

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
в г. Нижневартовске

Кафедра «Информатика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав.кафедрой «Информатика»

к.т.н., доцент

С.Г. Пономарева / С.Г. Пономарева /

« 30 » мая 2016 г.

## Разработка измерительной информационной системы для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ- 200100. 2016.160.ПЗ ВКР

Консультанты

Экономическая часть

к.э.н., доцент

А. В. Прокопьев / А. В. Прокопьев /

« 05 » мая 2016 г.

Безопасность жизнедеятельности

к.т.н., доцент

А. Б. Тряпицын / А. Б. Тряпицын /

« 09 » мая 2016 г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

Д. В. Топольский / Д. В. Топольский /

« 16 » мая 2016 г.

Автор работы

студент группы НвФл-431

А. А. Нечибыло / А. А. Нечибыло /

« 30 » мая 2016 г.

Нормоконтролер

старший преподаватель

Л. Н. Буйлушкина / Л. Н. Буйлушкина /

« 30 » мая 2016 г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИЛИАЛ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
В Г. НИЖНЕВАРТОВСКЕ  
КАФЕДРА «ИНФОРМАТИКА»

НАПРАВЛЕНИЕ 200100.62 Приборостроение

*(цифр и полное наименование направления)*

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. зав. кафедрой «Информатика»  
к.т.н., доцент

/ С.Г. Пономарева /

*(личная подпись)*

«05» февраля 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу студента

Нечибыло Александра Александровича

1. Тема работы Разработка измерительной информационной системы для  
контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения

Утверждена приказом ректора университета от «15» апреля 2016 г. № 661

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) «30» мая 2016 г.

3. Исходные данные к работе

1. Микроконтроллер: MSP430F133

2. Сигма-дельта АЦП: AD7714

3. Питание измерительной информационной системы осуществляется от  
внешнего источника питания 24 В

4. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Аналитический обзор первичных преобразователей и котельной с котлоагрегатом КВГМ-100

1.1 Основные принципы работы котельной

1.2 Аналитический обзор первичных преобразователей

2 Разработка ИИС на основе выбранного первичного преобразователя преобразователя

2.1 Функциональная и структурная схемы измерительной информационной системы и их описание

2.2 Расчет элементов измерительной цепи

2.3 Принципиальная схема и описание ее работы

2.4 Алгоритм работы микроконтроллера

3 Экономическое обоснование разработки

4 Раздел безопасности жизнедеятельности





## АННОТАЦИЯ

Нечибыло А.А. Разработка измерительной информационной системы для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения – Нижневартовск: филиал ЮУрГУ, Информатика: 2016, 64 с., 11 ил., 5 табл., библиогр. список – 20 наим., 3 прил.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка измерительной информационной системы для контроля давления в диапазоне 0-1,6МПа в трубопроводах систем теплоснабжения на примере котельной с котлоагрегатом КВГМ-100.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- Аналитический обзор датчиков давления.
- Разработка измерительной информационной системы на основе выбранного первичного преобразователя.
- Расчет экономических показателей системы.
- Анализ безопасности разработанной измерительной информационной системы.

<b>200100.2016.160 ПЗ</b>								
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка измерительной информационной системы для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Нечибыло А.А.	<i>Нечибыло А.А.</i>	30.05.16		20	6	64
Проверил		Топалский Д.В.	<i>Топалский Д.В.</i>	30.05.16		Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» ИИИ в г. Нижневартовске кафедра «Информатика»		
Рецензент								
И.контр.		Буйлушкина Л.Н.	<i>Буйлушкина Л.Н.</i>	30.05.16				
Утвердил		Панкратова С.Г.	<i>Панкратова С.Г.</i>	30.05.16				



ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ..... 57  
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЛГОРИТМ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА.... 60  
ПРИЛОЖЕНИЕ В. КОД ПРОГРАММЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ..... 61

					<i>200.100.2016.160 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>8</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



## ВВЕДЕНИЕ

Проживая в умеренных широтах, где основная часть года холодная, необходимо обеспечить теплоснабжение зданий: жилых домов, офисов и других помещений.

Под теплоснабжением понимают обеспечение теплотой потребителей, осуществляемое системой теплоснабжения. Теплота передается с помощью теплоносителей, в качестве которых используют горячую воду или водяной пар. Привычным источником теплоснабжения являются теплоэлектроцентрали (далее – ТЭЦ) и котельные [1].

Системы теплоснабжения отличаются различными температурами и давлением воды. Это зависит от требований потребителей и экономических соображений. При увеличении расстояния, на которое необходимо передать тепло, увеличиваются экономические затраты. В настоящее время расстояние передачи тепла измеряется десятками километров. Системы теплоснабжения делятся по объёму тепловых нагрузок. Системы отопления относят к сезонным, а системы горячего водоснабжения – к постоянным.

Любая отопительная схема функционирует при определенных значениях напора и температуры теплоносителя, которые рассчитываются еще на этапе ее проектирования. Однако в процессе эксплуатации возможны ситуации, когда перепад давления в системе отопления отклоняется от нормативного уровня в большую или меньшую сторону и, как правило, требует корректирования для обеспечения эффективности, а в ряде случаев и безопасности.

Для нормального безаварийного функционирования системы теплоснабжения необходимо регулярно контролировать величину температуры и напора теплоносителя. Для проверки последнего обычно применяют деформационные манометры с трубкой Бурдона [4]. В системах, где предусмотрены автоматический контроль и регулирование давления дополнительно используются различные типы датчиков. Размещение манометров

(точки врезки) определяются нормативами: приборы должны быть установлены на наиболее важных участках системы:

- На входе и выходе источника отопления.
- До и после насоса, фильтров, грязевиков, регуляторов давления.
- На выходе магистрали от ТЭЦ или котельной и на вводе ее в здание.

