

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

Кафедра

вычислительной техники

«Вычислительная техника»

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация
автоматизированных систем специального
назначения»

Специализация: «Эксплуатация вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей специального назначения»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

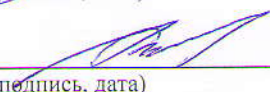
Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости

Студент


(подпись, дата)

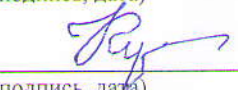
Прохоров А.В.
(ФИО полностью)

Руководитель


(подпись, дата)

Бычков А.С.
(фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр


(подпись, дата)

Кучин А.В.
(фамилия, инициалы)

Рецензент *доцент каф. ВМТ*
(должность, место работы)

ПензГТУ


(подпись, дата)

Мартышкин А.И.
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 10.06.2020 г. № 13)

Заведующий кафедрой


(подпись)

М.А. Митрохин
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от
18.06.2020 № 8)

Секретарь ГЭК


(подпись)

Е.И. Гурин

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет
Вычислительной техники

Кафедра
Вычислительная техника

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
 М.А. Митрохин
«30» апреля 2020г.

**ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

1. Студент Прохоров Александр Васильевич гр. 15BO2 факультета вычислительной техники.

2. Тема работы: «Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости».

Тема утверждена приказом ПГУ № 0335а/о от 30.04.2020

3. Руководитель работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.

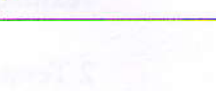
4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.).

Система предназначена для измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав системы, разработать структурную схему системы, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему и алгоритм работы системы. Система должна осуществлять выдачу введенного количества жидкости и фиксировать выполненные действия в памяти. Результаты должны выводиться на цифровые индикаторы. Питание системы осуществляется от источника постоянного напряжения от 8 до 15 вольт. В технологической части необходимо представить способы изготовления печатных плат. Также выполнить задание по БЖД и экономике.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости.	10	10.02.2020-20.02.2020	
2.	Технология изготовления печатных плат	12	21.02.2020-3.03.2020	
3.	Меры безопасности при изготовлении печатных плат	24	4.03.2020-25.03.2020	
4.	Расчет экономической части	13	26.03.2020-5.04.2020	
5.	Исправление ошибок в работе системы	20	6.04.2020-6.05.2020	
6.	Оформление дипломной работы	21	7.05.2020-2.06.2020	

Дата выдачи задания "29" апреля 2020 г.

Руководитель дипломной работы
(подпись, дата)

 Бычков А.С.

Задание к исполнению принял студент
(подпись, дата)

 Прохоров А.В.

Работу к защите допустить
Декан факультета
(подпись, дата)

 Фионова Л.Р.

РЕФЕРАТ

Работа содержит 86 листов, 20 рисунков, 5 таблиц, 10 источников, 4 приложения.

ПЕРЕКАЧКА ЖИДКОСТЕЙ, ДАТЧИКИ УРОВНЯ, МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА, ДАТЧИК, РЕЗЕРВУАР.

Цель работы – разработать систему измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости.

Объектом разработки является система, обеспечивающая клиентам доступ и выдачу определённого количества жидкости.

В результате проведенной работы должен быть разработан проект, удовлетворяющий поставленной задаче. Создана принципиальная схема системы измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости и разработаны соответствующие алгоритмы, реализующие возможность хранить, обрабатывать и доставлять до потребителя информацию в виде сообщений.

Данное приложение рекомендуется использовать для массового использования в сфере автозаправок.

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата	Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости Пояснительная записка			Лит.	Лист	Листов
Разраб		Прохоров А.В.								
Провер.Пров		Бычков А.С.							2	92
Н. Контр		Кучин А.В.						ФВТ, кафедра ВТ, гр. 15В02		
...										
Утверд.		Митрохин М.А.								

Содержание

Введение.....	5
1 Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости	7
1.1 Анализ предметной области	7
1.2 Разработка структурной схемы системы	19
1.2.1 Определение функционального состава системы	20
1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме.....	21
1.3 Разработка алгоритма системы.....	23
1.3.1 Описание интерфейса I2C	23
1.3.2 Описание работы системы по алгоритму	25
1.4 Разработка принципиальной схемы	28
1.4.1 Выбор датчика	29
1.4.2 Выбор микроконтроллера	30
1.4.3 Выбор микросхемы для интерфейса	33
1.4.4 Выбор схемотехники модуля индикации	34
1.4.5 Описание работы системы по принципиальной схеме	35
2 Технология изготовления печатных плат	42
2.1 Методы изготовления печатных плат	42
2.2 Описание технологического процесса изготовления печатных плат химическим методом	42
2.3 Комбинированный метод изготовления ДПП.....	46

3 Меры безопасности при изготовлении печатных плат	49
3.1 Техника безопасности при заготовительных операциях	50
3.2 Техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы.....	50
4 Расчет затрат на разработку микропроцессорной системы	52
4.1 Расчет цеховой себестоимости	53
4.1.1 Расчет затрат на покупные изделия	54
4.1.2 Расчет затрат на материалы	56
4.1.3 Расчет затрат на кооперацию	56
4.1.4 Расчет затрат на электроэнергию	57
4.1.5 Расчет затрат на заработную плату основных производственных рабочих.....	58
4.1.6 Расчет затрат на социальные отчисления	59
4.1.7 Расчет косвенных цеховых затрат	60
4.2 Расчет заводской себестоимости	61
4.3 Расчет полной себестоимости.....	62
4.4 Расчет цены проектируемого устройства	63
5 Заключение	67
Список используемых источников	68
Приложение А1 Схема электрическая структурная	69
Приложение А2 Схема программы	71
Приложение А2 Схема электрическая принципиальная	74
Приложение А4 Перечень элементов	76
Приложение В Презентация.....	79

Введение

Множество веществ способны находиться в жидком состоянии. Жидкости – вещества различного происхождения и состава, которые обладают текучестью, — они способны изменять свою форму под действием некоторых сил. Плотность жидкости – это отношение массы жидкости к объёму, который она занимает.

Рассмотрим примеры некоторых жидкостей. Первое вещество, которое приходит в голову при слове «жидкость» — это вода. И это вовсе не случайно, ведь вода является самой распространённой субстанцией на планете, и поэтому её можно принять за идеал.

В современном мире системы по перекачке жидкостей используются в различных сферах деятельности человека, в повседневной жизни это насосные станции, ГЭС, в нефтеперерабатывающей отрасли это нефтеперерабатывающие станции, бензоколонки и множество других.

Высокая потребность в жидкости заставляет людей производить системы по перекачке жидкостей для различных отраслей. Поэтому обязательным этапом технологического процесса производства систем по перекачке жидкостей является точность передачи жидкости, а также соблюдение температурного режима. Массовое производство подобных систем требует разработки методов измерений, обеспечивающих малую погрешность измерений, высокую производительность и низкую стоимость испытаний.

В современном мире есть множество различных устройств: дорогие, дешёвые, технически простые и сложные. Все они позволяют производить измерение и контроль выдачи жидкостей. Почти у всех производителей

результаты измерений, сильно отличаются, хотя все они претендуют на корректность измерений.

В данной работе будет рассмотрен экземпляр системы по перекачке жидкостей, позволяющий измерить точность выдачи жидкости, определить оставшееся количество жидкости в резервуаре и выполнять операции по автоматическому пополнению основного резервуара.

1 Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости

1.1 Анализ предметной области

В данном разделе работы будут рассмотрены все возможные датчики для измерения уровня жидкости в резервуаре, а также познакомимся с самим устройством и его основными компонентами.

Стоит начать с определения. Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости – это совокупность устройств, предназначенных для отслеживания уровня жидкости, точности её выдачи и температуры. Исходя из определения, в общем случае система состоит из трех главных компонентов: датчика, контроллера и индикации.

Датчик.

Рассмотрим первый элемент системы - датчик.

Для автоматизации многих производственных процессов необходимо контролировать уровень воды в резервуаре, подобные измерения проводятся при помощи специального датчика, который срабатывает, когда жидкость в резервуаре достигает определённого уровня. Подобные приспособления уже давно используются в быту, например – запорная арматура бачка унитаза, автоматика для отключения насоса скважины, автоматика используемая на АЗС. Рассмотрим различные виды датчиков уровня, их конструкцию и принцип работы. На рисунке 1.1 представлены различные виды датчиков уровня.



Рисунок 1.1 - Различные виды датчиков уровня

Конструкция и принцип действия датчиков.

Конструкция данного типа датчиков определяется следующими параметрами:

- функциональностью, в зависимости от этого устройства принято делить на сигнализаторы и уровнемеры. Первые отслеживают конкретную точку заполнения резервуара (минимальную или максимальную), вторые осуществляют непрерывный мониторинг уровня;
- принципом действия - это основной параметр, определяющий сферу применения. В его основу может быть положены: гидростатика, электропроводность, магнетизм, оптика, акустик;
- методом измерения (контактный или бесконтактный).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

Лист

8

Помимо этого, особенности конструкции определяет характер технологической среды. Одно дело — измерять высоту питьевой воды в баке, другое — проверять наполнение резервуаров для промышленных стоков. В последнем случае необходима соответствующая защита.

Виды датчиков уровня.

В зависимости от принципа действия, сигнализаторы принято делить на следующие виды:

- поплавочного типа;
- использующие ультразвуковые волны;
- устройства с емкостным принципом определения уровня;
- электродные;
- радарного типа;
- работающие по гидростатическому принципу.

Поскольку эти типы являются наиболее распространёнными, далее будет рассмотрен каждый из них в отдельности.

Поплавковый датчик.

Рассмотрим датчик поплавковый. Это наиболее простой, но, тем не менее, действенный и надежный способ измерения объёма жидкости в баке или другой емкости. С примером реализации можно ознакомиться на рисунке 1.2.

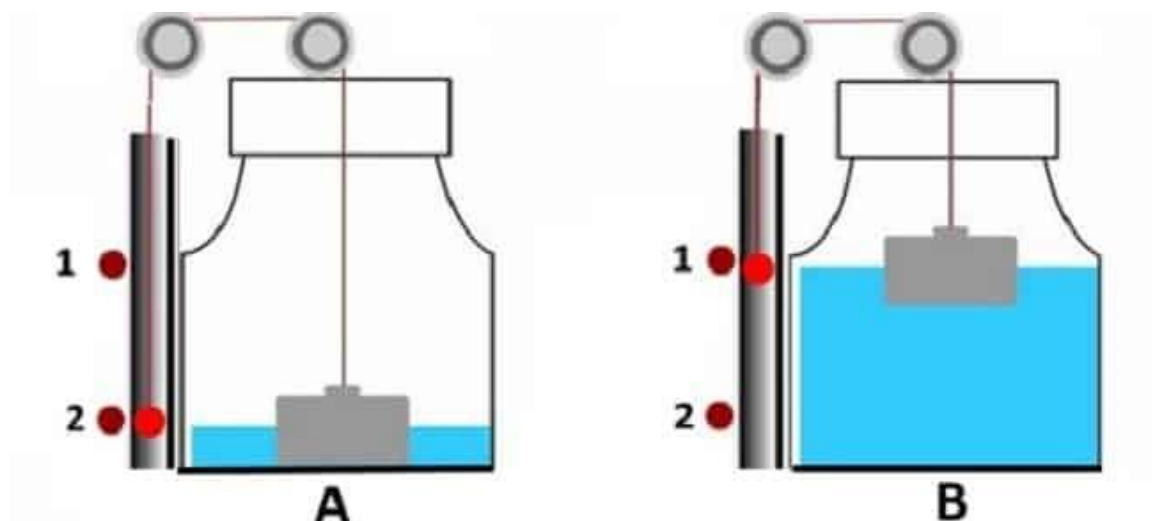


Рисунок 1.2 - Поплавковый датчик для управления насосом

Конструкция датчика состоит из поплавка с магнитом и двух герконов, установленных в контрольных точках. Кратко опишем принцип действия:

- емкость опустошается до критического минимума, при этом поплавок опускается до уровня, где расположен геркон 2, он включает реле, подающее питание на насос, закачивающий воду из скважины;
- вода доходит до максимальной отметки, поплавок поднимается до места расположения геркона 1, он срабатывает и реле отключается, соответственно, двигатель насоса прекращает работать.

Такой герконовый сигнализатор сделать самостоятельно довольно просто, а его настройка сводится к установке уровней включения-выключения.

Если правильно выбрать материал для поплавка, датчик уровня воды будет работать, даже при наличии слоя пены в резервуаре.

Ультразвуковой датчик.

Данный тип датчиков возможен в использовании как для жидкой, так и для сухой среды, при этом у него возможен как аналоговый, так и дискретный выход. Датчик может ограничивать заполнение резервуара по достижению определенного уровня или отслеживать его постоянно.

Устройство включает в себя:

- ультразвуковой излучатель;
- приемник;
- контроллер обработки сигнала.

Принцип работы сигнализатора продемонстрирован на рисунке 1.3.

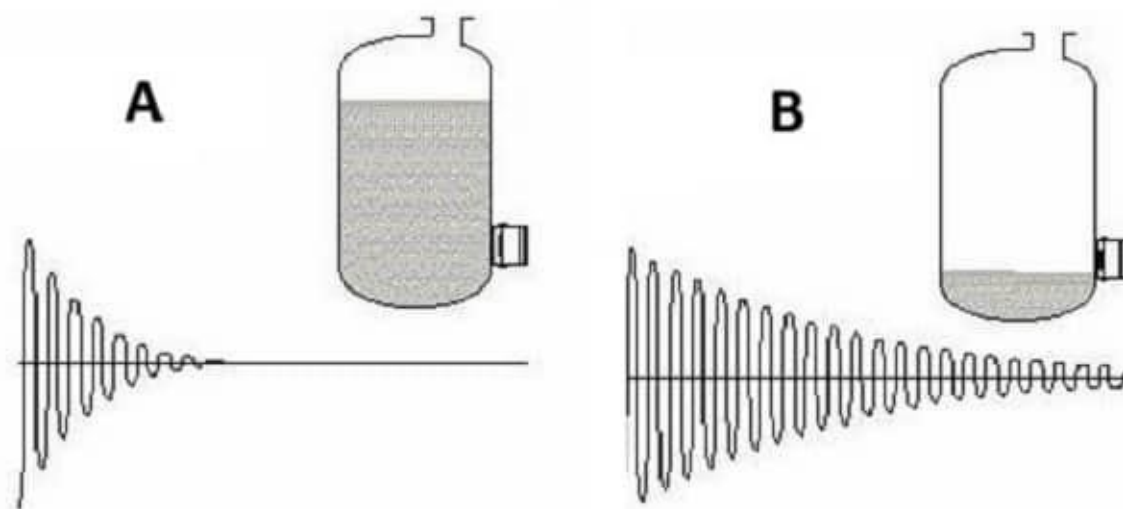


Рисунок 1.3 - Принцип работы ультразвукового датчика уровня

Работа системы происходит следующим образом:

- излучается ультразвуковой импульс;
- принимается отраженный сигнал;
- анализируется длительность затухания сигнала, если бак полный то она будет короткой, а по мере опустошения начнет увеличиваться.

Ультразвуковой сигнализатор является бесконтактным и беспроводным, что означает возможность его использования даже в агрессивных и взрывоопасных средах.

После первичной настройки, такой датчик не требует какого-либо специализированного обслуживания, а отсутствие в системе подвижных элементов значительно продлевает срок эксплуатации.

Электродный датчик.

Электродные (кондуктометрические) сигнализаторы позволяют контролировать один или несколько уровней электропроводящей среды. Пример использования данного типа датчиков приведен на рисунке 1.4.

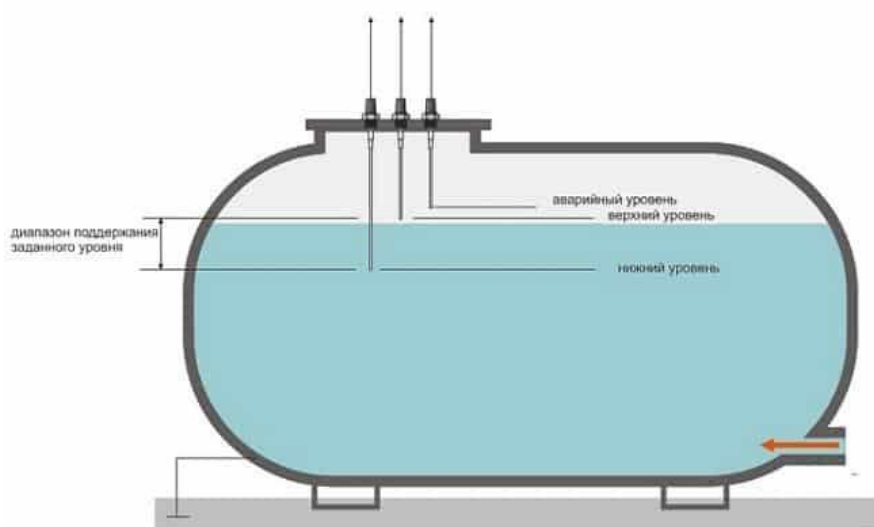


Рисунок 1.4 Измерение уровня жидкости кондуктометрическими датчиками

В приведенном примере задействован трехуровневый сигнализатор, в котором два электрода контролируют заполнение резервуара, а третий является аварийным, для включения режима интенсивной откачки жидкости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

Лист

12

Емкостной датчик.

При помощи подобных датчиков возможно определять максимальное заполнение емкости, причем, в качестве измеряемых веществ могут выступать как жидкость, так и сыпучие вещества смешанного состава.

