode

Каналы:

ST2 AT %QB7.2.0: BYTE; (* Command (0xf - Start) *) [CHANNEL (Q)]

*Register output module[VAR] (Id.: 2004)

Номер узла: 0
Адрес входов: %IB7.2.0
Адрес выходов: %QB7.2.0
Адрес диагностики: %MB7.2.0
Download: 1
AutoAdr: 1

Parameter:

Register Address: 49999
Command: Preset singl register (0x06)
Visibility: No

Каналы:

REG2 AT %QW7.2.0.0: WORD; (* *) [CHANNEL (Q)]

*Universal Modbus device[VAR] (Id.: 2000)

Номер узла: 3
Адрес входов: %IB7.3
Адрес выходов: %QB7.3
Адрес диагностики: %MB7.3
Download: 1
AutoAdr: 1

Parameter:

ModuleIP: 10.0.0.223
Max timeout: 150
TCPport: 502
NetMode: Serial
ModuleSlaveAddress: 16
Work mode: By poll time
Polling time ms: 100
Visibility: No

Amount Repeat: 0
Byte Sequence: Trace_mode

Каналы:

MAT %QB7.3.0: BYTE; (* Command (0xff - Start) *) [CHANNEL (Q)]

*Register input module[VAR] (Id.: 2003)

Номер узла: 0
Адрес входов: %IB7.3.0
Адрес выходов: %QB7.3.0
Адрес диагностики: %MB7.3.0
Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Register Address: 0
Command: Read holding Registers (0x03)
Visibility: No

Каналы:

ST3 AT %IW7.3.0.0: WORD; (* *) [CHANNEL (I)]

*Register output module[VAR] (Id.: 2004)

Номер узла: 1
Адрес входов: %IB7.3.1
Адрес выходов: %QB7.3.1
Адрес диагностики: %MB7.3.1
Download: 1

AutoAdr: 1

Parameter:

Register Address: 0
Command: Preset single register (0x06)
Visibility: No

Каналы:

MASS AT %QW7.3.1.0: WORD; (* *) [CHANNEL (Q)]

Лист техника-экономических показателей

График Ганта

1. Установка оборудования
2. Подготовка рабочих мест
3. Запуск оборудования
4. Подготовка документации
5. Подготовка персонала
6. Подготовка материалов
7. Подготовка инструментов
8. Подготовка помещений
9. Подготовка транспорта
10. Подготовка энергии
11. Подготовка информации
12. Подготовка персонала
13. Подготовка помещений
14. Подготовка транспорта
15. Подготовка энергии
16. Подготовка информации



Калькуляция себестоимости

Виды	Сумма затрат руб.
Материалы	250000
Заработная плата рабочих	100000
Заработная плата специалистов	150000

Итого затрат - 500000 руб.
 Цена - 497000 руб.
 НДС 18% - 75823 руб.
 Выручка - 421177 руб.
 Чистая прибыль - 43955 руб.

Базисные показатели

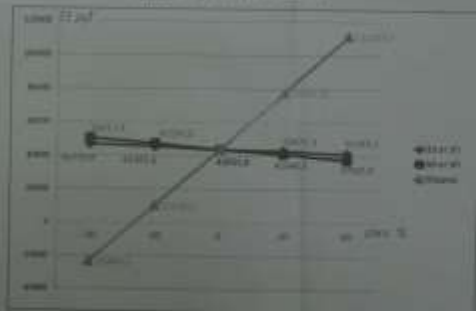
Показатели по плану	1 кв. кв.	2 кв. кв.	3 кв. кв.
Заработная плата рабочих	2	3	15
Заработная плата специалистов	1	1	1
Заработная плата рабочих	200	300	1500
Заработная плата специалистов	10	20	100
Заработная плата рабочих	1	1	1
Заработная плата специалистов	100	100	100

$$K_{\text{гн}} = 1,178 \cdot 1 \quad H_{\text{гн}} = 1,225 \cdot 1$$

Экономический эффект

ЭЭ - 43955 руб.
 Рентабельность - 5%

График себестоимости



Человеко-машинный интерфейс (HMI)

Экран HMI

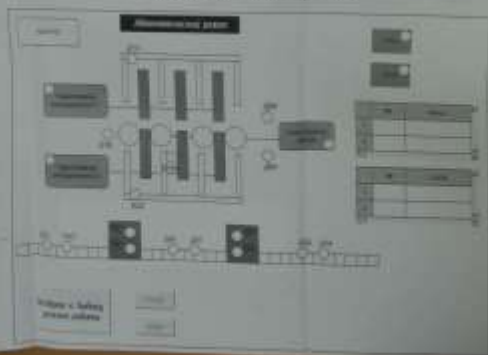


Экран HMI должен быть не только удобным, но и информативным. Он должен предоставлять оператору всю необходимую информацию о состоянии системы и ее работе.

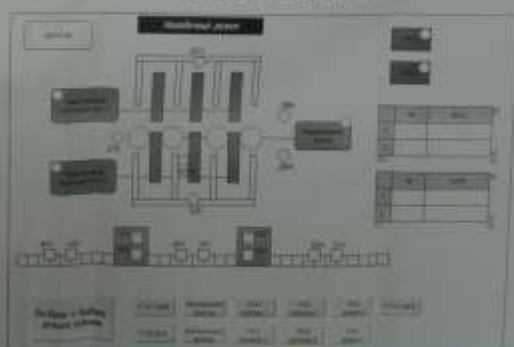
Человеко-машинный интерфейс должен обеспечивать оператору возможность быстрого и надежного взаимодействия с системой. Он должен быть интуитивно понятным и удобным в использовании.