Применение и развитие измерительной техники всегда было обусловлено потребностями производства, торговли и других сфер человеческой деятельности. Контрольно-измерительные операции давно стали неотъемлемой частью технологических процессов и в значительной степени определяют качество выпускаемой продукции. Прогресс измерительной техники неразрывно связаны с научно-техническим прогрессом. Новые научные и технические задачи приводят к новым измерительным задачам, для решения которых нужны новые средства измерения, а новые научные и технические результаты влияют на уровень измерительной техники [2]:

- Повышается точность и расширяются диапазоны измерения.
- Растет номенклатура измеряемых величин.
- Увеличивается производительность измерительных операций, и за счет их автоматизации уменьшается влияние человеческого фактора.
- Возрастает число выполняемых функций.

Измерительная информационная система (далее – ИИС) — это совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств, для получения измерительной информации, ее преобразования, обработки в целях представления потребителю. Появление ИИС обусловлено в первую очередь конкретными задачами производства и научных исследований, требующих получения, обработки, отображения и хранения больших объемов измерительной информации. Практическое решение этих задач оказалось возможным благодаря бурному развитию вычислительной техники и измерительной техники, в частности первичных преобразователей (датчиков) [3].

# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И КОТЕЛЬНОЙ С КОТЛОАГРЕГАТОМ КВГМ-100

## 1.1 Основные принципы работы котельной

Разрабатываемая измерительная информационная система для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения рассматривается на примере её использования на котельной с котлоагрегатом КВГМ-100.

### 1.1.1 Теплоэнергетические процессы в водогрейных котлах

Основным рабочими процессами, осуществляемыми в котельной установке, являются:

- Процесс горения топлива.
- Процесс теплообмена между продуктами сгорания и воды через стенки топочной камеры котла.

В результате работы котла на выходе получается теплоноситель заданного давления и температуры.

Одной из основных задач, возникающей при эксплуатации котельного агрегата, является обеспечение равенства между производимой и потребляемой энергией. В свою очередь процессы передачи энергии в котлоагрегате однозначно связаны с количеством вещества в потоках рабочего тела и теплоносителя.

Для высококачественного теплоснабжения потребителей одновременно с экономичными режимами водогрейных котлоагрегатов необходимо регулирование тепловой нагрузки в соответствии с требованиями потребителей. Это достигается изменением либо температуры теплоносителя при постоянстве его расхода (качественный метод регулирования), либо расхода теплоносителя при постоянной его температуре (количественный метод регулирования). В водяных системах теплоснабжения широкое применение получило качественное регулирование на

водогрейных котлах, дополняемое количественным регулированием на тепловых пунктах и непосредственно у потребителей. Основным достоинством количественного регулирования является сокращение расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя, а недостатком – гидравлическая разрегулировка местных систем (как следствие переменного гидравлического режима тепловой сети).

Водогрейным котлом называется комплекс агрегатов, предназначенных для получения горячей воды. Этот комплекс состоит из ряда теплообменных устройств, связанных между собой и служащих для передачи тепла от продуктов сгорания топлива к воде. Исходным носителем энергии, наличие которого необходимо для образования тепла, служит топливо.

### 1.1.2 Общая характеристика котлоагрегата

Газомазутный водогрейный котел КВГМ-100 (рисунок 1.1) предназначен для установки на ТЭЦ для покрытия пиков тепловых нагрузок и в качестве основного источника теплоснабжения в районных отопительных котельных. Котел - прямоточный, П-образной компоновки, рассчитан для нагрева воды до 150 °С при основном режиме эксплуатации. Котлы могут быть использованы также для подогрева воды до 200°С в пиковом режиме. Котел состоит из топочной камеры и конвективной шахты. Топочная камера котла и задняя стена конвективной шахты закрыты экранами из труб  $\varnothing 60 \times 3$  мм. Конвективная поверхность нагрева котла состоит из трех пакетов, набираемых из U-образных ширм, выполненных из труб  $\varnothing 28 \times 3$  мм.

Фронтальный экран снабжен коллекторами: верхним, нижним и двумя промежуточными, между которыми находятся кольца для формирования амбразур газо-мазутных горелок ПГМГ-40 с паромеханическими форсунками типа ПФМ-4600/1000. Боковые стены конвективной шахты закрыты трубами  $\varnothing 83 \times 3,5$  мм, служащими стояками для ширм.

Продукты горения выходят из топки через проход между задним экраном и потолком топочной камеры и движутся сверху вниз через конвективную шахту. Для отвода дымовых газов от котла служит дымосос двустороннего всасывания типа ДН 22х2-062ГМ производительностью  $289 \times 10^3$  м<sup>3</sup>/час. Подача воздуха на горение осуществляется вентилятором типа ВДН-18 производительностью  $152 \times 10^3$  м<sup>3</sup>/час и напором 400 кгс/м<sup>2</sup>, а частота вращения регулируется преобразователем частоты. Воздух, нагнетаемый дутьевым вентилятором, двумя параллельными воздухопроводами подводится к общему коробу горелок, разделенному перегородками и снабженному шиберами жалюзийного типа, регулирующими подачу воздуха на каждую горелку. Очистка поверхностей нагрева осуществляется с помощью дробеочистительной установки.

Нижние коллекторы фронтального и заднего экраном конвективной шахты опираются на портал котла. Опора, расположенная в середине нижнего коллектора задней стенки топки, является неподвижной. Вес боковых экранов топки передается на портал через фронтальный и задний экраны.

КПД котла КВГМ-100 составляет 92,5% при работе на газе и 91,3% при работе на мазуте.