Пример подобного датчика представлен на рисунке 1.5.

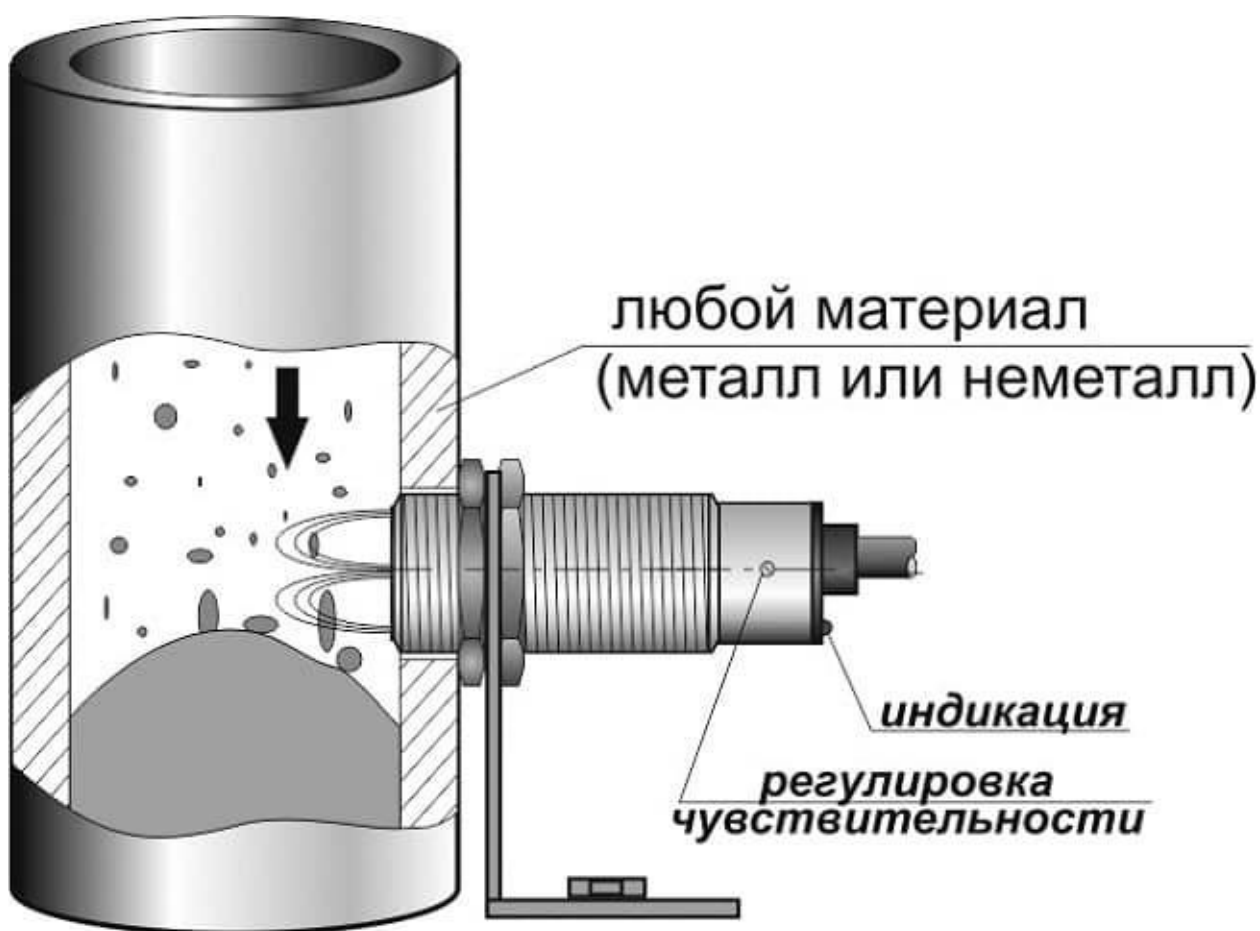


Рисунок 1.5 - Емкостной датчик уровня

Принцип работы сигнализатора схож с работой конденсатора: проводится измерение емкости между пластинами чувствительного элемента. Когда емкость достигает порогового значения, подается сигнал на контроллер.

Данные устройства имеют возможность функционировать в обширном температурном диапазоне, на них не влияют электромагнитные поля, а

срабатывание возможно на внушительном расстоянии. Такие характеристики существенно увеличивают размах использования данного типа устройств в сферах применения вплоть до тяжелых условий эксплуатации.

Радарный датчик.

Данный вид датчиков можно в действительности назвать универсальным, так как он может работать с любой технологической средой, включая агрессивную и взрывоопасную, причем, такие параметры как давление и температура не будут оказывать никакого влияния на показатели. Пример работы устройства приведен на рисунке 1.6.

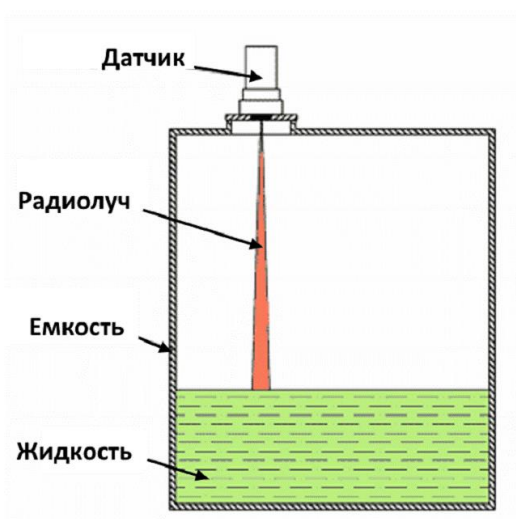


Рисунок 1.6 - Измерение уровня радарным датчиком

Данное устройство излучает радиоволны в узком диапазоне, приемник ловит отражённый сигнал и по времени его задержки определяет наполняемость емкости. На данный датчик не оказывает влияния давление, температура или характер технологической среды. Запыленность также не отражается на показаниях, в отличие от лазерных датчиков. Также

необходимо отметить довольно высокую точность приборов данного типа, их погрешность составляет не более одного миллиметра.

Гидростатический датчик.

Подобные датчики могут измерять как предельное, так и текущее заполнение резервуаров. Принцип действия данных датчиков продемонстрирован на рисунке 1.7.

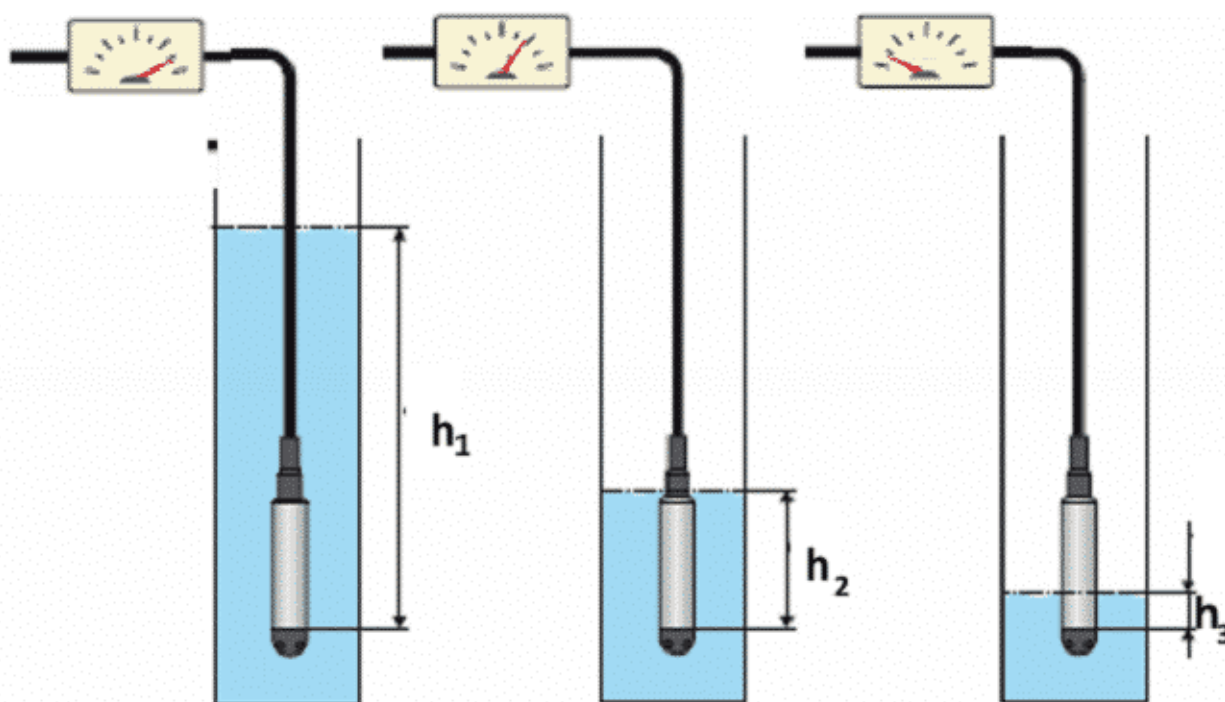


Рисунок 1.7 - Измерение заполнения гидростатическим датчиком

Устройство построено по принципу измерения уровня давления, произведенного столбом жидкости. Приемлемая точность и небольшая стоимость сделали данный вид довольно популярным.

Для реализации дипломного проекта был выбран поплавочный датчик объёма на основе герконов так как данный тип датчиков является довольно

универсальным, обладает существенной точностью измерений и наименее затратен с финансовой точки зрения.

Контроллер.

Рассмотрим второй элемент системы - контроллер.

Чтобы организовать работу информационной системы измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости в полной мере, необходимо выполнить расчеты полученных данных от датчика, а потом вывести результат на индикацию. Эту роль выполняет устройство, управляющее работой внешних и внутренних элементов системы.

На первый взгляд, современный рынок контроллеров очень обширен и разнообразен, но на самом деле выбор не велик. Для нахождения оптимального решения, выделим основные критерии для его выбора:

- производительность процессора;
- объём памяти;
- характеристики каналов ввода/вывода;
- техническая поддержка;
- надежность;
- стоимость.

Пристально изучив рынок по трем последним критериям, можно назвать три наиболее подходящие кандидатуры:

- американская компания Microchip Technology Inc., производящая 8-, 16- и 32-битные микроконтроллеры PIC.
- британская корпорация ARM Limited, создающая 32- и 64-разрядные RISC процессоры;

— фирма Atmel, которая производит 8- и 32- разрядные микроконтроллеры AVR.

Для выполнения технического задания, необходим 16-разрядный контроллер, позволяющий достаточно быстро выполнять арифметические действия. Поэтому выбор будет сделан в пользу PIC.

Индикация.

Рассмотрим два вида индикации: светодиодного типа и жидкокристаллические.

Светодиодные индикаторы – это электронное устройство, которое визуально отображает информацию и содержит в своей конструкции несколько светодиодов, при включении которых будет сформирован символ, цифра или сложное изображение. Это самый простой способ для отображения символьной информации.

Жидкокристаллический индикатор – это прибор, который визуально отображает информацию, принцип действия которого основан на изменениях оптических свойств в жидких кристаллах под действием электрического поля.

Достоинства и недостатки имеют оба рассматриваемых типа. Но для наших целей светодиодная индикация будет наиболее верным и оптимальным вариантом. Так как она обладает более длительным сроком службы, высокой световой отдачей, низким потреблением питания, различным углом излучения (от 15 до 180 градусов), экологичностью (отсутствие ртути, фосфора и ультрафиолетового излучения) и низкой стоимостью.

Клавиатура

Чтобы выполнить информационную систему измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости в полной мере, необходимо добавить в состав компонентов клавиатуру, которая будет использоваться для ввода информации о количестве выдаваемой жидкости.

Современные клавиатуры имеют от одного десятка клавиш или больше. Одни из самых маленьких из них являются 3x4 или 4x4 матричные клавиатуры. Для поставленной задачи требуется 16 клавиш. Рассмотрим кнопочный вариант ввода. Он сократит набор элементов и уменьшит число проводов для взаимодействия, а также стоимость конечной продукции.

1.2 Разработка структурной схемы

Для корректного составления структурной схемы необходимо определить функциональный состав системы, а также определить последовательность действий системы. Структурная схема системы представлена на чертеже в приложении А1. На рисунке 1.8 представлена структурная схема системы.

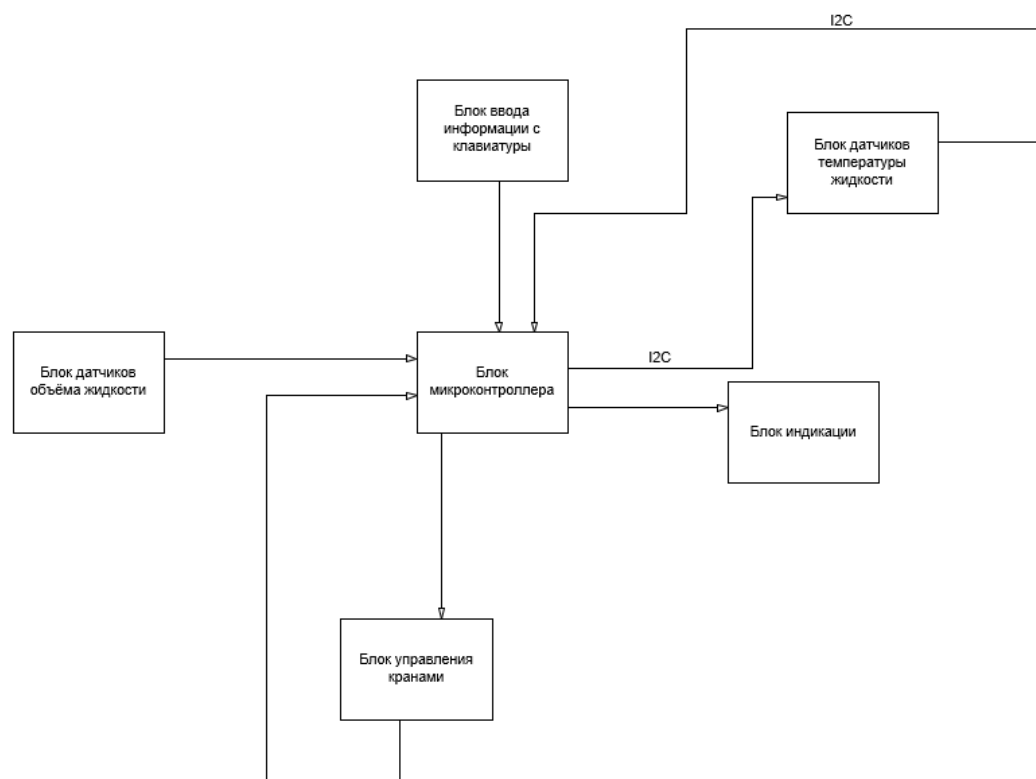


Рисунок 1.8 – Структурная схема

Входными данными являются температура, объём и сигналы с клавиатуры. Управление кранами и выдача текущей информации на индикацию контроллер выполняет автоматически по программе, прошитой в его памяти.

1.2.1 Определение функционального состава системы

Система представляет собой совокупность компонентов, рассмотренных ранее, а именно: датчики, контроллер, индикация и клавиатура. Именно такую конфигурацию должна иметь система, потому что в ее составе присутствуют основные компоненты, позволяющие осуществлять работу по контролю точности выдачи жидкости.

При введении с клавиатуры необходимого количества жидкости контроллер отправляет команду на краны, для предоставления введённого

количества жидкости. В это время производится индикация объёма предоставленной жидкости.

Контроллер получает входные данные от устройств и начинает процесс обработки данных. После получения всей необходимой информации, он производит расчеты оставшейся жидкости и в зависимости от последующих введённых данных будет разрешать на предоставление определённого объёма жидкости в зависимости от общего объёма ёмкости, записывая в память промежуточные результаты.

Индикация предназначена для вывода информации. На ней отображаются результаты сделанных измерений.

Для того чтобы система работала, нужно питание. Поэтому возникает необходимость добавить устройство, которое будет формировать постоянное напряжение для элементов. При составлении принципиальной схемы и выборе компонентов системы необходимо помнить, что элементы могут функционировать при различных напряжениях.

При обработке результатов измерения объёма жидкости контроллер должен учитывать температуру среды, поскольку объём зависит от температуры. Именно для этой цели в систему введен датчик температуры. Измерив объём, контроллер производит коррекцию результата путем умножения полученного числа на коэффициент, значение которого зависит от температуры.

1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме

Схема электрическая структурная предложена в приложении

Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости состоит из датчиков, клавиатуры, контроллера и индикации.

Система работает следующим образом. Как только подается питание, происходит инициализация системы. На индикацию при этом выводиться информация об объёме жидкости в основном резервуаре, из которого производится дозированная перекачка жидкости потребителю. Кроме основного резервуара предполагается наличие дополнительного, объём которого значительно превышает объём основного резервуара. В зависимости от вводимой с клавиатуры информации определяется операция, которую будет выполнять система. Если необходимо осуществить выдачу жидкости потребителю, то оператор начинает ввод требуемого объёма. После формирования на индикации требуемой величины оператор запускает процесс выдачи нажатием на специальную кнопку. Контроллер формирует разрешающие сигналы на открывание двух кранов перекачки топлива. Один кран управляет быстрой перекачкой, а второй кран – медленной перекачкой. При этом на индикации постоянно присутствует число, соответствующее текущему значению оставшегося объёма перекачиваемой жидкости. Как только остается перекачать примерно 10% от всего объёма, контроллер отключает быструю перекачку, оставляя медленную перекачку жидкости. При этом контроллер продолжает процедуру измерения объёма жидкости в основном баке с учетом коррекции, которую вводит датчик температуры. Как только остается перекачать примерно 1% контроллер, выключает перекачку и выдает на индикацию объём оставшейся в баке жидкости. Во время перекачки светится зеленый светодиод. Если количество жидкости в основном баке не велико, то оператор может задать требуемый объём, который необходимо перекачать из дополнительного резервуара и запустить процедуру нажатием на другую кнопку. При этом светится красный светодиод. Процедура перекачки топлива из дополнительного бака может выполняться автоматически в соответствии с прошитой программой.