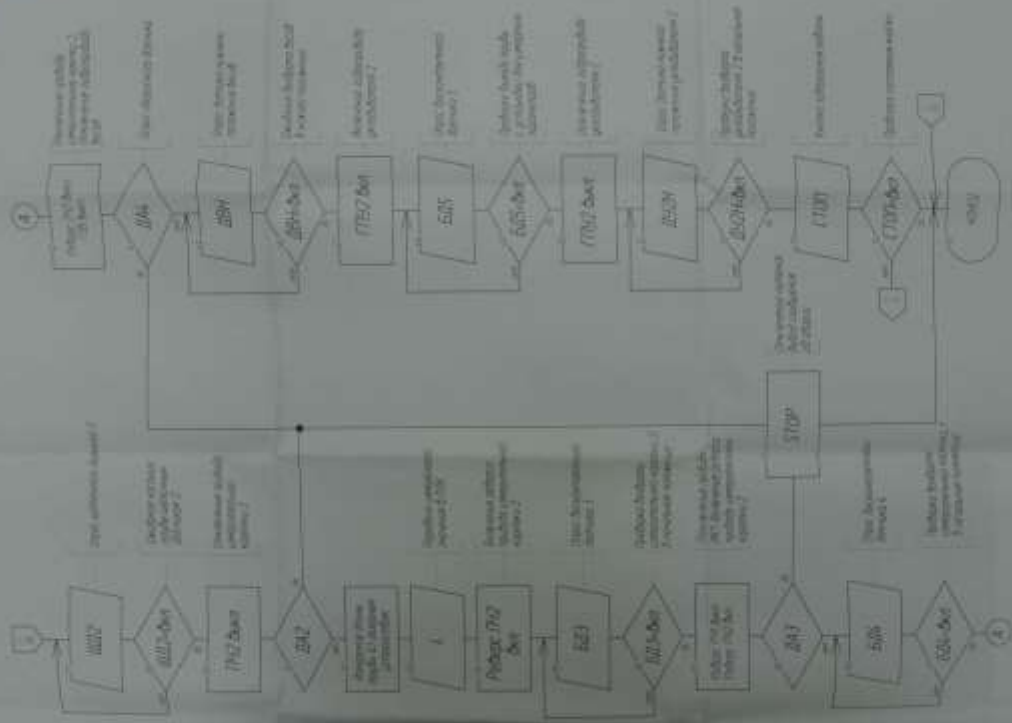
В разработке HMI необходимо учитывать следующие аспекты: эргономику, удобство работы, надежность, безопасность, информативность, простоту использования, возможность интеграции с другими системами, масштабируемость, возможность обновления и т.д.

Экран автоматического режима



Экран ручного режима





Циклограмма работы САУ ИП

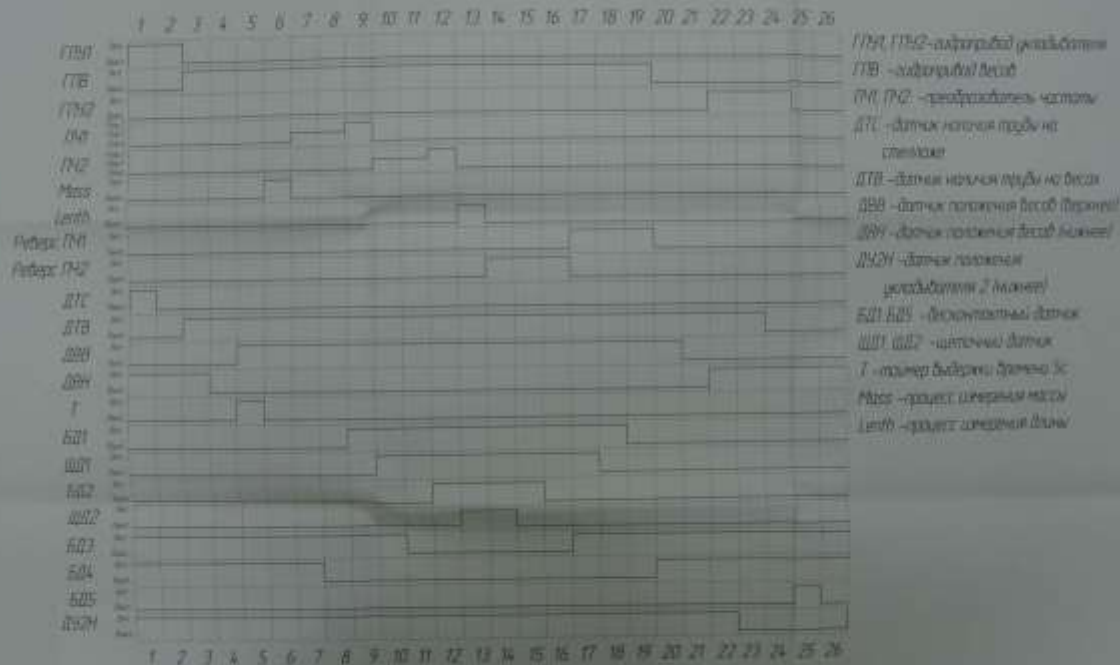


Схема установки для измерения парциальных давлений