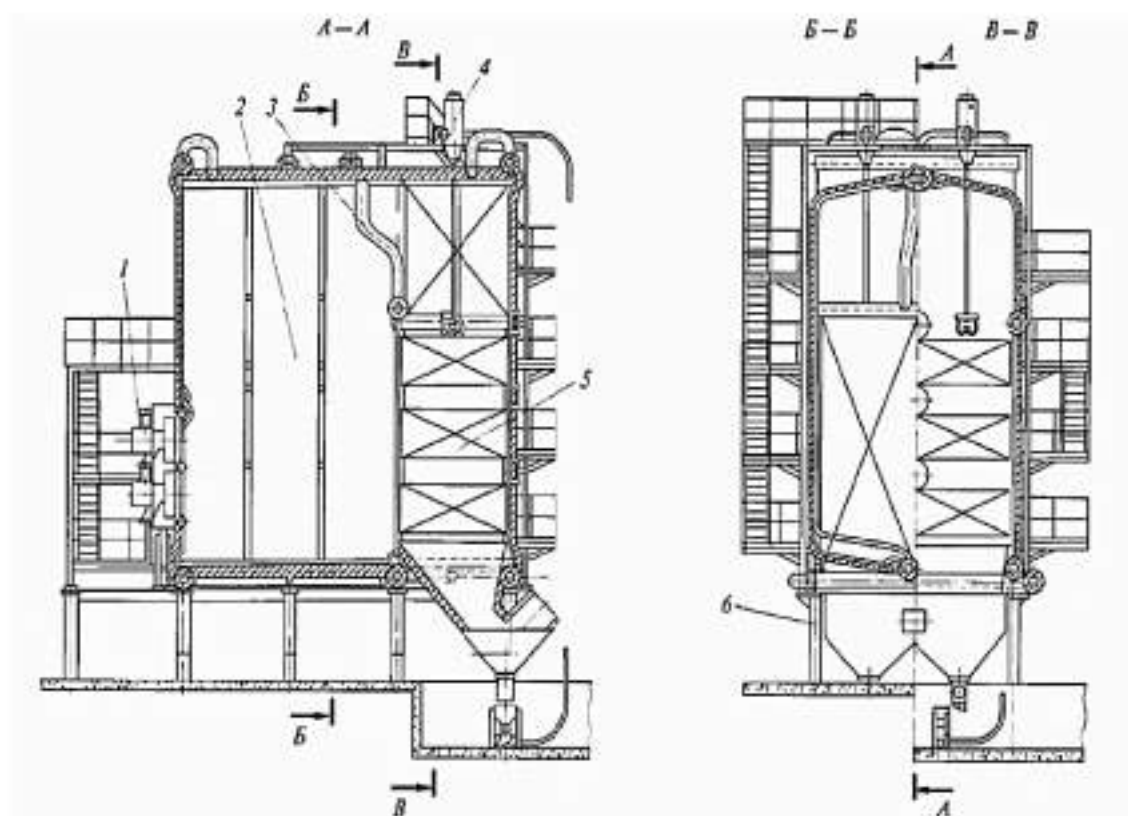


Рисунок 1.1 – Котел КВГМ-100

На рисунке 1.1 представлены: 1 – газомазутная горелка; 2 – топочная камера; 3 – проход газов из топки в конвективную шахту; 4 – установка дробеочиски; 5 – конвективная поверхность нагрева; 6 – портал.

Состав Нижневартовской котельной № 3А:

- Водогрейный котел КВГМ-100, теплопроводностью 100 Гкал/час.
- Паровой котел ДКВР-20-13, производительностью 20 т/ч пара.
- Газорегулирующий пункт (ГРП).
- Деаэратор типа ДА-1, производительностью 300 и 100 м<sup>3</sup>/ч.
- Бак запаса воды (БЗВ).
- Нефтенасосная (аварийная).

Конструктивные характеристики и расчетные данные водогрейного газомазутного котла КВГМ-100 (основной режим работы):

Таблица 1.1 Характеристика и расчетные данные КВГМ-100

Номинальная теплопроизводительность, Гкал/час	100
Рабочее давление сетевой воды, после котла, МПа	0,9
Расход воды через котел, т/ч	1450
Температура воды на входе в котел, °С	70
Температура воды на выходе из котла, °С	150
Вид топлива:	
Основное	природный газ
Резервное	нефть
Расход природного газа на котел, м <sup>3</sup> /ч	11260
Номинальное давление газа перед котлом, кПа	70
Тип горелок	ШМГ-40
Количество горелок	3
Давление газа перед горелкой, кПа	40
Номинальное давление воздуха перед котлом, кПа	3
Номинальное давление воздуха перед горелкой, кПа	2,3
Температураходящих газов	140
Разрежение в топке, Па	30

### 1.3 Описание технологического процесса

Водогрейный котел КВГМ-100 представляет собой сложный производственный объект. Управление таким объектом требует быстрого принятия ответственных решений, поскольку перемены и отказы в его работе ведут к серьезным экономическим и социальным последствиям.

Технологический процесс в водогрейном котле – это процесс нагрева воды при сгорании топлива, которая используется для горячего водоснабжения и отопления.

Для осуществления процесса нагрева сетевой воды, с начальной температурой 70°C, к газомазутным горелкам по газо- и мазутопроводам подается топливо (газ или мазут) через запорную арматуру, отсечные клапана и регулирующие органы. Природный газ, основную горючую часть которого составляет метан CH<sub>4</sub> (94%), поступает на горелки ПГМГ-40 и по мере выхода из них сгорает в виде факела в топочной камере. Воздух для поддержания процесса горения подается с помощью вентилятора ВД-18. Так как теплота сгорания газа высока и составляет 8500 ккал/м<sup>3</sup>, то удельная потребность в подаваемом воздухе велика: на 1 м<sup>3</sup> газа требуется 9,6 м<sup>3</sup> воздуха, а с учетом коэффициента избытка воздуха  $\alpha = 1,12 - 1,36$ .

В результате непрерывного горения топлива в топочной камере образуются нагретые до высокой температуры газообразные продукты сгорания. Они омывают снаружи топочные экраны, которые состоят из труб с циркулирующей внутри них водой и пароводяной смеси. Тепло передаваемое экранным трубам горячими газами нагревает воду до заданной температуры. И далее вода, нагретая согласно температурного графика, составленного в соответствии с температурой наружного воздуха подается к потребителю. Максимальная температура воды на выходе из котла 150 °С.

Газообразные продукты сгорания удаляются из топки котла с помощью дымоотводящего тракта, который соединяет топку котла и дымовую трубу. С помощью дымососа ДН 22х2-062ГМ продукты сгорания удаляются через дымовую трубу в атмосферу.