В системе предполагается использование в датчике объёма герконов, что не позволяет повысить разрешающую способность. Расстояние между двумя герконами может быть в лучшем случае 5-10 мм. Но герконовые датчики просты в изготовлении и дешёвые. Встаёт задача повысить точность измерения объёма, используя в системе два резервуара. При этом возможно применение двух способов: 1. Использование постоянного магнита такой ширины, чтобы появилась возможность одновременного срабатывания двух герконов. 2. Применение в основном баке трубы с небольшим диаметром.

В первом случае требуется программное решение при анализе выходного сигнала с датчика. Это позволяет уменьшить погрешность примерно в два раза. Во втором случае за счет меньшей площади сечения основного бака достигается повышение точности.

1.3 Разработка алгоритма функционирования системы

Задачей данного этапа разработки системы является составление алгоритма работы, формализация алгоритма.

Начнем с определения. Алгоритм – это набор правил или шагов, которые, выполненные в точной последовательности, приведут к нужному результату. Для разработки необходимо разбить задачу на блоки и описывать их отдельно.

1.3.1 Описание интерфейса I2C

Перед тем, как начать описывать алгоритм работы микроконтроллера, необходимо познакомиться с интерфейсом I2C, позволяющим обмениваться данными между датчиком и контроллером. Он является одним из самых распространенных протоколов передачи данных между устройствами. Выбор

данного протокола в качестве интерфейса, упростило задачу поиска и объединения компонентов, так как он поддерживается большинством микросхем, а также прост в реализации.

Для подключения необходимо всего два провода: «SCL» и «SDA», «SCL» - последовательная линия тактирования, «SDA» - последовательная линия данных. В I2C, устройства подразделяются на ведущего (master) и ведомого (slave). При инициализации передачи данных, ведущий подает тактовые импульсы на линию SCL, ведомый принимает данные или команды, а также может передавать информацию по запросу ведущего. Из этого следует, что линии являются двунаправленными, поэтому выводы должны быть перенастраиваемыми на вход и выход. Этот момент рассмотрим более детально на принципиальной схеме.

В I2C данные передаются побайтно. Интерфейс является надежным, так как после отправки байта следует бит подтверждения, а ведомый или ведущий должен подтвердить получение. На рисунке 1.9 представлен механизм передачи данных более подробно

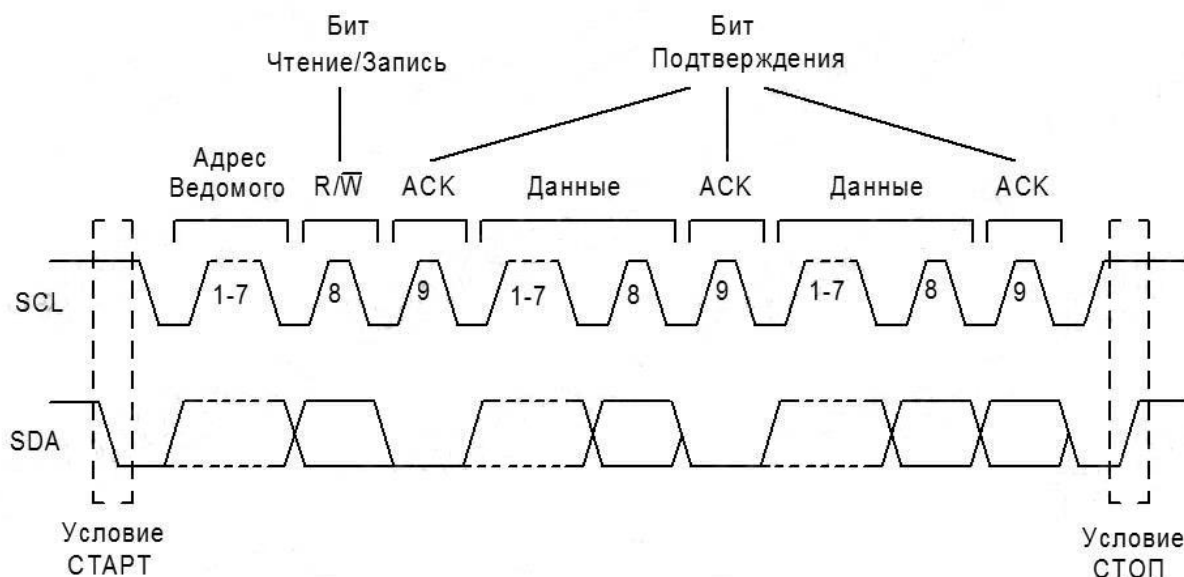


Рисунок 1.9. Диаграмма передачи данных

Каждый процесс передачи сообщения начинается со специального условия, называемого «Старт». Из рисунка видно, что для наступления этого события необходимо подтянуть две линии «SCL» и «SDA» к высокому логическому уровню. После чего линия данных должна переключиться с высокого на низкий уровень, а линия тактирования оставаться неизменной. Выполнив условие, начинается передача байта, в котором семь бит, отводится под адрес ведомого, а восьмой для определения направления передачи. Если бит имеет нулевое значение, то передача осуществляется от ведущего к ведомому, а при единичном значении наоборот. Устройство, получившее сообщение, сравнивает полученный адрес со своим. Если он совпадает, то устанавливает низкий уровень, тем самым подтверждая получение. После этих действий, происходит передача адреса регистра, над которым будут выполняться операции чтения или записи. Выполнив все необходимые действия, процесс взаимодействия завершается условием «Стоп». Это производится при переключении канала «SDA» с низкого на высокий логический уровень. При этом уровень «SCL», как в случае «Старта», должен быть высоким. Если ведомому потребуется время на обработку данных, то он может удерживать низкое состояние на линии тактирования до приёма следующего бита.

Интерфейс поддерживает несколько скоростных режимов работы:

- стандартный режим работы до 100 Кбит/с, частота тактирования до 100 кГц;
- скоростной режим до 400 Кбит/с, частота до 400 кГц;
- высокоскоростной режим работы до 3,4 Мбит/с, частота тактирования до 3,4 МГц.

Почти все устройства поддерживают два первых режима. Высокоскоростной режим имеется не у всех, так как появился в 1998 году в версии 2.0.

Используя интерфейс I2C, контроллер опрашивает датчик. Он получает значение температуры.

1.3.2 Описание работы системы по алгоритму

Для правильного составления алгоритма работы необходимо знать компоненты системы, участвующие в выполнении задания, а также определить последовательность действий.

Схема программы представлена на чертеже в приложении А2 и на рисунке 1.10. Данная блок-схема является содержательной. Пользуясь ей, можно, легко, написать программу для микроконтроллера.

Сначала производится проверка наличия питания (блок 2 приложения А2), если оно есть, происходит инициализация системы (блок 3 приложения А2), иначе система выключена (блок 35 приложения А2). После инициализации производится проверка наполненности ёмкости (блок 4 приложения А2), если ёмкость наполнена, то проверяется введено ли необходимое количество топлива для выдачи (блок 13 приложения А2). Если же ёмкость не наполнена, то определяется объём недостатка топлива (блок 5 приложения А2) после чего производится индикация о наполнении топлива в ёмкость (блок 6 приложения А2) и производится наполнение ёмкости из двух кранов (блок 7 приложения А2). Если до наполнения ёмкости осталось меньше 5% (блок 8 приложения А2) то производится отключение большого крана (блок 9 приложения А2), если нет то продолжается проверка на наполненность ёмкости до 5% (блок 8 приложения А2). Далее проверяется наполненность ёмкости, если до наполнения ёмкости осталось меньше 1% (блок 10 приложения А2), то производится отключение маленького крана (блок 11 приложения А2), производится индикация о наполненности ёмкости (блок 12 приложения А2) и снова производится проверка наполненности ёмкости (блок

4 приложения А2), иначе проверяется наполненность ёмкости до менее 1% (блок 10 приложения А2).

После инициализации и проверки на наполненность ёмкости проверяется установлено ли количество топлива для выдачи (блок 13 приложения А2), если установлено, то проверяется нажатие на кнопку «Запуск» (блок 14 приложения А2), иначе проверяется установлено ли количество топлива для выдачи (блок 13 приложения А2). Если кнопка «Запуск» (блок 14 приложения А2) была нажата, то проверяется хватает ли топлива в ёмкости (блок 15 приложения А2), иначе проверяется нажатие на кнопку «Сброс» (блок 17 приложения А2). Если кнопка «Сброс» была нажата, то производится установка количества топлива для выдачи (блок 13 приложения А2), если нет, то производится опрос кнопки «Запуск» (блок 14 приложения А2). Если топлива хватает для выдачи, то происходит индикация о выбранном объёме топлива (блок 18 приложения А2), производится открытие обоих кранов (блок 19 приложения А2) для выдачи установленного объёма топлива и производится проверка на количество выданного топлива.

Когда до окончания выдачи заданного количества топлива остаётся менее 5% (блок 20 приложения А2), то производится отключение большого крана (блок 21 приложения А2), иначе производится повторная проверка на количество выданного топлива. После того как до окончания выдачи топлива остаётся менее 5% происходит отключение большого крана (блок 21 приложения А2), после чего производится проверка на количество выданного топлива. Если до окончания выдачи топлива остаётся менее 1% (блок 22 приложения А2), то производится отключение маленького крана (блок 23 приложения А2), индикация о выполнении операции (блок 24 приложения А2), запись в память о выполненной операции (блок 25 приложения А2). Если же объём топлива до окончания более 1% то продолжается ожидание необходимого значения.

После выполненной операции выдачи топлива проверяется объём оставшегося топлива, если в ёмкости топлива менее 5% (блок 26 приложения А2), то проверяется хватит ли объёма топлива в основном резервуаре для наполнения более 30% текущей ёмкости (блок 27 приложения А2), если хватает то производится индикация о наполнении текущей ёмкости (блок 28 приложения А2), производится наполнение текущей ёмкости, после чего проверяется наполненность резервуара (блок 4 приложения А2) иначе производится индикация об окончании топлива (блок 29 блок 22 приложения А2) и программа завершает свою работу (блок 30 блок 22 приложения А2).

Если же после выполненной операции выдачи топлива объём оставшегося топлива оказался более 5% (блок 26 приложения А2), то производится ожидание установки количества топлива для дальнейшей выдачи (блок 13 блок 22 приложения А2).

При нехватке топлива для выдачи производится индикация о нехватке топлива и просьба ввести меньший объём (блок 16 блок 22 приложения А2).

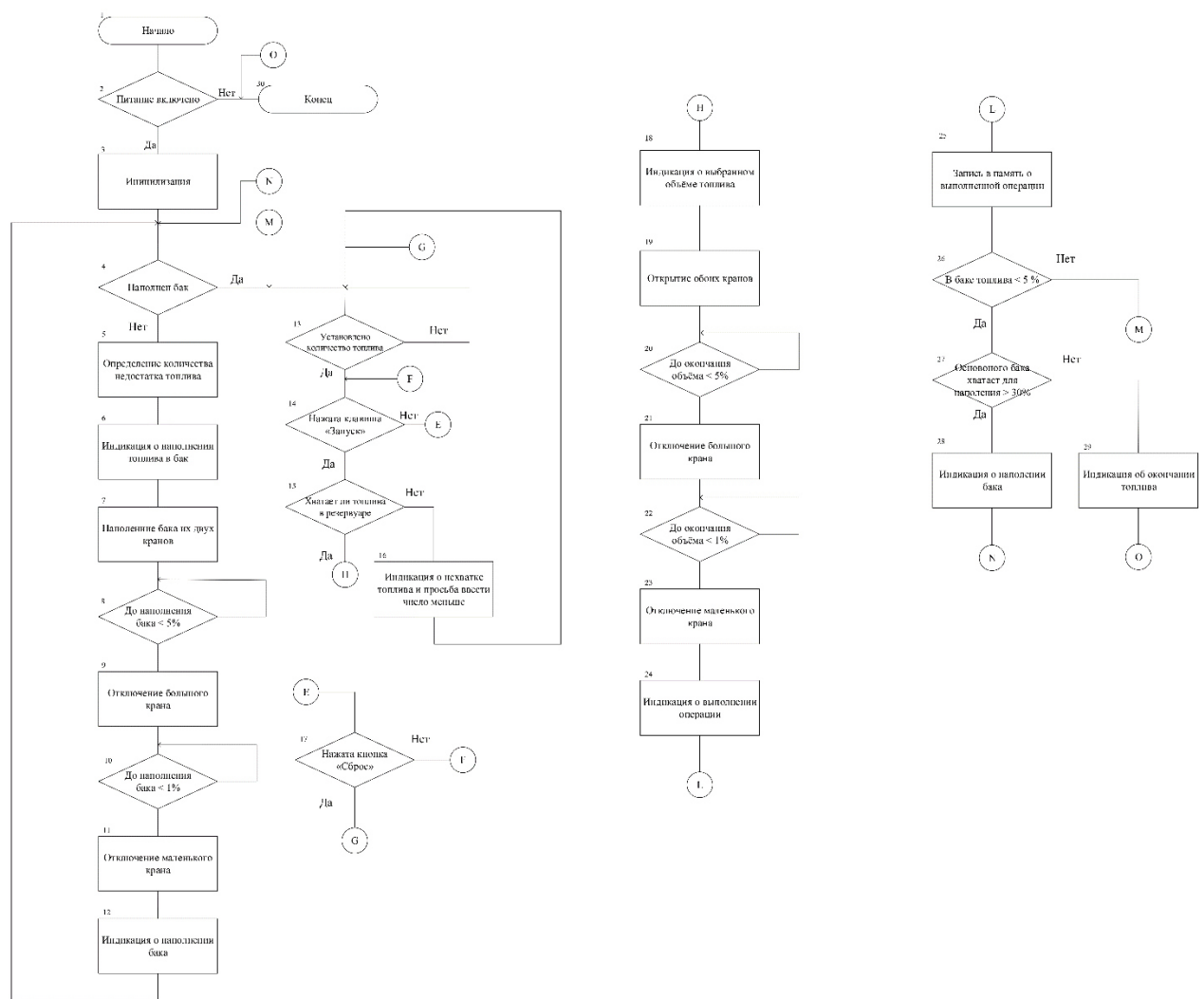


Рисунок 1.10 – Блок-схема алгоритма работы системы

1.4 Разработка принципиальной электрической схемы

Принципиальная электрическая схема – это схема, служащая для передачи, с помощью условных графических обозначений (УГО), связей между элементами устройства. Она позволяет детально разобраться в принципах работы изделия. Для разработки принципиальной схемы необходимо выбрать компоненты, с помощью которых, можно максимально раскрыть потенциал системы. Самым важным элементом микропроцессорной системы является процессор. Поэтому нужно уделить особое внимание при выборе его, так как от его характеристик зависят показатели всей системы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При проектировании принципиальной схемы необходимо помнить чтобы выполнялись следующие требования:

- надежность;
- безопасность работы обслуживающего персонала;
- удобство эксплуатации;
- экономичность.

Линии связи между элементами показывают полностью, но в иногда, чтобы не загромождать схему, они могут быть оборваны. Обрывы линий при этом заканчиваются стрелками с соответствующими подписями. Контакты кнопок, реле и подобных устройств изображают при отсутствии тока во всех цепях схемы. Поэтому все замыкающие контакты на схемах показывают разомкнутыми, а все размыкающие – замкнутыми. Если из этого правила в необходимых случаях сделано исключение, то есть если отдельные элементы изображены в выбранном рабочем режиме, то на схеме приводят соответствующее пояснение. Элементы, не имеющие отключенного положения, изображают в положении, принятом за исходное.

Принципиальная схема представлена в приложении А3.

1.4.1 Выбор датчика

Одним из важнейших компонентов системы можно назвать датчик. В данном случае датчиком объёма жидкости выступают герконы, а датчиком температуры выбран TMP100NA/3K так как использует для передачи цифровой сигнал и имеет возможность работы с шиной I2C.

1.4.2 Выбор микроконтроллера

Особенности ядра микроконтроллера PIC16F876:

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- высокопроизводительный risc-процессор;
- всего 35 простых для изучения команд;
- все инструкции исполняются за один такт, кроме инструкций перехода, выполняемых за два такта;
- скорость работы:
 - а) тактовая частота до 20 мгц;
 - б) минимальная длительность такта 200 нс.
- flash память программ до 8k x 14 слов;
- память данных (озу) до 368 x 8 байт;
- эсппзу память данных до 256 x 8 байт;
- совместимость цоколёвки с pic16c73/74/76/77;
- механизм прерываний (до 14 внутренних/внешних источников прерываний);
- восьмиуровневый аппаратный стек;
- прямой, косвенный и относительный режимы адресации;
- сброс при включении питания (por);
- таймер включения (pwrt) и таймер запуска генератора (osc);
- сторожевой таймер (wdt) с собственным встроенным rc-генератором для повышения надежности работы;
- программируемая защита кода;
- режим экономии энергии (sleep);
- выбираемые режимы тактового генератора;
- экономичная, высокоскоростная технология кмоп flash/эсппзу;
- полностью статическая архитектура;
- программирование на плате через последовательный порт с использованием двух выводов;
- для программирования требуется только единственный источник питания 5в;

- отладка на плате с использованием двух выводов;
- доступ процессора на чтение/запись памяти программ;
- широкий диапазон рабочих напряжений питания - от 2,0в до 5,5в;
- сильноточные линии ввода/вывода - 25 ма;
- коммерческий и промышленный температурные диапазоны;
- низкое потребление энергии.