Принципиальная технологическая схема водогрейного котла для закрытой системы теплоснабжения с расчетным температурным режимом 70 – 150 °С показана на рисунке 1.2



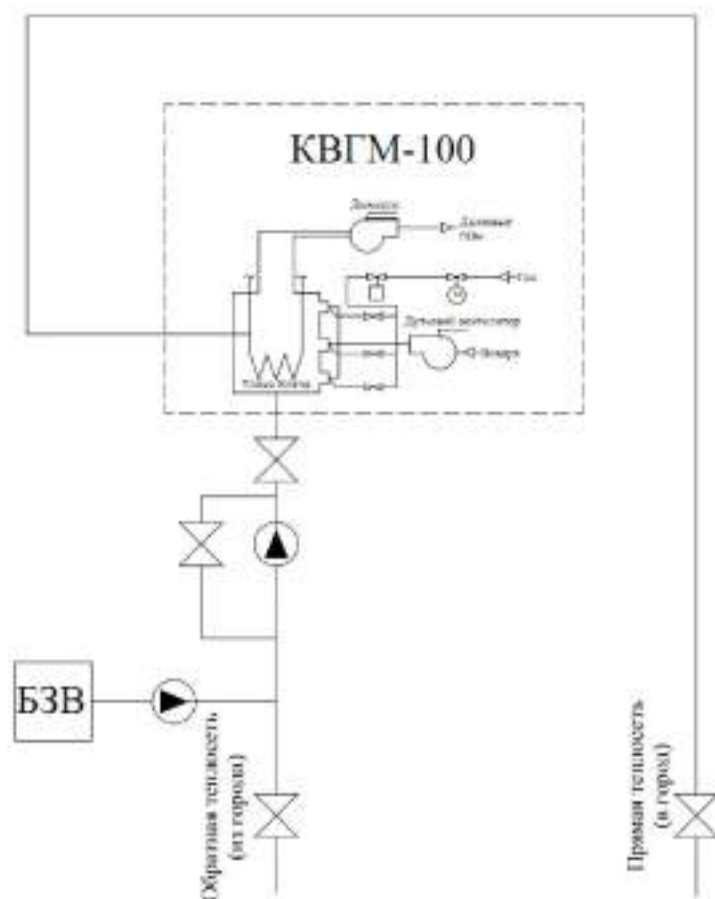


Рисунок 1.2 – Принципиальная технологическая схема водогрейного котла

Установленный на обратной линии сетевой (циркуляционный) насос обеспечивает поступление сетевой воды в котел. Давление в обратной теплосети составляет 2,5 кгс/см<sup>2</sup>. Сетевой насос подает воду в котел, затем нагретая вода поступает в систему теплоснабжения с рабочим давлением 8 кгс/см<sup>2</sup>.

## 1.2 Аналитический обзор первичных преобразователей

Датчики давления состоят из первичного преобразователя, в составе которого чувствительным элементом является – приемник давления, схемы вторичной обработки сигнала, различных по конструкции корпусных деталей, в том числе для герметичного соединения датчика с объектом и защиты от внешних воздействий и устройства вывода информационного сигнала.

Главными отличиями приборов друг от друга являются: пределы измерений, динамические и частотные диапазоны, точность измеряемой величины, допустимые условия эксплуатации, массогабаритные характеристики, которые зависят от принципа преобразования давления в электрический сигнал.

Различают следующие методы измерения давления [5]:

- Пьезорезистивный метод основан на интегральных чувствительных элементах из монокристаллического кремния, представляющий собой мембрану из монокристаллического кремния с диффузионными пьезорезисторами, которые в свою очередь подключены в мост Уинстона. Чувствительным элементом служит кристалл, установленный на диэлектрическое основание с использованием легкоплавкого стекла или методом анодного сращивания. Данные преобразователи имеют высокую чувствительность благодаря изменению удельного объемного сопротивления полупроводника при деформировании давлением. Для измерения давления в неагрессивных чистых средах используют Low Cost решение. Данное решение основано на использовании чувствительных элементов без защиты или с защитой на силиконовой основе. Для измерения агрессивных сред и большинства промышленных применений используется преобразователь давления в герметичном металлостеклянном корпусе, с разделительной диафрагмой из нержавеющей стали, передающей давление измеряемой среды посредством кремнийорганической жидкости.

Достоинством чувствительного емкостного элемента является простота конструкции, высокая точность и временная стабильность, возможность измерять

низкие давления и слабый вакуум. К недостатку можно отнести нелинейную зависимость емкости от приложенного давления.

- Тензометрический метод. В настоящее время основная часть датчиков давления в нашей стране выпускаются на основе чувствительных элементов, принципом которых является измерение деформации тензорезисторов, сформированных в эпитаксиальной пленке кремния на подложке из сапфира, припаянной твердым припоем к титановой мембране. Иногда вместо кремниевых тензорезисторов используют металлические: медные, никелевые, железные и др.

Принцип действия тензопреобразователей основан на явлении тензоэффекта в материалах. Чувствительным элементом датчика служит мембрана с тензорезисторами, соединенными в мостовую схему. Под действием давления измеряемой среды мембрана прогибается, тензорезисторный мост меняет свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уитстона. Разбаланс линейно зависит от степени деформации резисторов и, следовательно, от приложенного давления.

- Резонансный метод. Этот принцип используется в датчиках давления на основе вибрирующего цилиндра, струнных датчиках, кварцевых датчиках, резонансных датчиках на кремнии. В основе метода лежит изменение резонансной частоты колеблющегося упругого элемента при деформировании его силой или давлением. Это и объясняет высокую стабильность датчиков и высокие выходные характеристики прибора.

К недостаткам можно отнести индивидуальную характеристику преобразования давления, значительное время отклика, невозможность проводить измерения в агрессивных средах без потери точности показаний прибора. Преимуществом резонансных датчиков является высокая точность и стабильность характеристик, которая зависит от качества используемого материала.

- Индуктивный метод. Основан на регистрации вихревых токов (токов Фуко). Чувствительный элемент состоит из двух катушек, изолированных между собой металлическим экраном. Преобразователь измеряет смещение мембраны

при отсутствии механического контакта. В катушках генерируется электрический сигнал переменного тока таким образом, что заряд и разряд катушек происходит через одинаковые промежутки времени. При отклонении мембраны создается ток в фиксированной основной катушке, что приводит к изменению индуктивности системы. Смещение характеристик основной катушки дает возможность преобразовать давление в стандартизованный сигнал, по своим параметрам прямо пропорциональный приложенному давлению.

Преимуществом такой системы, является возможность измерения низких избыточных и дифференциальных давлений, достаточно высокая точность и незначительная температурная зависимость. Однако датчик чувствителен к магнитным воздействиям, что объясняется наличием катушек, которые при прохождении переменного сигнала создают магнитное поле.

- Ёмкостный метод. Данные преобразователи используют метод изменения емкости конденсатора при изменении расстояния между обкладками. "Сердцем" датчика давления является ёмкостная ячейка. Известны керамические или кремниевые емкостные первичные преобразователи давления и преобразователи, выполненные с использованием упругой металлической мембраны. Ёмкостный метод основан на зависимости изменения электрической ёмкости между обкладками конденсатора и измерительной мембраны от подаваемого давления.

Основными преимуществами ёмкостного метода является защита от перегрузок, также обеспечивается высокая стабильность метрологических характеристик, уменьшение влияния температурной погрешности за счет малого объема заполняющей жидкости непосредственно в ячейке. Недостатком является необходимость дополнительного оборудования или электрической схемы для преобразования емкостной зависимости в один из стандартных выходных сигналов.

- Ионизационный метод. В основе лежит принцип регистрации потока ионизированных частиц. Аналогом являются ламповые диоды. Лампа оснащена двумя электродами: катодом и анодом, — а также нагревателем. В некоторых

лампах последний отсутствует, что связано с использованием более совершенных материалов для электродов. Преимуществом таких ламп является возможность регистрировать низкое давление — вплоть до глубокого вакуума с высокой точностью. Однако следует строго учитывать, что подобные приборы нельзя эксплуатировать, если давление в камере близко к атмосферному. Поэтому подобные преобразователи необходимо сочетать с другими датчиками давления, например, емкостными. Зависимость сигнала от давления является логарифмической.

Преимуществом таких лам является возможность регистрировать низкое давление – вплоть до глубокого вакуума с высокой точностью. Однако следует строго учитывать, что подобные приборы нельзя эксплуатировать, если давление в камере близко к атмосферному. Поэтому подобные преобразователи необходимо сочетать с другими датчиками давления, например, емкостными. Помимо прочего, ионизационные лампы должны оснащаться дополнительными приборами, поскольку зависимость сигнала от давления является логарифмической.

Вывод по разделу:

Проанализировав, первичные преобразователи давления, можно прийти к выводу, что целесообразней было бы использовать датчик на основе тензометрического метода. Данный метод является наиболее подходящим для разрабатываемой системы, так как он обладает достаточной точностью, высокой степенью защиты от агрессивных сред и низкой стоимостью.

## 2 РАЗРАБОТКА ИИС НА ОСНОВЕ ВЫБРАННОГО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

### 2.1 Функциональная и структурная схемы измерительной информационной системы и их описание



Рисунок 2.1 – Функциональная схема ИИС

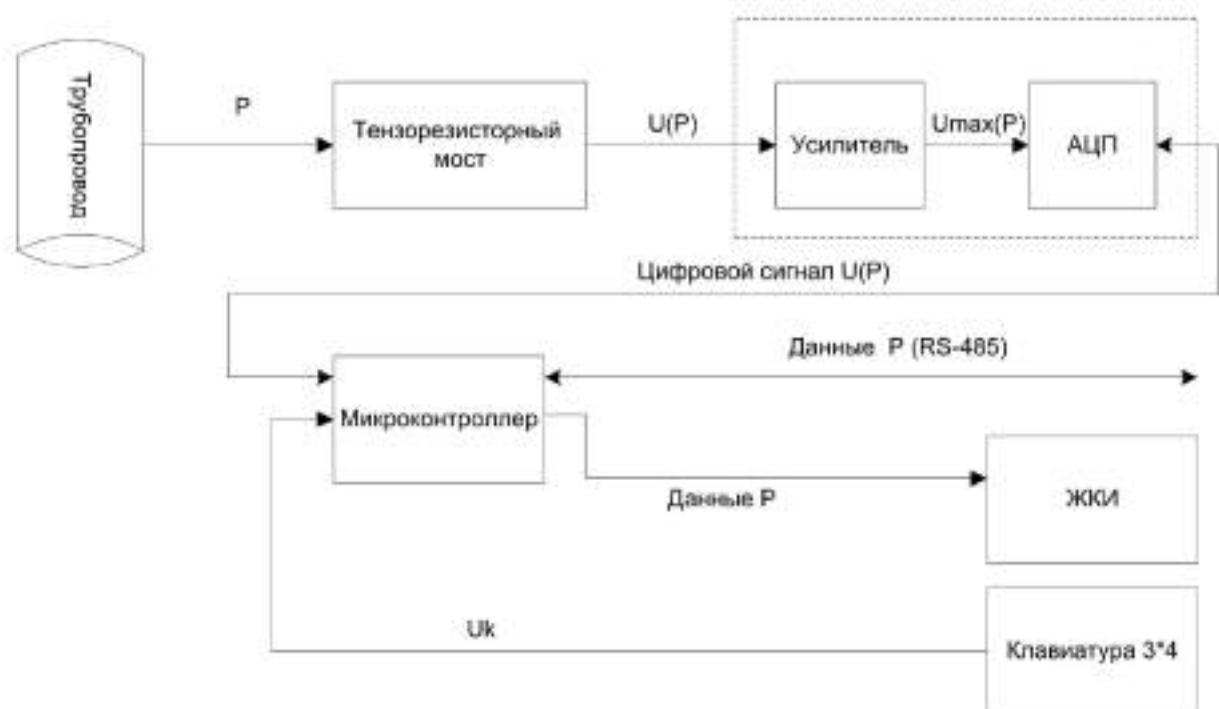


Рисунок 2.2 – Структурная схема ИИС

Алгоритм работы схемы: измеряемый физический параметр технологического вещества (давление) преобразуется первичным преобразователем в электрическую величину (напряжение), поступающую на вторичный преобразователь и аналого-цифровой преобразователь (далее – АЦП). Преобразователь формирует соответствующий цифровой сигнал, поступающий на контроллер, который в свою очередь отправляет оцифрованный сигнал давления посредством интерфейса RS-485 на промышленную сеть. В состав измерительной информационной системы входят клавиатура 3\*4 и жидкокристаллический индикатор (далее – ЖКИ). По нажатию определенных клавиш на клавиатуре на ЖКИ выводится определенное изображение.