Периферия:

- timer0 - 8-разрядный таймер/счетчик с 8-разрядным предварительным делителем;
- timer1 - 16-разрядный таймер/счетчик с предварительным делителем, может вести счёт во время спящего режима от внешнего генератора;
- timer2 - 8-разрядный таймер/счетчик с 8-разрядным регистром периода, предварительным и выходным делителем;
- модуля захвата, сравнения, шим;
- захват 16-ти разрядов, максимальное разрешение 12,5 нс
сравнение 16-ти разрядов, максимальное разрешение 200 нс
шим с максимальным разрешением 10 разрядов;
- 10-битный многоканальный аналого-цифровой преобразователь;
- синхронный последовательный порт (ssp) с интерфейсами spi (с master-режимом) и i2c (с режимами master/slave);
- универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик (usart/sci) с обнаружением 9-разрядного адреса;
- встроенный генератор опорного напряжения;
- параллельный 8-битный slave-порт (psp) со внешними сигналами управления rd, wr и cs (только в 40/44-выводных корпусах);

— программируемая схема сброса при падении напряжения питания (bor).

Обозначение и описание выводов представлено в таблице 1.1.

Цоколёвка данного микроконтроллера представлена на рисунке 1.11.

Таблица 1.1 – Обозначение и описание выводов микроконтроллера PIC16F876

Обозначение вывода	№ вывода DIP	№ вывода SOIC	Тип I/O/P	Тип буфера	Описание
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS ⁽³⁾	Вход генератора/ вход внешнего тактового сигнала
OSC2/CLKOUT	10	10	O	-	Выход генератора. Подключается кварцевый или керамический резонатор. В RC режиме тактового генератора на выходе OSC2 присутствует тактовый сигнал CLKOUT, равный $F_{osc}/4$.
-MCLR/V _{PP}	1	1	I/P	ST	Вход сброса микроконтроллера или вход напряжения программирования. Сброс микроконтроллера происходит при низком логическом уровне сигнала на входе.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	Двунаправленный порт ввода/вывода PORTA. RA0 может быть настроен как аналоговый канал 0 RA1 может быть настроен как аналоговый канал 1 RA2 может быть настроен как аналоговый канал 2 или вход отрицательного опорного напряжения RA3 может быть настроен как аналоговый канал 3 или вход положительного опорного напряжения RA4 может использоваться в качестве входа внешнего тактового сигнала для TMR0. Выход с открытым стоком. RA1 может быть настроен как аналоговый канал 1 или вход выбора микросхемы в режиме ведомого SPI
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/V _{REF-}	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/V _{REF+}	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	Двунаправленный порт ввода/вывода PORTB. PORTB имеет программно подключаемые подтягивающие резисторы на входах. RB0 может использоваться в качестве входа внешних прерываний. RB3 может использоваться в качестве входа для режима низковольтного программирования. Прерывания по изменению уровня входного сигнала. Прерывания по изменению уровня входного сигнала. Прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD. Тактовый вход в режиме программирования. Прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD. Вывод данных в режиме программирования.
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	Двунаправленный порт ввода/вывода PORTC. RC0 может использоваться в качестве выхода генератора TMR1 или входа внешнего тактового сигнала для TMR1. RC1 может использоваться в качестве входа генератора для TMR1 или вывода модуля CCP2. RC2 может использоваться в качестве вывода модуля CCP1. RC3 может использоваться в качестве входа/выхода тактового сигнала в режиме SPI и I ² C. RC4 может использоваться в качестве входа данных в режиме SPI или вход/выход данных в режиме I ² C. RC5 может использоваться в качестве выхода данных в режиме SPI. RC6 может использоваться в качестве вывода передатчика USART в асинхронном режиме или вывода синхронизации USART в синхронном режиме. RC6 может использоваться в качестве вывода приемника USART в асинхронном режиме или вывода данных USART в синхронном режиме.
RC1/T1OSI/CCP2	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	14	14	I/O	ST	
RC4/SDI/SDA	15	15	I/O	ST	
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
V _{SS}	8, 19	8, 19	P	-	Общий вывод для внутренней логики и портов ввода/вывода
V _{DD}	20	20	P	-	Положительное напряжение питания для внутренней логики и портов ввода/вывода

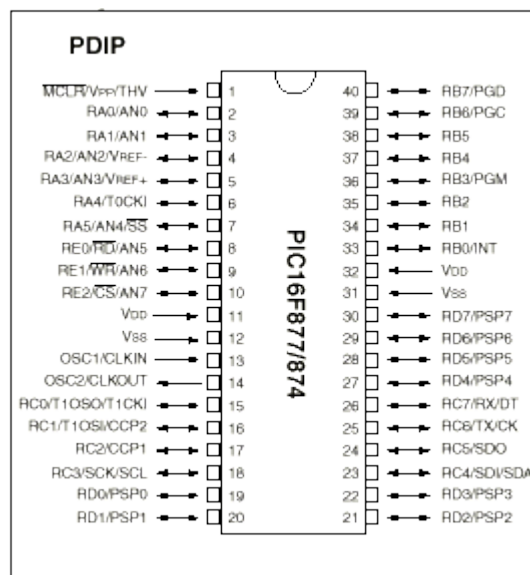


Рисунок 1.11 – Цоколёвка микроконтроллера PIC16F876

1.4.3 Выбор микросхемы для интерфейса

MAX232 – интегральная схема, преобразующая сигналы последовательного порта RS-232 в сигналы, используемые в цифровых схемах на базе ТТЛ или КМОП технологий. MAX232 работает приёмопередатчиком и преобразует сигналы RX, TX, CTS и RTS [10].

Схема обеспечивает уровень выходного напряжения, используемый в RS-232 (приблизительно ± 7.5 В), преобразуя входное напряжение + 5 В при помощи внутреннего зарядового насоса на внешних конденсаторах. Это упрощает реализацию RS-232 в устройствах, работающих на напряжениях от 0 до + 5 В, так как не требуется усложнять источник питания только для того, чтобы использовать RS-232 [10].

Входное напряжение от RS-232, которое может достигать ± 25 В, понижается до стандартных 5 В, используемых в транзисторно-транзисторной логике. Входы имеют средний порог 1.3 В и средний гистерезис 0.5 В [10].

Когда схема MAX232 получает на вход логический «0» от ТТЛ, она преобразует его в напряжение от +3 до +15 В, а когда получает логическую «1» — преобразует её в напряжение от –3 до –15 В, и по тому же принципу выполняет обратные преобразования от RS-232 к ТТЛ [10].

1.4.4. Организация модуля индикации

В микропроцессорных системах довольно часто применяются знакосинтезирующие матрицы, которые называют цифровыми индикаторами. Одним из самых простых примеров цифрового индикатора может быть семисегментный индикатор (рисунок 1.12). Он широко применяется в самых разных устройствах цифровой техники: от калькулятора, до электронных часов. Семисегментный индикатор представляет собой семь светодиодов продолговатой формы расположенных в матричном виде, размешенных таким образом, чтобы, зажигая их в разных комбинациях, можно было бы отобразить любую десятичную цифру.

В данной работе был использован четырех разрядный семисегментный индикатор SA56-21. В ходе работы системы на него выводится информация о количестве жидкости в резервуаре, количество введенного объема жидкости и количества времени до окончания операции.

Первый разряд указывает на тип выводимой информации. В системе предусмотрено 3 типа выводимой информации:

- На индикацию 1 выводится количество введенного объема жидкости;
- На индикацию 2 выводится количество жидкости в остатке в резервуаре;
- На индикацию 3 выводится количества времени до окончания операции.

Оставшиеся три разряда используются для вывода результата.

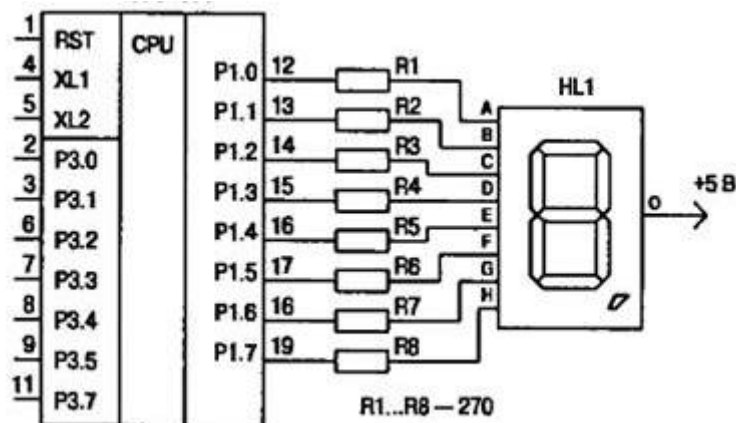


Рисунок 1.12 - Пример подключения 7-сегментного индикатора

Для обозначения одного из двух режимов работы системы используются светодиоды GNL-3012HD и GNL-3012GD. При выдаче жидкости загорается зелёный светодиод, при пополнении резервуара загорается красный светодиод.

1.4.5 Описание схемы электрической принципиальной

Полная принципиальная электрическая схема устройства представлена в приложении А2.

Через разъем XP2 подключается источник питания +12 В. На рисунке 1.13 изображена схема стабилизатора 78L05, который преобразует входное напряжение в +5 В. Символом «а» обозначается сеть с напряжением +5 В. А для заземления, был выбран символ «b». Также был использован стабилизатор напряжения 78M05, у которого на выходе напряжение +5 В с повышенной силой тока «с».

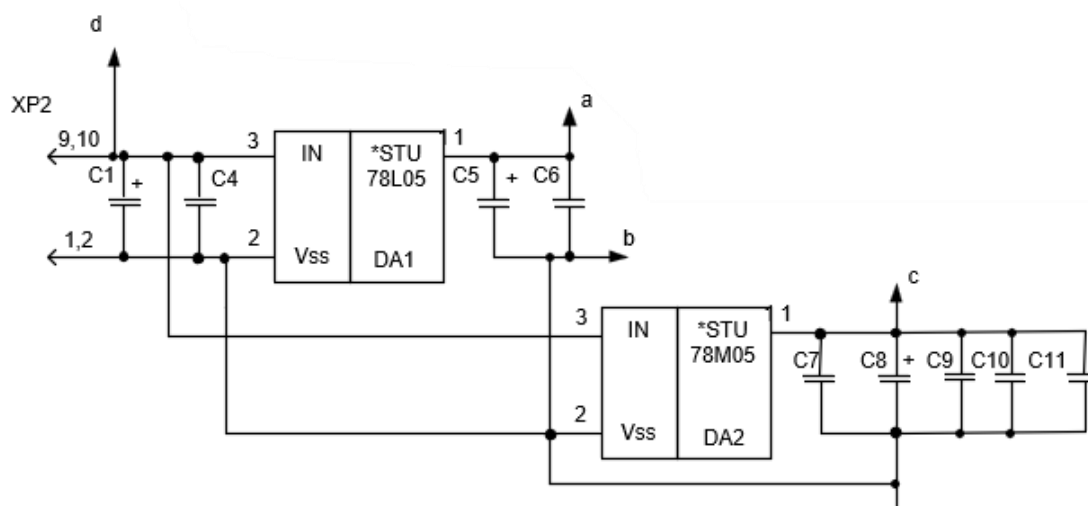


Рисунок 1.13 – Схема стабилизатора

Микроконтроллер и усилитель используют питание в диапазоне от +0,5 до +5 В, поэтому были выбраны именно эти микросхемы. Для того чтобы стабилизатор не генерировал пульсации, были подключены конденсаторы. Так как приходится питать, одновременно, четыре устройства, то с правой стороны было поставлено четыре конденсатора. Для питания семисегментных индикаторов используется источник напряжением +5 В с повышенной силой тока.

На рисунке 1.14 показана клавиатура с помощью которой осуществляется управление системой.

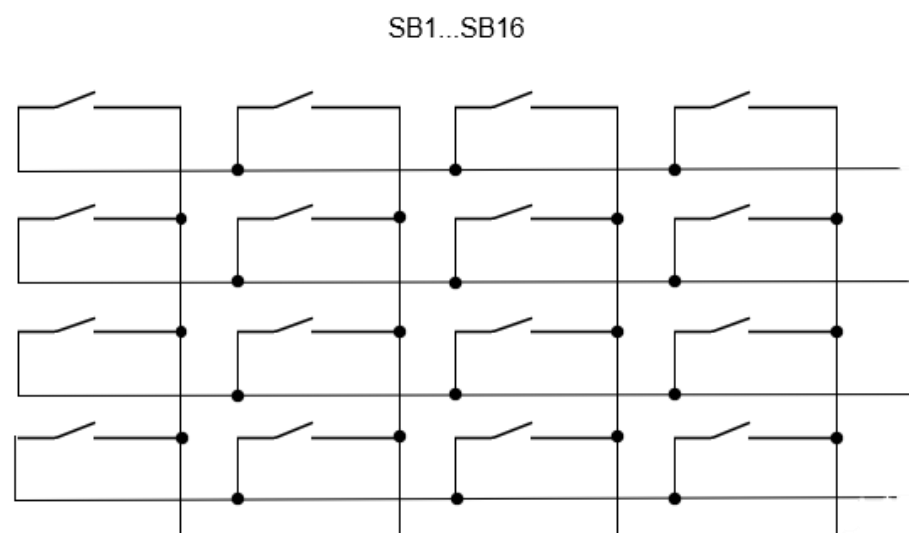


Рисунок 1.14 –Схема клавиатуры

При замыкании кнопок SB1-SB16 управляющие сигналы поступают на порты RB0-RB3, RC0-RC1 контроллера DD1, бегущий ноль формируется через дешифратор DD2 после чего осуществляется ввод с клавиатуры количества жидкости, сброс настроек к предустановленным или смена типа выводимой информации на индикацию.

На рисунке 1.15 предложена схема модуля динамической индикации на четыре десятичных разряда с использованием светодиодного индикатора.

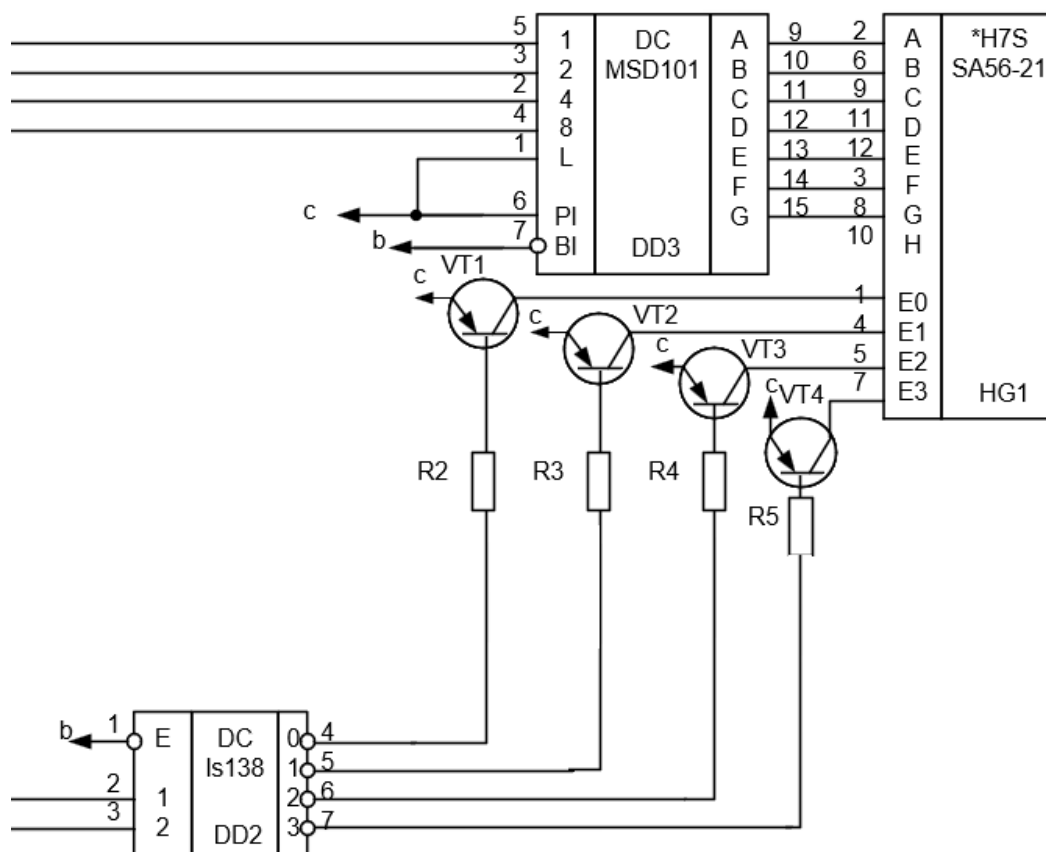


Рисунок 1.15 – Схема модуля светодиодной индикации

Код очередного десятичного разряда, отправляемого с портов RB4-RB7 контроллера DD1, подаётся на входы 2-5 дешифратора DD3, +5В подаётся на входы 1, 6 данного дешифратора, заземление выведено на порт 7 данного дешифратора. Одновременно значение счётчика, приходящего с портов RC0 и RC1, дешифрируется дешифратором DD2, который формирует разрешающий уровень логической единицы на том разряде индикатора HG1, в котором должен формироваться извлечённый из памяти в виде двоичного кода символ десятичного разряда. Именно сегменты выбранного разряда будут светиться, а остальные разряды индикатора будут находиться в пассивном состоянии. С помощью транзисторов VT1-VT4 осуществляется питание разрядов индикации.