В качестве первичного преобразователя был взят датчик давления, на основе тензометрического метода, PT1200-A-20-B-0.5CN1G.

В качестве вторичного преобразователя был задан АЦП AD7714, представляющий собой полнофункциональный аналоговый входной интерфейс для схем измерения низкочастотных сигналов. Компонент принимает на вход слабые сигналы непосредственно от датчика и выдает цифровой результат преобразования в последовательном формате. Для обеспечения разрядности 24 бита без пропуска кодов в нем используется сигма-дельта архитектура. Входной сигнал поступает во входной каскад с программируемым коэффициентом усиления, а затем на аналоговый модулятор. Выходной сигнал модулятора обрабатывается интегрированным цифровым фильтром. Частота первого нуля в характеристике фильтра может изменяться программой при помощи внутреннего регистра управления, что позволяет регулировать частоту среза фильтра и время установления [6].

Компонент имеет три дифференциальных аналоговых входа (которые также можно сконфигурировать как пять псевдодифференциальных входов) и дифференциальный вход опорного напряжения. Таким образом, AD7714 выполняет все необходимые функции аналогового и аналого-цифрового преобразования сигнала в системе, содержащей до пяти каналов. Предлагаемый

диапазон вариантов продукта недавно был дополнен новым вариантом с градацией Y. По сравнению с градацией A вариант с градацией Y имеет расширенный рабочий температурный диапазон, триггеры Шмитта на входах SCLK и DIN, более жесткие спецификации линейности, меньшую потребляемую мощность, а также корпус с меньшими габаритами.

AD7714 идеально подходит для применения в интеллектуальных системах на базе микроконтроллеров или цифровых сигнальных процессоров (DSP). Он имеет последовательный интерфейс, который может быть сконфигурирован для работы в трехпроводном режиме. При помощи последовательного порта пользователь может управлять настройками коэффициента усиления, полярностью сигналов и выбором каналов. AD7714 обеспечивает функции самокалибровки, системной калибровки и фоновой калибровки, а также позволяет пользователю выполнять чтение и запись внутренних калибровочных регистров.

Применяемая в компоненте технология комплементарная структура металл-оксид-полупроводник (далее – КМОП), гарантирует очень низкую рассеиваемую мощность, а в режиме пониженного энергопотребления потребляемая мощность сокращается до уровня 15 мкВт (тип.) при 3 В. Минимальное рабочее напряжение составляет 3 В для градации A и 2.7 В для градации Y. Версия с градацией A выпускается в 24-выводном пластиковом корпусе DIP (dual-in-line package) шириной 0.3 дюйма, 24-выводном корпусе SOIC (small outline) и 28-выводном корпусе SSOP (shrink small outline package). Новая версия с градацией Y выпускается в 24-выводном пластиковом корпусе DIP шириной 0.3 дюйма, 24-выводном корпусе SOIC и 24-выводном корпусе TSSOP (Thin Shrink Small Outline Package).

Особенности и преимущества:

- АЦП с балансировкой заряда.
- Разрядность 24 бита без пропуска кодов.
- Нелинейность 0.0015% дифференциальными или 5

псевдодифференциальными входными сигналами.



- Пятиканальный входной каскад с программируемым усилением.
- Коэффициенты усиления от 1 до 128.
- Может быть сконфигурирован для работы с 3 полностью.
- Трехпроводной последовательный интерфейс.
- Совместим с SPI®, QSPI™, MICROWIRE™ и DSP.
- Напряжение питания 3 В (AD7714-3) или 5 В (AD7714-5).
- Малый потребляемый ток (350 мкА, тип.) и режим пониженного энергопотребления (5 мкА, тип.).
- Низкий шум (<150 нВ, ср.кв.).
- Фильтр нижних частот с программируемой частотой среза.

В качестве выходного интерфейса оптимальным вариантом будет выбрать интерфейс RS-485, так как по сравнению с другими интерфейсами он является более распространенным и обладает достаточными характеристиками для разрабатываемой системы.

Интерфейс RS-485 (другое название – EIA/TIA-485) – один из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи. Физический уровень – это канал связи и способ передачи сигнала (1 уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI). Интерфейс RS-485 – широко распространенный высокоскоростной и помехоустойчивый промышленный последовательный интерфейс передачи данных. Практически все современные компьютеры в промышленном исполнении, большинство интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств, программируемые логические контроллеры наряду с традиционным интерфейсом RS-232 содержат в своем составе ту или иную реализацию интерфейса RS-485. Интерфейс RS-485 основан на стандарте EIA RS-422/RS-485. К сожалению, полноценного эквивалентного российского стандарта не существует, поэтому в данном разделе предлагаются некоторые рекомендации по применению интерфейса RS-485 [7].

Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи витой пары - двух скрученных проводов.



Рисунок 2.3 – Помехозащищенная витая пара

В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно В) - его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0" и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" - отрицательна.

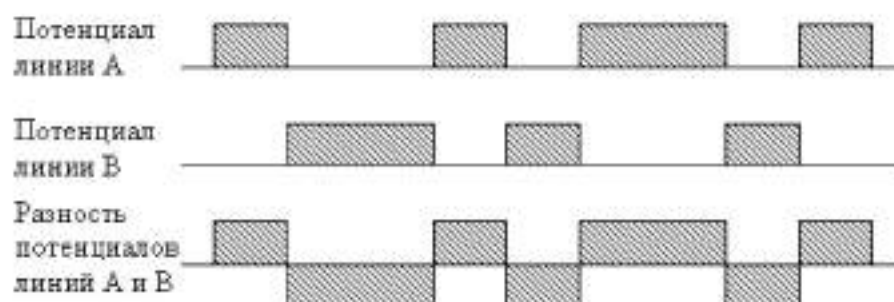


Рисунок 2.4 – Вид сигналов в линии RS-485

Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе. Синфазной называют помеху, действующую на оба провода линии одинаково. К примеру,

электромагнитная волна, проходя через участок линии связи, наводит в обоих проводах потенциал. Если сигнал передается потенциалом в одном проводе относительно общего, как в RS-232, то наводка на этот провод может исказить сигнал относительно хорошо поглощающего наводки общего ("земли"). Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов земли – дополнительный источник искажений. А при дифференциальной передаче искажения не происходит. В самом деле, если два провода пролегают близко друг к другу, да еще перевиты, то наводка на оба провода одинакова. Потенциал в обоих одинаково нагруженных проводах изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений.