На рисунке 1.16 предложена схема индикации режимов работы системы.

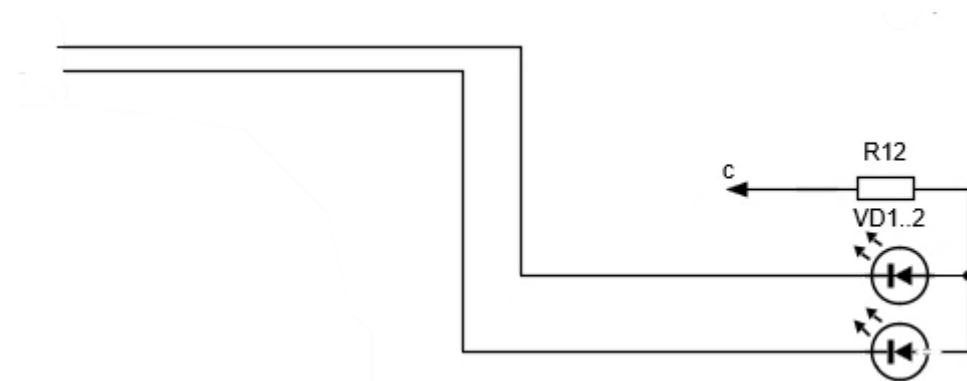


Рисунок 1.16 – Схема индикации режимов работы

При выборе режима работы с портов RC4 или RC5 контроллера DD1 поступает сигнал, в зависимости от текущего режима загорается зелёный или красный светодиод VD1 или VD2.

На рисунке 1.17 предложена схема реализующая сопряжение микросхемы с внешним устройством.

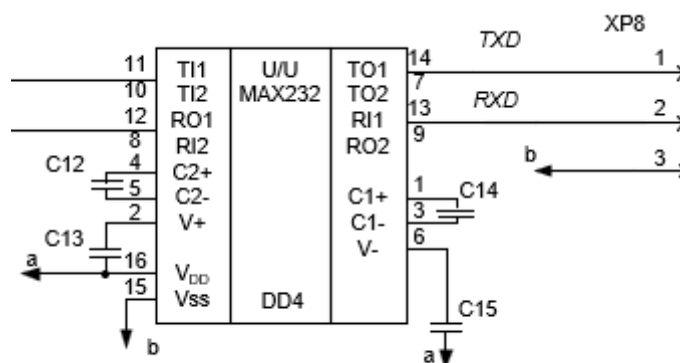


Рисунок 1.17 –Схема MAX232

На портах контроллера DD1 RC6 и RC7 формируются сигналы интерфейса RS232. Они поступают на схему DD4. При помощи схемы на переключаемых внешних конденсаторах обеспечивается уровень выходного напряжения, используемый в RS232.

На рисунке 1.18 предложена схема реализации управления кранами через разъёмы ХР3-ХР6.

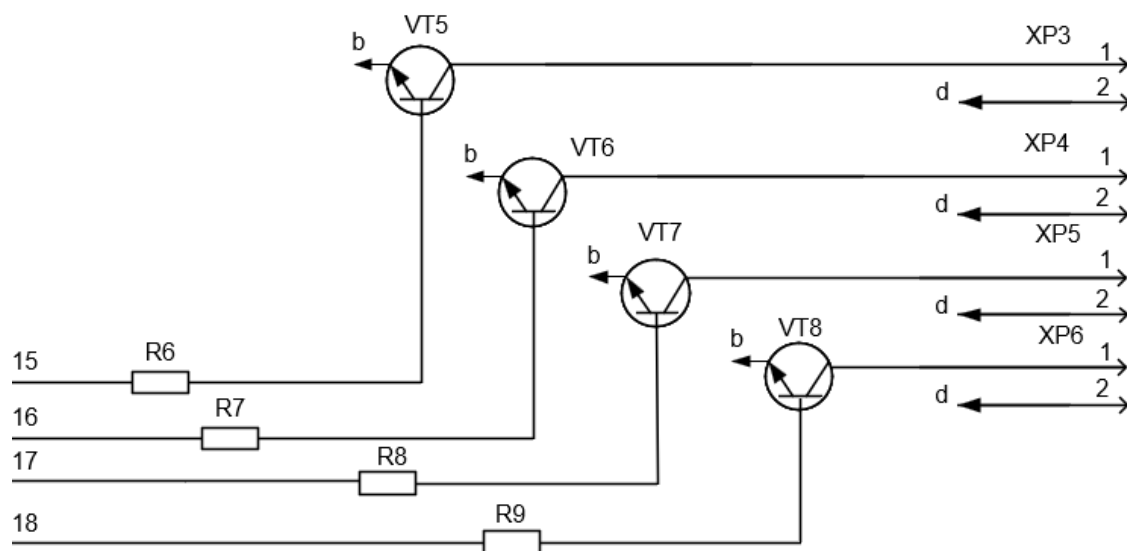


Рисунок 1.18 – Схема разъемов ХР3-ХР6

Питание усилителя осуществляется через контакты 2 разъемов ХР3-ХР6, на которые поступает +5 В. На контакты 1 разъемов ХР3-ХР6 передаётся цифровой сигнал, обозначающий открытие крана для наполнения резервуара или выдачу жидкости клиенту через транзисторы VT5-VT8, к которым поступает сигнал с портов RA1-RA3, RA5 контроллера DD1.

При разработке принципиальной схемы возникла потребность в большем количестве выходов у контроллера. Чтобы решить эту проблему предложено было использовать дешифратор DD2 не только для управления динамической индикацией, но и для ввода информации с клавиатуры. Когда на одном из выходов дешифратора формируется активный ноль, включается питание на один из разрядов четырёхразрядного индикатора. В то же время активизируются четыре кнопки индикации. С выходов RB0...RB3 на выбранном разряде индикаторов формируется информация о значении соответствующего разряда выводимого числа. Одновременно контроллер считывает информацию с разрядов RB4...RB7, т.е. определяет состояние

четырёх выбранных на клавиатуре кнопок. Если какая либо кнопка нажата, то в соответствующем разряде формируется ноль и контроллер реагирует на наличие нуля. Формируется сигнал прерывания и контроллер переходит к подпрограмме обслуживания клавиатуры.

Такой прием позволил ввести в схему два светодиода, которые индицируют режим работы системы. Если система обеспечивает выдачу жидкости потребителю, то светится зелёный светодиод, а если происходит передача жидкости из дополнительного резервуара, то светится красный.

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

2 Технология изготовления печатных плат

Для производства устройства будет использована печатная плата, на которой будут установлены микросхемы, микропроцессор, светодиодные индикаторы. Поэтому рассмотрим некоторые вопросы, связанные с изготовлением печатных плат. Для устройства будут изготовлены две односторонних печатных платы.

2.1 Методы изготовления печатных плат

В настоящее время используемые методы изготовления печатных плат можно разделить на три группы:

- аддитивные;
- субтрактивные;
- комбинированный.

Субтрактивный или химический способ – процесс получения проводящего рисунка, заключается в избирательном удалении участков проводящей фольги путем травления.

Аддитивный способ – процесс получения проводящего рисунка на диэлектрике, основанный на электрохимическом осаждении меди и металлизацию отверстий в одном технологическом процессе.

Комбинированный способ – процесс основанный на сочетании химического и электрохимического методов, берётся фольгированное с двух сторон основание, рисунок проводников получается травлением фольги, а монтажные и переходные отверстия металлизуются электрохимическим методом.

Все рекомендуемые методы (кроме полуаддитивного) являются субтрактивными [4].

2.2 Описание технологического процесса изготовления печатных плат химическим методом

Химический метод или метод травления фольгированного диэлектрика. Он заключается в том, что на медную фольгу, приклеенную к диэлектрику, наносится позитивный рисунок структуры схемы ПП. Последующим травлением устраняется металл с незащищенных участков и на диэлектрическом основании образуется требуемая структура элементов ПП, соответствующая электрической принципиальной схеме. Наиболее популярными вариантами этого метода считается фотохимический и сеточно-химический, которые различаются методом нанесения защитного слоя. Схема типового технологического процесса показана на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема типового технологического процесса изготовления ПП химическим методом.

Подготовку фольги выполняют вращающимися латунными или капроновыми щетками. После чего получается шероховатая поверхность 2,5–1,25 микрона. Помимо этого проводят и химические отчистки в щелочных растворах, с промыванием в дистиллированной воде. Качество очистки влияет на все следующие операции технологического процесса.

Нанесение слоя фоторезиста производят на подготовленную поверхность фольги слоя фоторезиста и делают его сушку в течение 15-20 минут при температуре 65°C.

Экспонирование осуществляется при использовании фотошаблона с негативным изображением схемы (топологии) в вакуумной светокопировальной раме для засвечивания.

Источником света используют дуговые ртутные и люминесцентные лампы. Для получения резкого изображения требуется плотный контакт между фотошаблоном и фоторезистом.

Проявление схемы заключается в промывке растворимых участков фоторезиста, выполняется в двух ваннах. В первой ванне устраняется большая часть фоторезиста, а во второй ванне осуществляется тонкое проявление. Загрязнение проявителя во второй ванне будет небольшим и действие его в течение большего времени будет стабильным [4].

Качество данного слоя можно проверить путем погружения платы в раствор с красителем. Окраска позволяет визуально найти наличие дефектов в слое фоторезиста.

Полученный защитный слой подвергается химическому дублированию в растворе ангидрида и тепловому дублированию (выдержка в термостате при $t = 60^{\circ}\text{C}$ в течение 40...60 минут). Необходимость операции задубливания определяется в каждом конкретном случае, так как она уменьшает адгезию фоторезиста.

Дальнейшие этапы будут общими для плат, изготавливаемых сеточно-химическим и фотохимическим методами.

Травление – процесс устранения слоя металла для получения нужного рисунка схемы. Процесс травления включает в себя предварительную очистку, травление металла, очистку после травления и удаления краски фоторезиста.

Механическая обработка платы заключается в фрезеровании по контуру или штамповании и получении отверстий. Для удаления пыли и загрязнений плату обдувают сжатым воздухом.

Проводящий рисунок получают субтрактивным способом, а металлизация отверстий осуществляется электрохимическим методом (рисунок 2.2).

Поверхность обеих сторон платы *1* и отверстия *2* подвергают предварительному и химическому меднению для получения слоя меди толщиной 5...7 мкм (рисунок 2.2, а). После подготовки металлизированных поверхностей на них образуется негативное изображение схемы проводников *3* (рисунок 2.2, б). Это изображение может получать с помощью сеткографической краски или сухого пленочного фоторезиста.

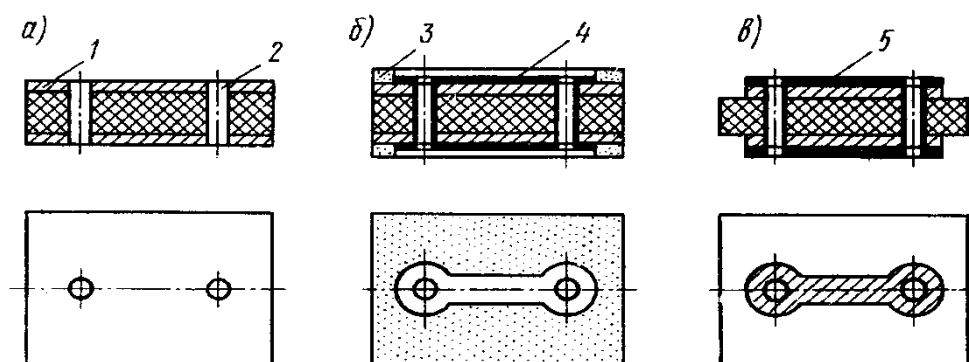


Рисунок 2.2 – Основные этапы получения проводников комбинированным позитивным методом.

На наружной поверхности, не защищенной резистивной маской, и в отверстия поселяется слой меди *4*, толщина которого в отверстиях должна быть не менее 25 мкм. Гальваническое осаждение меди осуществляется на заготовке платы, которая имеет сплошной слой фольги, которая защищает электрическую поверхность диэлектрика и осуществляет контакт всех элементов схемы. На металлизированные поверхности наносится защитный слой из сплава олово–свинец толщиной не менее 10 мкм. Этот сплав защищает

медь от травления и после нанесения этого покрытия участки медной фольги, предварительно покрытые фоторезистом, удаляются травлением. После травления на плате остается существенная топология цепей 5, образованных оловянной медной фольгой (рис.2.2).

Изображение проявляют в душе при температуре 40...50°C с легкой протиркой поверхности губкой. Процесс ускоряется с помощью ультразвуковых колебаний [4].

После дальнейшего проявления проводится внешний осмотр ПП. Рисунки должны быть четкими и гладкими, без краски, наплывов и подтеков эмульсии. При получении проводников возникают эффекты подтравливания и разрастания. Если толщина металлического покрытия превышает толщину слоя резиста, то боковой рост покрытия начинается с той же скоростью, что и рост толщины основного покрытия, что приводит к образованию грибкового сечения проводника.

Ширина проводников зависит от типа резки металла. Если используется неплавящийся металл, то их ширина увеличивается за счет роста металла при металлизации, а расстояние между проводниками уменьшается. Расплавленный металорезист, например, оловянно-свинцовый сплав, за счет сил поверхностного натяжения при его плавлении заряжается внутри медного слоя, обеспечивает оптимальное сечение элементов проводящей схемы.

2.3 Комбинированный метод изготовления ДПП

При изготовлении двусторонних печатных плат промышленности широкое применение нашёл комбинированный метод. У данного метода есть два варианта и оба нашли своё место в промышленности: негативный и позитивный.

При негативном методе экспонирование рисунка схемы производится с фото негатива. После экспонирования выполняется травление рисунка, затем

сверление отверстий платы. Металлизация отверстий ведётся в специальных контактирующих приспособлениях.

При позитивном методе экспонирование рисунка схемы производится с фото позитива. После экспонирования производится сверление и металлизация отверстий. Затем рисунок схемы и металлический слой в отверстиях защищаются слоем гальванического серебра или другого металла, стойкого к травителю для меди, после чего производится травление незащищённой меди.

Негативный вариант изготовления печатных плат всё больше уступает место позитивному, основные преимущества которого заключаются в следующем:

- исключается возможность срыва контактных площадок при сверлении отверстий;
- не требуется применение специальных контактирующих приспособлений при металлизации отверстий;
- снижается вредное действие химических растворов на изоляционное основание и на прочность сцепления фольги с основанием платы.

Технологическая схема процесса изготовления печатных плат комбинированным позитивным методом состоит из следующих операций:

- обезжиривание поверхности заготовки платы;
- нанесение светочувствительной эмульсии (фоторезиста);
- экспонирование рисунка схемы (фотопечать);
- проявление рисунка;
- дублирование фоторезиста;
- нанесение защитной плёнки лака;
- сверление отверстий в плате;
- электрохимическая металлизация отверстий;
- гальваническое наращивание защитного металла;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- удаление защитного слоя фоторезиста;
- травление рисунка схемы;
- осветление защитного слоя металла.

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

3 Меры безопасности при изготовлении печатной платы

Основы техники безопасности при изготовлении печатной платы определены нормативными правовыми актами:

- ГОСТ 23662-79 Платы печатные. Получение заготовок, фиксирующих и технологических отверстий. Требования к типовым технологическим процессам;
- ГОСТ 23664-79 Платы печатные. Получение монтажных и подлежащих металлизации отверстий. Требования к типовым технологическим процессам;
- ГОСТ 23665-79 Платы печатные. Обработка контура. Требования к типовым технологическим процессам;
- ГОСТ 23770-79 Платы печатные. Типовые технологические процессы химической и гальванической металлизации;
- ГОСТ 23752.1-92 Платы печатные. Методы испытаний.

На основе данных документов, а также типового технологического процесса изготовления печатных плат все меры по обеспечению безопасности разделяются на 4 основных категории:

- техника безопасности при заготовительных операциях;
- техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы;
- техника безопасности при пайке деталей на печатную плату;
- техника безопасности при промывке и обезжиривании поверхности печатной платы.

3.1 Техника безопасности при заготовительных операциях

К заготовительным операциям относятся раскрой заготовки, раскрой материала и нижележащих отверстий и изготовление слоев на печатных платах.

В крупносерийном производстве резку материала осуществляют штамповкой в специальных штампах на эксцентриковых прессах с одновременной пробивкой базовых отверстий на технологическом поле. В условиях серийного и мелкосерийного производства, широко распространены роликовые ножницы, где материал разрезается сначала на полосы заданной ширины, а затем на заготовки. Резки основных и вспомогательных материалов (укладка стеклоткани, кабельной бумаги и др.), необходимых при изготовлении многослойных печатных плат в мелкосерийном и единичном производстве, осуществляют с помощью гильотинных ножниц.

Базовые отверстия получают различными методами в зависимости от класса печатных плат.

В серийном и крупносерийном производстве традиционное сверление основных отверстий на проводнике на универсальных сверлильных станках уступило место сверлению на специализированных станках. Таким образом, станки за один цикл с бурением обеспечивают установку крепежных штифтов, плотно входящих в просверленное отверстие и скрепляющих пакет из 2-6 заготовок.