Аппаратная реализация интерфейса – микросхемы приемопередатчиков с дифференциальными входами/выходами (к линии) и цифровыми портами (к портам UART контроллера).

RS-485 – полудуплексный интерфейс. Прием и передача идут по одной паре проводов с разделением по времени. В сети может быть много передатчиков, так как они могут отключаются в режиме приема.

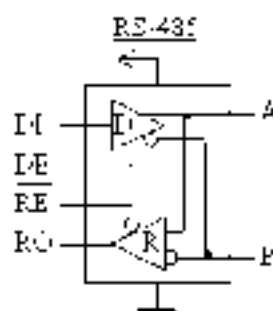


Рисунок 2.5 – Схема приемопередатчика RS-485

Где D (driver) – передатчик;

R (receiver) – приемник;

- DI (driver input) – цифровой вход передатчика;
- RO (receiver output) – цифровой выход приемника;
- DE (driver enable) – разрешение работы передатчика;
- RE (receiver enable) – разрешение работы приемника;
- A – прямой дифференциальный вход/выход;
- B – инверсный дифференциальный вход/выход;

Цифровой выход приемника (RO) подключается к порту приемника UART (RX). Цифровой вход передатчика (DI) к порту передатчика UART (TX). Поскольку на дифференциальной стороне приемник и передатчик соединены, то во время приема нужно отключать передатчик, а во время передачи – приемник. Для этого служат управляющие входы – разрешение приемника (RE) и разрешения передатчика (DE). Так как вход RE инверсный, то его можно соединить с DE и переключать приемник и передатчик одним сигналом с любого порта контроллера. При уровне "0" – работа на прием, при "1" – на передачу.

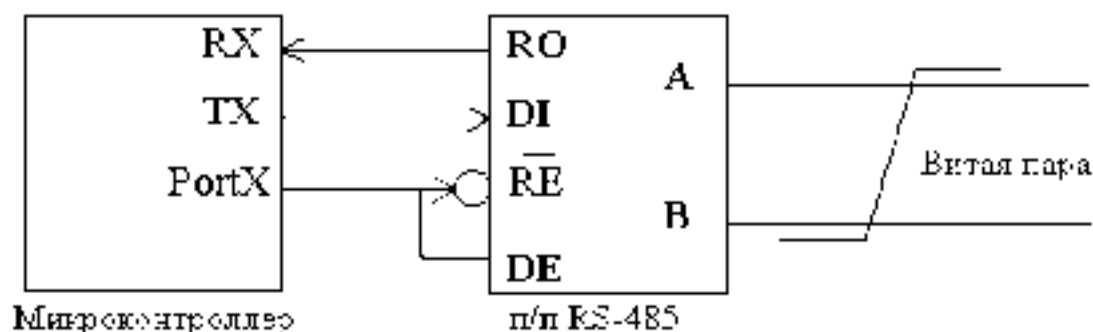


Рисунок 2.6 – Соединение микроконтроллера и приемопередатчика

Приемник, получая на дифференциальных входах (АВ) разность потенциалов (UAB) переводит их в цифровой сигнал на выходе RO. Чувствительность приемника может быть разной, но гарантированный пороговый диапазон распознавания сигнала производители микросхем приемопередатчиков пишут в документации. Обычно эти пороги составляет + 200 мВ. То есть, когда

$U_{AB} > +200$  мВ - приемник определяет "1", когда  $U_{AB} < -200$  мВ - приемник определяет "0". Если разность потенциалов в линии настолько мала, что не выходит за пороговые значения - правильное распознавание сигнала не гарантируется. Кроме того, в линии могут быть и не синфазные помехи, которые исказят столь слабый сигнал.

Все устройства подключаются к одной витой паре одинаково: прямые выходы (А) к одному проводу, инверсные (В) – к другому.

Входное сопротивление приемника со стороны линии (R<sub>AB</sub>) обычно составляет 12 КОм. Так как мощность передатчика не беспредельна, это создает ограничение на количество приемников, подключенных к линии. Согласно спецификации RS-485 с учетом согласующих резисторов передатчик может вести до 32 приемников. Однако есть ряд микросхем с повышенным входным сопротивлением, что позволяет подключить к линии значительно больше 32 устройств.

Максимальная скорость связи по спецификации RS-485 может достигать 10 Мбод/сек. Максимальное расстояние – 1200 м. Если необходимо организовать связь на расстоянии большем 1200 м или подключить больше устройств, чем допускает нагрузочная способность передатчика - применяют специальные повторители (репитеры) [6].

Традиционный интерфейс RS-232 в промышленной автоматизации применяется достаточно редко. Сигналы этого интерфейса передаются перепадами напряжения величиной (3...15) В, поэтому длина линии связи RS-232, как правило, ограничена расстоянием в несколько метров из-за низкой помехоустойчивости. Интерфейс RS-232 имеется в каждом компьютере, где используется в основном для подключения манипулятора типа "мышь", модема, и реже – для передачи данных на небольшое расстояние из одного компьютера в другой. Передача производится последовательно, пословно, каждое слово длиной (5...8) бит предваряют стартовым битом и заканчивают необязательным битом четности и

стоп-битами. Интерфейс RS-232 принципиально не позволяет создавать сети, так как соединяет только 2 устройства (так называемое соединение «точка – точка»).