3.2 Техника безопасности при травлении и металлизации отверстий печатной платы

При травлении, металлизации отверстий, гальванических покрытий и для многих других целей используются различные агрессивные вещества –

азот, фторид-водород, соль, сера, уксусная, фосфорная, муравьиная и другие кислоты, а также щелочи.

При работе с кислотами возникают следующие опасные факторы:

- отравления выделяющимися парами и газами, которые выражаются в раздражении верхних дыхательных путей и слизистых оболочек глаз; при высоких концентрациях могут возникать медленно заживающие язвы слизистых оболочек глаз, носа, гортани, бронхов;
- разрушение зубов (особенно плавиковой кислотой);
- химические ожоги при контакте с кислотами на коже и глазах.

При контакте с кислотами и щелочами в воздушной среде они могут вызывать острые отравления и профессиональные заболевания. Чтобы не допустить этого, все работы с агрессивными веществами следует проводить в помещениях с эффективной местной вытяжной.

Чтобы избежать ожогов при работе с кислотами и щелочами, необходимо использовать соответствующую одежду согласно утвержденным стандартам.

Для защиты глаз следует использовать очки в резиновой оправе.

4 Расчет затрат на разработку микропроцессорной системы

Суммарные затраты на разработку микропроцессорной системы рассчитываются по следующей формуле:

$$S_{\text{РП}} = S_{\text{ЗП}} + S_{\text{НАК}},$$

где $S_{\text{ЗП}}$ – затраты по заработной плате инженера-разработчика;

$S_{\text{НАК}}$ – накладные расходы.

Затраты по заработной плате инженера-разработчика рассчитываются по формуле:

$$S_{\text{ЗП}} = \text{ОЗП} \cdot (1 + \omega_{\text{с}}) \cdot (1 + \omega_{\text{д}}) \cdot t_{\text{pi}},$$

где:

— ОЗП – основная заработная плата инженера-разработчика за месяц (12000 руб.);

— t_{pi} – время, необходимое для разработки программы программистом i -го разряда (чел.-мес.);

— $\omega_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика микропроцессорной системы, в долях к сумме основной заработной платы (0,15).

— $\omega_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика микропроцессорной системы, в долях к сумме основной заработной плате разработчика (0,26).

Микропроцессорная система разрабатывалась 40 дней, если учесть, что в одном месяце 22 рабочих дня, то:

$$t_{\text{pi}} = \frac{40}{22} = 1,82 \text{ (чел. –мес.)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таким образом, затраты по заработной плате инженера-разработчика составят:

$$S_{ЗП} = 12000 \cdot (1+0,26) \cdot (1+0,15) \cdot 1,82 = 31646,16 \text{ (руб.)}$$

Накладные затраты рассчитываются с учетом ω_n – коэффициента (1,35), определяющего уровень накладных расходов организации по формуле:

$$S_{НАК} = ОЗП \cdot \omega_n \cdot t_{p12} ,$$

$$S_{НАК} = 12000 \cdot 1,35 \cdot 1,82 = 29484 \text{ (руб.)}$$

Таким образом, суммарные затраты на разработку микропроцессорной системы составляют:

$$S_{РП} = 31646,16 + 29484 = 61130,16 \text{ (руб.)}$$

4.1 Расчёт цеховой себестоимости

Цеховая себестоимость включает следующие расходы:

- материалы, основные и вспомогательные - $M_{ОСН}$, $M_{ВСПМ}$;
- комплектующие изделия, полуфабрикаты - $П$;
- заработная плата основная и дополнительная - $З_{ОСН}$, $З_{ДОП}$;
- отчисления на социальные нужды - $Н$;
- затраты на технологические цели $Э_T$;
- затраты по кооперации - $З_{КООП}$;
- косвенные затраты цеха - $K_{ЦЕХ}$.

В соответствии с перечисленными элементами цеховых затрат можно составить формулу нахождения цеховой себестоимости:

$$C_{ЦЕХ} = П + М + З_{КООП} + Н + З_{ОСН} + З_{ДОП} + Э_T + K_{ЦЕХ} ,$$

где

$C_{ЦЕХ}$ - цеховая себестоимость, руб.;

Π - затраты на комплектующие изделия, полуфабрикаты, руб.;

M - затраты на материалы, основные и вспомогательные, руб.;

H - отчисления на социальные нужды, руб.;

$\mathcal{Z}_{\text{осн}}$, $\mathcal{Z}_{\text{доп}}$ - заработная плата, основная и дополнительная, руб.;

$\mathcal{E}_T$ - затраты на технологические цели: электроэнергию, руб.;

$K_{\text{цех}}$ - косвенные цеховые затраты, руб.

4.1.1 Расчёт затрат на покупные изделия

К покупным изделиям относятся комплектующие и полуфабрикаты, являющиеся составными элементами будущего изделия, закупка которых предприятием производится на стороне. Для изготовления устройства “Микропроцессорная система балансировки тел вращения” потребуются микросхемы и электрорадиоэлементы, затраты на которые сведены в таблицу 4.1:

Таблица 4.1 – Расходы на покупные изделия

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4
Микросхемы:			
78L05	1	12,00	12,00
78M05	1	15,00	15,00
PIC16F876A-I/SP	1	240,00	240,00
SN74LS138N	1	18,00	18,00
MSD101	1	38,00	38,00
MAX232	1	120,00	120,00
LM324AD	2	14,00	28,00
Резисторы:			
МЛТ-0,125-10 кОм	1	0,96	0,96
МЛТ-0,125- 300 Ом	1	0,96	0,96
МЛТ-0,125- 5.1 кОм	8	0,96	7,68
МЛТ-0,125-1 кОм	2	0,96	1,92

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
Конденсаторы:			
K50-16 47 мкФ	4	5,00	20,00
K73-17 0.1 мкФ	15	8,00	120,00
K10-7B 22 нФ	4	2,00	8,00
Цифровые индикаторы:			
SA56-2	1	120,00	120,00
Кнопки:			
TS-A2PS-130	16	7,80	124,80
Диоды:			
GNL-3012GD	1	7,00	7,00
GNL-3012HD	1	7,00	7,00
Транзисторы:			
КТ361А	4	4,00	16,00
КТ315А	4	4,00	16,00
Разъемы:			
104257-2	1	24,00	24,00
282105-1	2	37,00	74,00
JST SM 2PIN	4	42,00	168,00
JST PH-4PIN	1	40,00	40,00
Резонаторы:			
НС-49U 20мГц	1	14,00	14,00
Итого:			1241,32
Зтр			62,07
Всего:			1303,39

В итоге общая сумма затрат на покупные изделия с учётом транспортных расходов (Зтр=5%) для изготовления единицы продукции составила 1303,39 руб.

4.1.2 Расчёт затрат на материалы

Кроме того, необходимо рассчитать виды и количество используемых

для изготовления одного изделия основных и вспомогательных материалов.
Соответствующие данные отображены в таблице 4.2:

Таблица 4.2 – Расходы на основные и вспомогательные материалы

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Стеклотекстолит СФ-235-2	0,4 м ²	250,00	100,00
Припой ПОС-61	0,01 кг	430,00	4,30
Флюс ФКСп	0,015 кг	128,00	1,92
Провод монтажный ПЭВ ТЛК	1 м	5,00	5,00
Спирт технический	0,1 л	31,00	3,10
Лак УР 231	0,05 кг	26,00	1,30
Итого:			115,62
Зтр			5,78
Всего:			121,40

Сумма расходов на основные и вспомогательные материалы для единицы продукции составила 121,40 руб.

4.1.3 Расчёт затрат по кооперированию

В данном случае на производстве используется предметное кооперирование. На основании договорённости с другим машиностроительным предприятием производятся поставки готовых корпусов и печатных плат, изготовленных по соответствующим чертежам

предприятия-заказчика, т.е. описываемого в работе предприятия. Элементы затрат по кооперированию отображены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Расходы на кооперирование

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Печатная плата	2	135,00	270,00
Корпус	1	142,00	142,00
Итого:			412,00
Зтр			20,60
Всего:			432,60

Сумма затрат по кооперированию составила 432,60руб. в расчёте на единицу готовой продукции.

4.1.4 Расчёт затрат на электроэнергию для технологических целей

Определение затрат на электроэнергию в технологических целях сводится к определению потребления энергии оборудованием, участвующим в производстве изделий. Для нахождения данного элемента себестоимости воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_T = \frac{W_{\mathcal{E}} \cdot F_{ДР} \cdot K_M}{K_{ПЭ} \cdot K_{\Phi}} \cdot \mathcal{C}_{\mathcal{E}},$$

где

$W_{\mathcal{E}}$ – мощность оборудования

K_M – коэффициент машинного времени работы оборудования (0,7)

$F_{Др}$ – полезный фонд работы одной единицы оборудования

Кпэ – коэффициент полезного потребления электроэнергии (0,99)

Кф – коэффициент полезного действия оборудования.

Цэ – цена единицы электроэнергии, руб/кВт·ч

Определение мощности оборудования:

- вытяжной шкаф НО-11 – 0,75кВт;
- шкаф сушильный ВШ-0,035А – 1кВт;
- электропаяльник – 36Вт;
- установка для пайки волной припоя – 0,5кВт.

Определение действительного фонда рабочего времени оборудования:

Для определения действительного фонда рабочего времени воспользуемся следующей формулой:

В данном дипломном проекте необходимо использовать машинное время, необходимое для производства одного изделия, которое в данном случае составляет 0,92ч.

При известных:

- коэффициент машинного времени работы оборудования $K_M = 0,7$;
- коэффициент потерь электроэнергии $K_{пэ} = 0,25$;
- коэффициент полезного действия оборудования $K_{\phi} = 0,75$.

можно рассчитывать расходы на электроэнергию для технологических целей:

$$\mathcal{E}_T = \frac{2,286 \cdot 0,93 \cdot 0,7}{0,25 \cdot 0,75} \cdot 2,80 = 27,80$$

4.1.5 Расчёт затрат на заработную плату основных производственных рабочих

Заработная плата работающим выплачивается в соответствии с тарифной системой (по видам работ и квалификации работающих).

Таблица 4.4 – Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

Наименование технологической операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Разряд работы	Норма времени, час	Основная заработная плата, руб.
Радиомонтажная	34,00	4	2,5	85,00
Сборочная	34,00	4	1,2	40,80
Регулировочная	48,30	5	1,8	86,94
Контрольная	85,20	5	2,0	170,40
Итого:				383,14

Необходимо отметить, что количество работающих не соответствует количеству приведённых в таблице технологических операций, так как две из них, а именно радиомонтажная и сборочная, производятся одним работающим – радиомонтажником 4 разряда. Соответственно, регулировочную операцию выполняет регулировщик (настройщик) 5 разряда, а контрольную – контролёр ОТК 5 разряда.

Определим дополнительную заработную плату основных производственных рабочих по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = 13\% \cdot З_{\text{осн}},$$

где

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата работающих

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата работающих

$$З_{\text{доп}} = 0,13 \cdot 383,14 = 48,80$$

4.1.6 Расчёт затрат на социальные отчисления

Налоги отчисляются в размере 26,0% от суммы основной и дополнительной заработной платы в следующие фонды:

- Федеральный бюджет – 20%;
- фонд социального страхования Российской Федерации – 2,9%
- фонд обязательного медицинского страхования:
- 1) региональный фонд -2,0%
- 2) федеральный фонд – 1,1%

$$H = 26\% \cdot (З_{ОСН} + З_{ВСП})$$

$$H = 0,26 \cdot (383,14 + 48,80) = 112,56$$

Определяем заработную плату производственных рабочих:

$$З_{ПР} = З_{ОСН} + З_{ДОП} + H = 383,14 + 48,80 + 112,56 = 544,50$$

4.1.7 Расчёт косвенных цеховых затрат

Косвенные цеховые затраты включают:

- содержание аппарата управления цеха;
- техническое обслуживание цеха;
- заработная плата цехового персонала управления;
- энергетические затраты (отопление, освещение и другие);
- содержание оборудования и транспортных средств;
- амортизационные отчисления.

$$K_{ЦЕХ} = \%ЦЕХ \cdot З_{ОСН}$$

%цех – процент цеховых затрат. Он зависит от объёма работы цеха и от типа производства. (Данное предприятие является серийным по типу производства, поэтому для него %цех = 200%);

З_{ОСН} – основная заработная плата производственных рабочих.

$$K_{ЦЕХ} = 200\% \cdot 383,14 = 766,28$$

Итак, рассчитав все необходимые элементы, можно определить цеховую себестоимость:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = П + М + Э_{\text{КООП}} + Э_{\text{ПР}} + Э_{\text{Т}} + K_{\text{ЦЕХ}}$$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 1303,39 + 121,40 + 327,60 + 544,50 + 27,80 + 766,28 = 3090,97$$

Цеховая себестоимость устройства “Микропроцессорная систем балансировки тел вращения” составила:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 3090,97$$

4.2 Расчёт заводской себестоимости

Заводская себестоимость кроме цеховой себестоимости также включает в себя следующие виды расходов (косвенные заводские затраты):

- общепроизводственные расходы:
 - 1) содержание аппарата управления заводом
 - 2) содержание технических средств
 - 3) содержание территорий
 - 4) оплата аудиторских и информационных услуг
 - 5) подготовка и переподготовка кадров
 - 6) охрана природы
 - 7) ремонт зданий и сооружений
 - 8) оплата страхования имущества
- потери от брака.

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + K_{\text{ЗАВ}},$$

где

$C_{\text{ЦЕХ}}$ – цеховая себестоимость

$K_{\text{ЗАВ}}$ – косвенные заводские затраты

$$K_{\text{ЗАВ}} = \%_{\text{ЗАВ}} \cdot Э_{\text{ОСН}},$$

где

$\%_{\text{ЗАВ}}$ – процент косвенных заводских затрат (в данном случае равный 80% - серийное производство)

$Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата рабочих

$$K_{\text{ЗAB}} = 0,8 \cdot 383,14 = 306,51$$

$$C_{\text{ЗAB}} = 3090,97 + 306,51 = 3397,48$$

4.3 Расчёт полной себестоимости

Для расчета полной себестоимости, которая кроме заводской себестоимости включает в себя внепроизводственные расходы (расходы на рекламу, упаковку, отгрузку, сбыт, выплату комиссионных, участие предприятия в выставках и прочие отчисления и платежи), нужно определить сумму внепроизводственных затрат.

$$C_{\text{ПОЛН}} = C_{\text{ЗAB}} + BP,$$

где

$C_{\text{ЗAB}}$ – заводская себестоимость

BP – сумма внепроизводственных расходов

$$BP = \%BP \cdot C_{\text{ЗAB}},$$

где

$\%BP$ – процент внепроизводственных расходов от заводских расходов (для данного предприятия она составляет 8,5%)

$C_{\text{ЗAB}}$ – заводская себестоимость

$$BP = 0,085 \cdot 3397,48 = 288,78$$

$$C_{\text{ПОЛН}} = 3397,48 + 288,78 = 3686,26$$

Итак, получена полная себестоимость проектируемого устройства «Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости», которая составила:

$$C_{\text{ПОЛН}} = 3686,26$$

4.4 Расчёт цены проектируемого устройства

Цена является денежным выражением стоимости товара. Она выражает общественно необходимые затраты на продукцию.

Цены обеспечивают дальнейшую хозяйственную деятельность, возместить издержки производства и реализации продукции и определяют такой размер прибыли, который позволил бы им выжить в условиях рыночной экономики.

Оптовая цена промышленности – это цена, по которой предприятия-потребители оплачивают продукцию сбытовым организациям. Оптовая цена промышленности подразумевает НДС, оптовую цену предприятия, торговую наценку.

Вначале определяется оптовая цена предприятия. Она рассчитывается как сумма полной себестоимости и плановой прибыли.

$$ОЦ_{ПРЕДПР} = C_{ПОЛН} + П_{ПЛ},$$

где

$C_{ПОЛН}$ – полная себестоимость единицы продукции

$П_{ПЛ}$ – плановая прибыль (в данном случае равная 15% от полной себестоимости)

Плановая прибыль рассчитывается как процент от полной себестоимости:

$$П_{ПЛ} = 15\% \cdot C_{ПОЛН}$$

$$П_{ПЛ} = 0,15 \cdot 3686,26 = 552,94$$

$$ОЦ_{ПРЕДПР} = 3686,26 + 552,94 = 4239,2$$

Оптовая цена промышленности рассчитывается как сумма оптовой цены предприятия, НДС и наценки от сбыта:

$$ОЦ_{ПРОМ} = ОЦ_{ПРЕДПР} + НДС + Н_{СБ},$$

где

ОЦ_{ПРЕДПР} – оптовая цена предприятия

НДС – налог на добавленную стоимость (равный 20% от полной себестоимости)

Н_{СБ} – наценка сбытовых организаций (7% от оптовой цены предприятия)

$$НДС = 20\% \cdot C_{ПОЛН} = 0,18 \cdot 3686,26 = 663,53$$

$$Н_{СБ} = 7\% \cdot ОЦ_{ПРЕДПР} = 0,07 \cdot 4239,2 = 296,75$$

$$ОЦ_{ПРОМ} = 4239,2 + 663,53 + 296,75 = 5199,48$$

Розничная цена рассчитывается как сумма оптовой цены промышленности и торговой наценки:

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ},$$

где

ОЦ_{ПРОМ} – оптовая цена промышленности

Н_{ТОРГ} – торговая наценка (10% от оптовой цены промышленности)

$$Н_{ТОРГ} = 10\% \cdot ОЦ_{ПРОМ} = 0,1 \cdot 5199,48 = 519,95$$

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ} = 5199,48 + 519,95 = 5719,43$$

Кроме этого, требуется определить прибыль, которую получит предприятие от реализации данной продукции. Нужно определить значения балансовой, чистой и валовой прибыли.

Балансовая прибыль определяется за счёт 3 источников:

- прибыль от реализации продукции;
- прибыль от продаж имущества;
- прибыль от внереализационных доходов.

Так как отсутствуют прибыль от продаж имущества и прибыль от внереализационных доходов, будем считать за балансовую прибыль - прибыль от реализации продукции.

$$П_{БАЛАНС} = П_{ПЛ} = 552,94$$

Валовая прибыль:

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} + П_{ПРОЧАЯ},$$

где

$П_{БАЛАНС}$ – балансовая прибыль

$П_{ПРОЧАЯ}$ – прочая прибыль

К прочей прибыли относят:

- доходы от транспортных организаций;
- доходы от других хозяйств, находящихся на балансе предприятия.

Вследствие отсутствия вышеперечисленного, за валовую прибыль будем считать прибыль балансовую.

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} = 552,94$$

Прибыль, облагаемая налогами:

$$П_{ОБЛ.Н.} = 20\% П_{ВАЛ},$$

где

$П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль

20% - ставка налога на прибыль

$$П_{ОБЛ.Н.} = 0,20 \cdot 552,94 = 110,59$$

Определив валовую прибыль и прибыль, облагаемую налогами, можно рассчитать чистую прибыль:

$$П_{Ч} = П_{ВАЛ} - П_{ОБЛ.Н.},$$

где

$П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль

$П_{ОБЛ.Н.}$ – прибыль, облагаемая налогом

$$П_{Ч} = 552,94 - 110,59 = 442,35$$

Годовой объём продаж $К_{МПС} = 300$ шт.

Продолжительность инвестиционного цикла $T_c = 3$ года

Чистая прибыль в год ($П_{Ч.ГОД.}$)

$$\Pi_{\text{ч.год.}} = \Pi_{\text{ч}} * K_{\text{мпс}}$$

$$\Pi_{\text{ч.год.}} = 442,35 * 300 = 132705$$

Прибыль облагаемая налогами в год $\Pi_{\text{обл.н.год}}$

$$\Pi_{\text{обл.н.год}} = \Pi_{\text{обл.н.}} \times K_{\text{мпс}}$$

$$\Pi_{\text{обл.н.год}} = 110,59 \times 300 = 33177$$

Одним из важных экономических показателей производства продукции является рентабельность продукции. Рентабельность – это относительный показатель эффективности производства, характеризующий степень использования ресурсов. Рентабельность зависит также от структуры авансированных в производство средств, а именно, от удельного веса расходов на оплату труда работников.

Рассчитывает рентабельность выпускаемой продукции в расчёте на одно изделие:

$$R_{\text{пр}} = \frac{\Pi_{\text{вал}}}{C_{\text{полн}}} \cdot 100\%,$$

где

$\Pi_{\text{вал}}$ – валовая прибыль

$C_{\text{полн}}$ – полная себестоимость одного изделия

$$R_{\text{пр}} = \frac{552,94}{3686,26} \cdot 100\% = 15\%$$

Рентабельность проектируемого устройства «Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости» составила 15%.

Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана информационная система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости.

Было приведено обоснование выбора типа печатной платы (МПП) при разработке системы измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости, представлены технологические процессы изготовления МПП, рассмотрены меры по обеспечению безопасности на различных этапах производства печатных плат. Экономический расчет показал, что вложение инвестиций в разработку данного проекта является экономически целесообразным.

В системе предусмотрено несколько режимов: «выдача жидкости» и «пополнение резервуара». Для выдачи жидкости потребителю используется первый режим. Второй режим включается автоматически после первого, позволяя держать основной резервуар максимально наполненным. Это позволяет максимально точно узнавать количество жидкости в остатке и производить дальнейшие действия с потребителем.

Разработанная система полностью отвечает требованиям технического задания. Она может быть внедрена в сферу автомобильных заправочных станций.

Список используемых источников

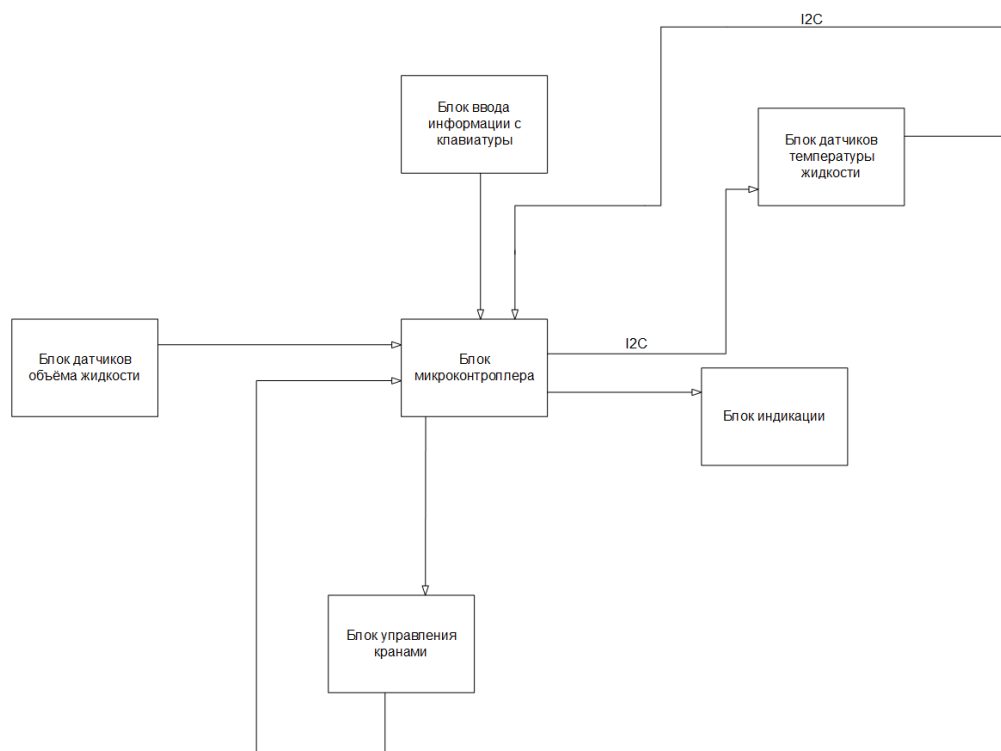
1. Восьмиразрядные RISC-микроконтроллеры. Методические указания и практическое руководство по применению в курсовом и дипломном проектировании./ Л.А.Брякин – ПГУ, 2001
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры Microchip: практическое руководство - А.В.Евстифеев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 296 с.
3. Брякин Л. А, Брякин А. Л. Схемотехника модулей встраиваемых систем. Пенза : Изд-во ПГУ, 2016.
4. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ. Учебник для студентов вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» – М: Высш. шк., 1991 – 416 с.
5. ГОСТ 23662-79 - ГОСТ 23665-79 Платы печатные. Механическая обработка. Требования к типовым технологическим процессам. (Переиздания с Изм. № 1, 2) ГОССТАНДАРТ РОССИИ 1992, МОСКВА.
6. ГОСТ 23770-79 Платы печатные. Типовые технологические процессы химической и гальванической металлизации. ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ 1995, МОСКВА.
7. ГОСТ 23752.1-92 (МЭК 326 – 2 – 90) Платы печатные. Методы испытаний. КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР 1992, МОСКВА.
8. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 7 от 26 апреля 1995 г.)
9. MicroCHIP [Электронный ресурс] URL: <http://www.microchip.ru/d-sheets/30292.htm:pic16f876:1x1> (дата обращения: 25.05.2020)
10. MAX232 [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MAX232> (дата обращения: 25.05.2020).

Схема электрическая структурная

Приложение А1

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69



ПГУ 1.090501.12.005.Э1					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости Схема электрическая структурная
Разраб.	Прохоров А.В.				
Пров.	Белков А.С.				
Т. контр.					
Р. контр.					
И. контр.	Куликов А.В.				Лист 1 Листов 1 ФБТ, каф. ВТ группа 15В02
Учт.	Митрохин М.А.				

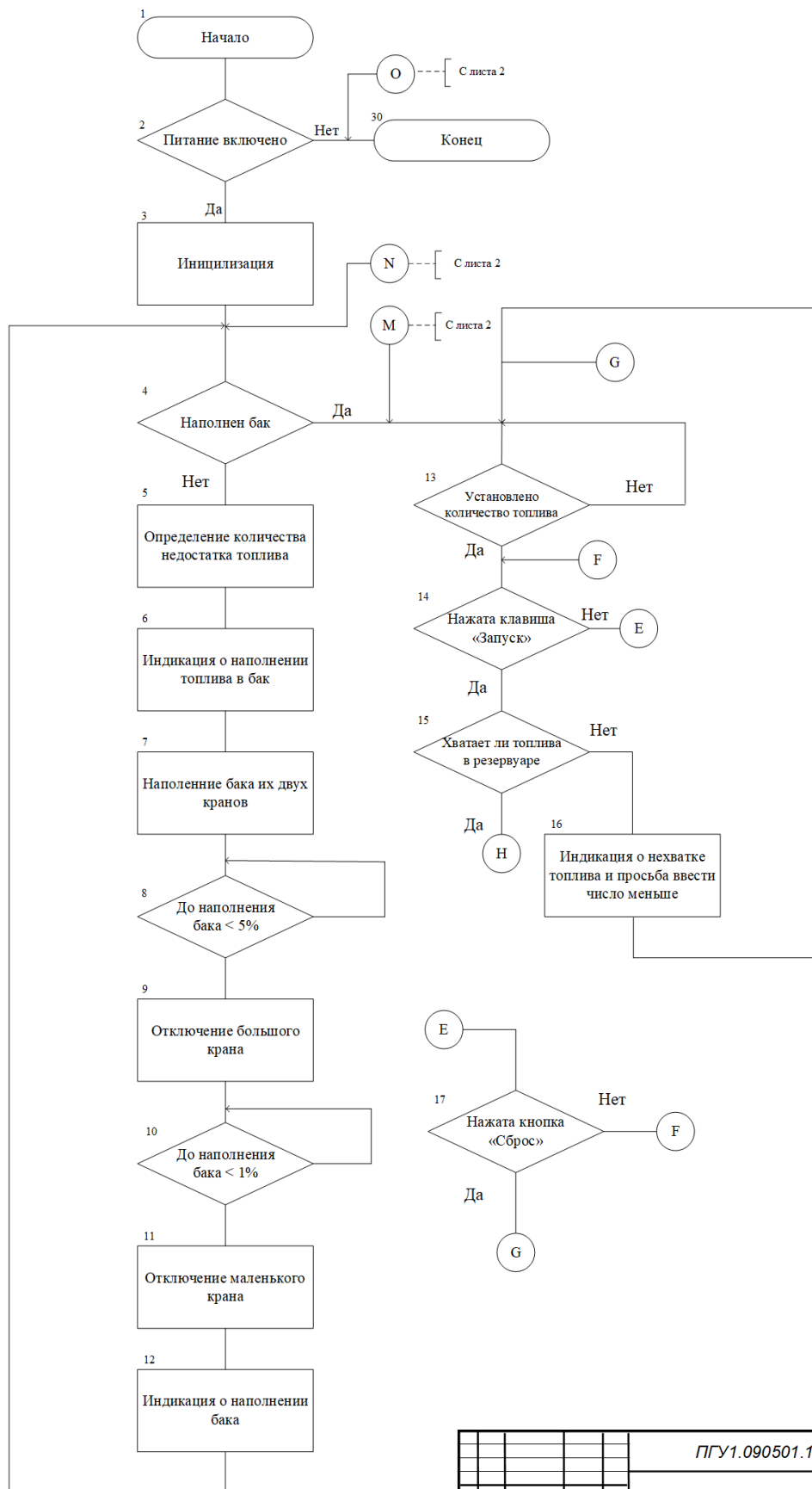
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Схема программы

Приложение А2

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71



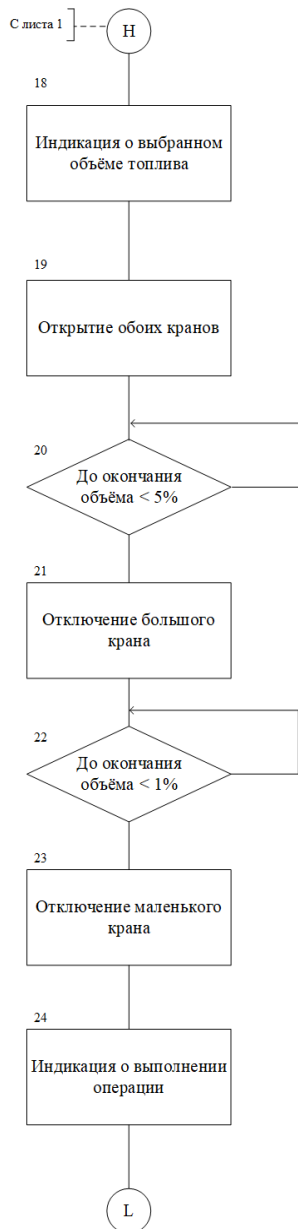
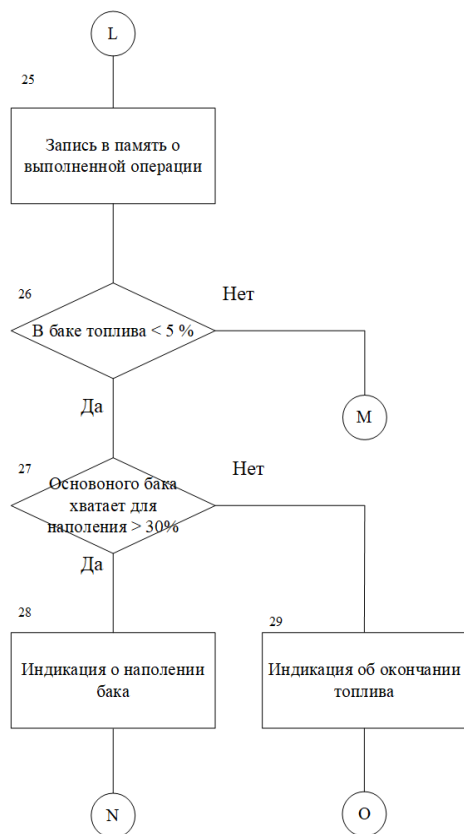
				ПГУ1.090501.12.003 Д2			
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масш.
Разработ	Провер	Т. контр.	Н. контр.	Утв.	Система измерения и управления оборудованием по передаче жидкости Схема программы		
Роздоб	Прокопов А.В.	Бычков А.С.					
Кучин А.В.	Митрохин М.А.				Лист 1	Листов 2	
					ФВТ, каф. ВТ группа 15В02		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

Лист

72



					ПГУ1.090501.12.003 Д2		
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкостей Схема программы		
Разраб.	Провер.	Т. контр.					
И. контр.	Утв.						
Кучин А.В.	Митрошин М.А.				Лист 2 Листов 2		
					ФБТ, каф. ВТ группа 15В02		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

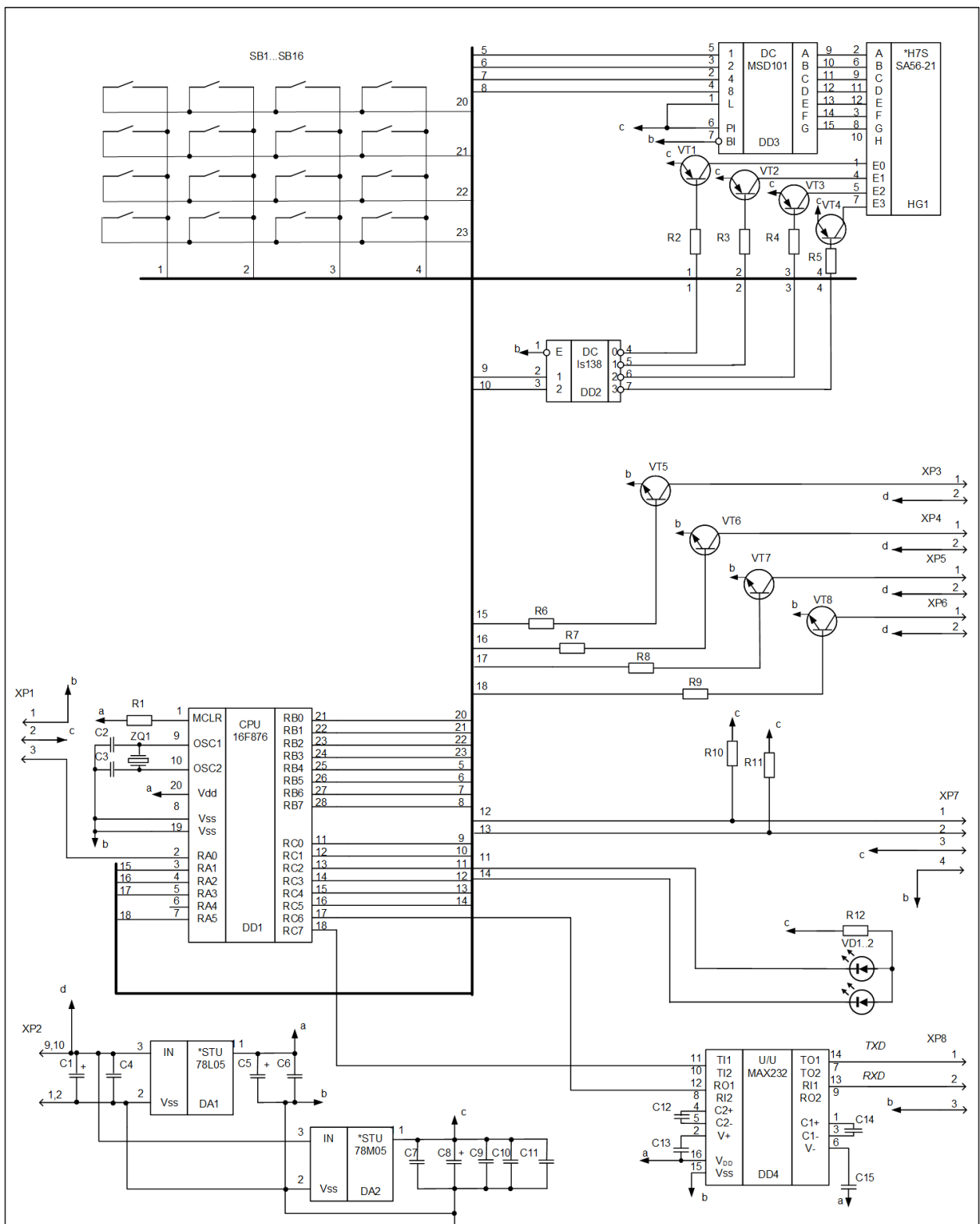
Лист
73

Схема электрическая принципиальная

Приложение А3

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74



1. Контакты 8 микросхем DD2, DD3 ориентировать на шину b (Общий)
2. Контакты 16 микросхем DD2, DD3 ориентировать на шину c (+5В)

				ПГУ 1.09.05.01.12.004 ЭЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости	Лист
Разраб.	Прохоров А.В.	Провер.	Бычков А.С.		Схема электрическая принципиальная	Масса
Т. контр.		Реценз.				Масштаб
Н. контр.	Кучин А.В.	Утверд.	Митрохин М.А.			Лист
						Листов
						1
						ФБТ, каф. ВТ
						группа 15802

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

Лист

75

Перечень элементов

Приложение А4

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Зона	Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание	
		Конденсаторы			
	C1	K50-16 47 мкФ±10% ОЖО.446.149 ТУ2	1		
	C2...C4	K73-17 0.1 мкФ±10% ТУ6261-015-07594095-2006	4		
	C5	K50-16 47 мкФ±10% ОЖО.446.149 ТУ2	1		
	C6, C7	K73-17 0.1 мкФ±10% ТУ6261-015-07594095-2006	2		
	C8	K50-16 47 мкФ±10% ОЖО.446.149 ТУ2	1		
	C9...C15	K73-17 0.1 мкФ±10% ТУ6261-015-07594095-2006	7		
		Микросхемы			
	DA1	78L05	1	Импорт	
	DA2	78M05	1	Импорт	
	DD1	PIC16F876A-II/SP	1	Импорт	
	DD2	SN74LS138N	1	Импорт	
	DD3	MSD101	1	Импорт	
	DD4	MAX232	1	Импорт	
		Семисегментная индикация			
	HG1	SA56-2	1	Импорт	
		Резисторы			
	R1	МЛТ-0,125-10 кОм ОЖО.467.180ТУ	1		
	R2...R9	МЛТ-0,125- 5.1 кОм ОЖО.467.180ТУ	8		
	R10...R11	МЛТ-0,125- 1 кОм ОЖО.467.180ТУ	2		
	R12	МЛТ-0,125- 300 Ом ОЖО.467.180ТУ	1		
		Кнопки			
	SB1...SB16	TS-A2PS-130	16	Импорт	
		Резонаторы			
	ZQ1	HC-49U 20мГц	1	Импорт	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.	Прохоров А.В.				
Пров.	Бычков А.С.				
Н. контр.	Кучин А.В.				
Утверд.	Митрохин М.А.				
ПГУ1.09.05.01.12.004ПЭ					
Система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости Перечень элементов			Лит.	Лист	Листов
				1	2
			Кафедра ВТ гр.15В02		

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Презентация

Приложение В

(обязательное)

					ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Выпускная квалификационная работа

на тему: «Система измерения и управления
оборудованием по перекачке жидкости»

Выполнил: студент гр.15В02

Прохоров А.В.

Руководитель ВКР: к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ

Бычков А.С

2020

Целью работы является разработка систему измерения
и управления оборудованием по перекачке жидкости.

Объектом разработки является система,
обеспечивающая клиентам доступ и выдачу определённого
количества жидкости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

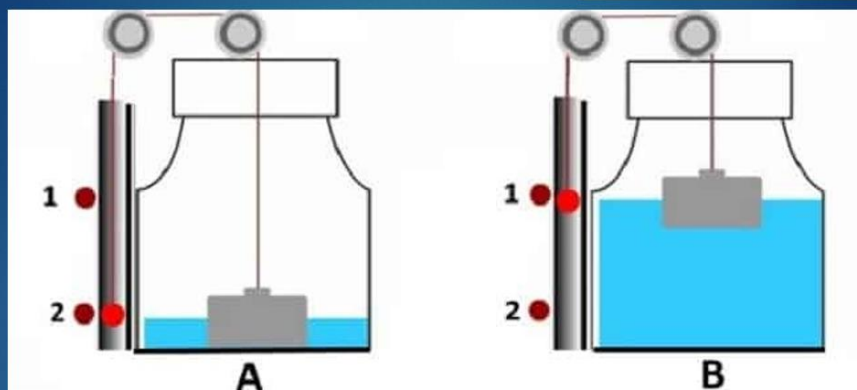
Лист

80

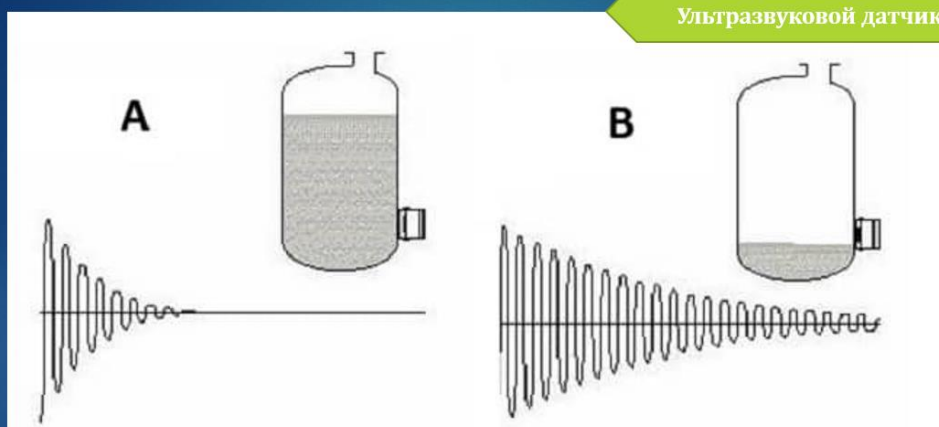
Виды датчиков уровня.

- ➔ поплавочного типа;
- ➔ устройства с емкостным принципом определения уровня;
- ➔ использующие ультразвуковые волны;
- ➔ радарного типа;
- ➔ электродные;
- ➔ работающие по гидростатическому принципу.

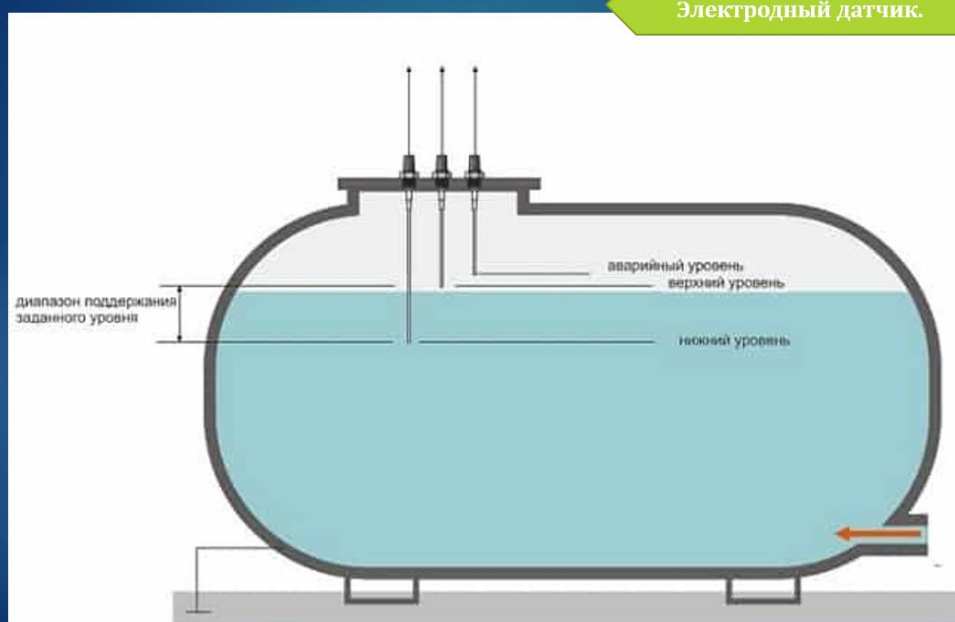
Поплавковый датчик.



Ультразвуковой датчик.



Электродный датчик.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

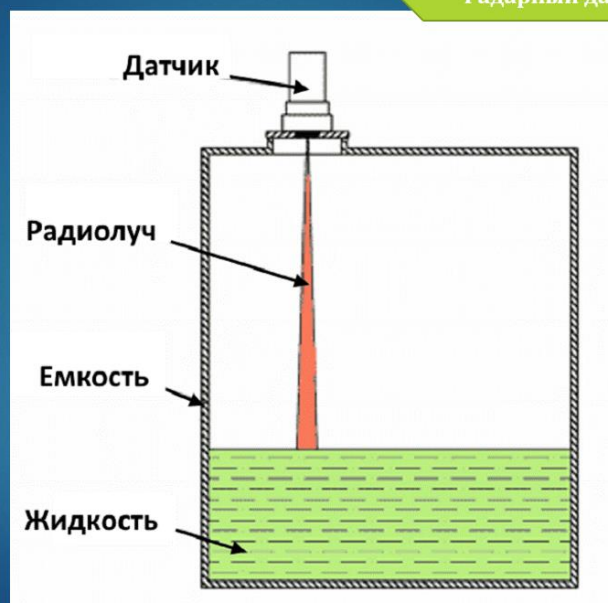
Лист

82

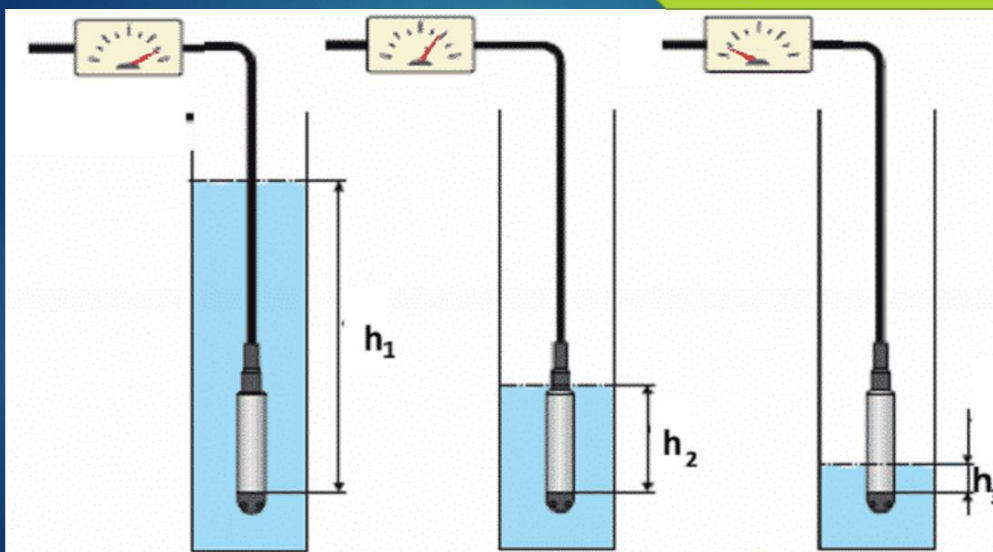
Емкостной датчик.



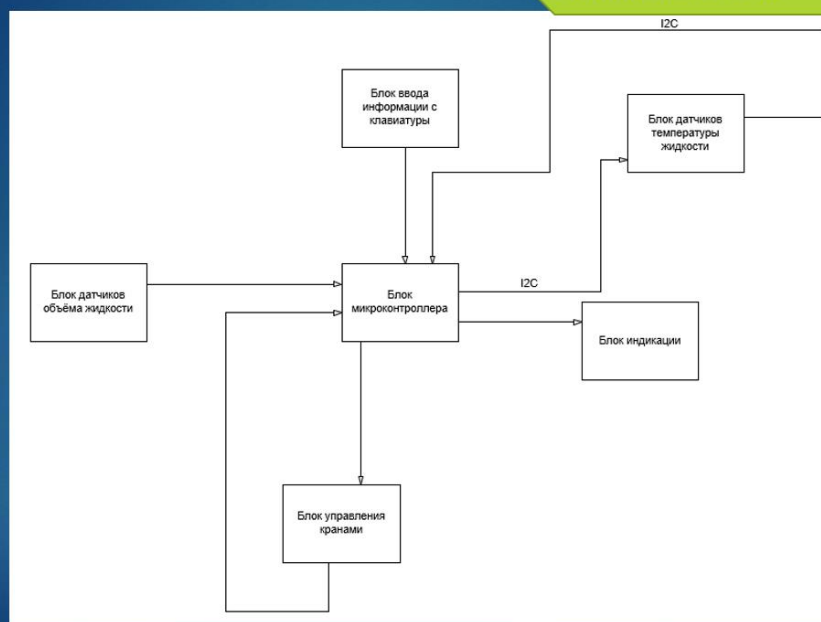
Радарный датчик.

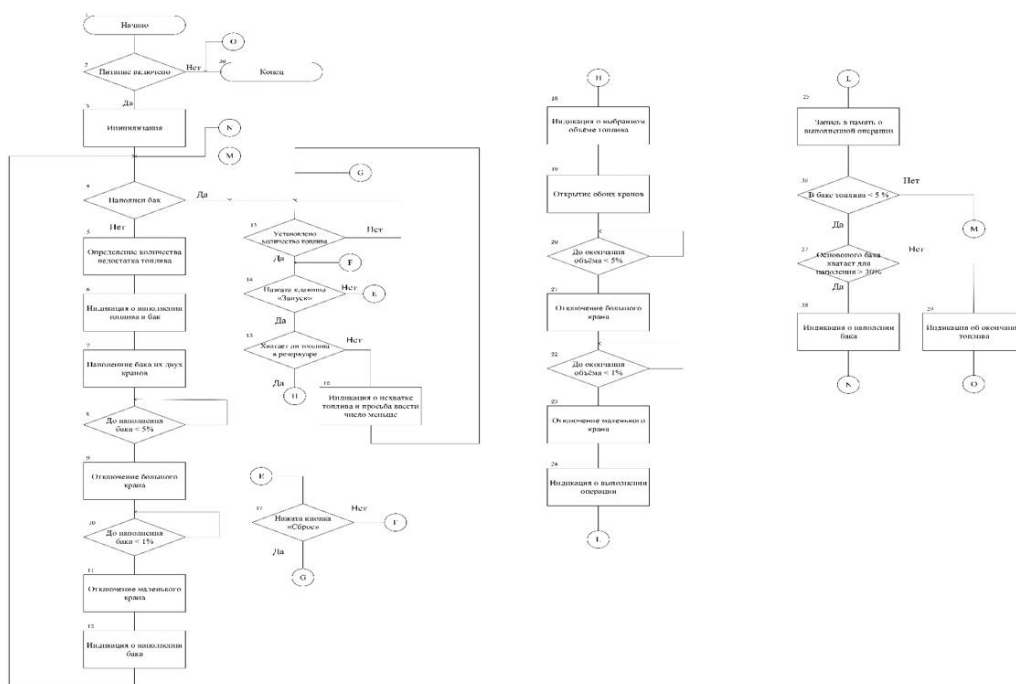
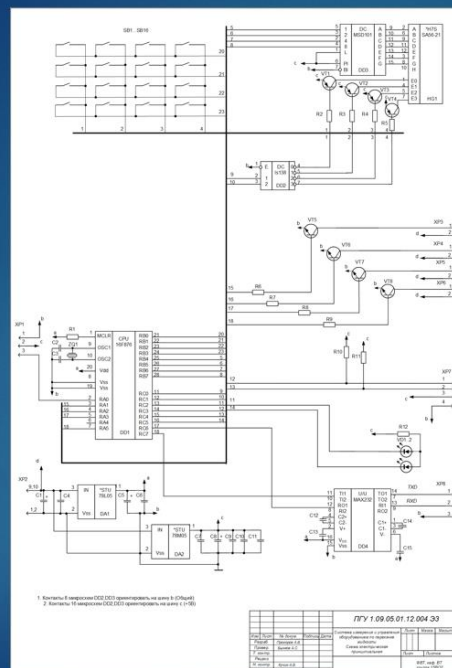


Гидростатический датчик.



Структурная схема





Принципиальная схема

Заключение

- ▶ Разработана система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости;
- ▶ Приведено обоснование выбора типа печатной платы (МПП) при разработке система измерения и управления оборудованием по перекачке жидкости;
- ▶ Представлены технологические процессы изготовления МПП;
- ▶ Рассмотрены меры по обеспечению безопасности на различных этапах производства печатных плат;
- ▶ Экономический расчет показал, что вложение инвестиций в разработку данного проекта является экономически целесообразным.

Спасибо за внимание!

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.12.001 ПЗ

Лист

86