Рисунок 2.7 – Соединение двух устройств соединением «точка-точка»

Сигналы интерфейса RS-485 передаются дифференциальными перепадами напряжения величиной (0,2...8) В, что обеспечивает высокую помехоустойчивость и общую длину линии связи до 1 км. Кроме того, интерфейс RS-485 позволяет создавать сети путем параллельного подключения многих устройств к одной физической линии (так называемая «мультиплексная шина»).

В обычном персональном компьютере (не промышленного исполнения) этот интерфейс отсутствует, поэтому необходим специальный адаптер-преобразователь интерфейса RS-485/232.



Рисунок 2.8 – Параллельное подключение N устройств к одной физической линии

В качестве контроллера был задан микроконтроллер (далее МК) семейства MSP430F133. Это 16-разрядные микроконтроллеры RISC-архитектуры, с тактовой частотой от 1 до 16 МГц, с развитой периферией и сверхнизким энергопотреблением [8].

В состав микроконтроллеров серии 13х входят следующие устройства:

- Блок генераторов.
- сторожевой таймер.
- Таймер А с 3 регистрами захвата/сравнения и широтно-импульсно модуляционными выходами (далее ШИМвыходы).

- Таймер В с 3 регистрами захвата/сравнения и ШИМвыходами.

- 6 портов ввода/вывода.

- Компаратор.

- 12-ти разрядный АЦП

- Последовательный интерфейс USART0.

Серия включает в себя:

- MSP430F133 (8 кбайт+256 байт флэш, 256 байт ОЗУ).

- MSP430F135 (16 кбайт–256 байт флэш, 512 байт ОЗУ).

В состав микроконтроллеров серии 14х входят следующие устройства:

- Блок генераторов.

- сторожевой таймер.

- Таймер А с 3 регистрами захвата/сравнения и ШИМвыходами.

- Таймер В с 7 регистрами захвата/сравнения и ШИМвыходами.

- 6 портов ввода/вывода.

- Компаратор.

- 12-ти разрядный АЦП.

- Последовательный интерфейс USART0.

- Последовательный интерфейс USART1.

- Аппаратный умножитель.

Таблица 2.1 – Наименование, номера и назначение выводов

Наименование	Номер	Назначение
AVcc	64	Аналоговое питание
AVss	62	Аналоговый корпус
DVcc	1	Цифровое питание
DVss	63	Цифровой корпус
P1.0/TACLK	12	Вход TACLK
P1.1/TA0	13	Таймер А: Вход захвата 0А, выход сравнения 0
P1.2/TA1	14	Таймер А: Вход захвата 1А, выход сравнения 1
P1.3/TA2	15	Таймер А: Вход захвата 2А, выход сравнения 2
P1.4/SMCLK	16	Выход SMCLK
P1.5/TA0	17	Таймер А: выход сравнения 0
P1.6/TA1	18	Таймер А: выход сравнения 1
P1.7/TA2	19	Таймер А: выход сравнения 2
P2.0/ACLK	20	Выход ACLK
P2.1/TAINCLK	21	Таймер А: вход INCLK
P2.2/CAOUT/TA0	22	Таймер А: Вход захвата 0В / выход компаратора
P2.3/CA0/TA1	23	Таймер А: выход сравнения 1 / вход ком-ра
P2.4/CA1/TA2	24	Таймер А: выход сравнения 2 / вход ком-ра
P2.5/Rosc	25	Внешний резистор для внутр. генератора DCO
P2.6/ADC12CLK	26	Вход частоты для АЦП
P2.7/TA0	27	Таймер А: выход сравнения 0
P3.0/STE0	28	Разрешение передавать подчин. USART0/SPI
P3.1/SIM00	29	Вход подч./выход мастера USART0/SPI
P3.2/SOMI0	30	Выход подч./вход мастера USART0/SPI
P3.3/UCLK0	31	Вход f для USART0/SPI или UART, выход - SPI
P3.4/UTXD0	32	Передача данных USART0/UART
P3.5/URXD0	33	Прием данных USART0/UART
P3.6/UTXD1	34	Передача данных USART1/UART
P3.7/URXD1	35	Прием данных USART1/UART
P4.0/TB0	36	Таймер В: вход захвата 0, выход ШИМ 0
P4.1/TB1	37	Таймер В: вход захвата 1, выход ШИМ 1
P4.2/TB2	38	Таймер В: вход захвата 2, выход ШИМ 2
P4.3/TB3	39	Таймер В: вход захвата 3, выход ШИМ 3



Продолжение таблицы 2.1

Наименование	Номер	Назначение
P4.4/TB4	40	Таймер В: вход захвата 4, выход ШИМ 4
P4.5/TB5	41	Таймер В: вход захвата 5, выход ШИМ 5
P4.6/TB6	42	Таймер В: вход захвата 6, выход ШИМ 6
P4.7/TBCLK	43	Вход частоты для таймера В
P5.0/STE1	44	Разрешение передавать подчин. USART1/SPI
P5.1/SIMO1	45	Вход подч./выход мастера USART1/SPI
P5.2/SOMI1	46	Выход подч./вход мастера USART1/SPI
P5.3/UCLK1	47	Вход f для USART1/SPI или UART, выход - SPI
P5.4/MCLK	48	Выход MCLK
P5.5/SMCLK	49	Выход SMCLK
P5.6/ACLK	50	Выход ACLK
P5.7/TboutH	51	Переключение всех выходов ТВ в 3е состояние
P6.0/A0	59	Вход АЦП 0
P6.1/A1	60	Вход АЦП 1
P6.2/A2	61	Вход АЦП 2
P6.3/A3	2	Вход АЦП 3
P6.4/A4	3	Вход АЦП 4
P6.5/A5	4	Вход АЦП 5
P6.6/A6	5	Вход АЦП 6
P6.7/A7	6	Вход АЦП 7
RST-/NMI	58	Вход сброса/вход немаск. прерывания
TCK	57	Вход сигнала программирования
TDI	55	Вход сигнала программирования
TDO	54	Выход сигнала программирования
TMS	56	Вход сигнала программирования
Vref+	10	Вход «+» внешнего опорного напряжения АЦП
Vref+	7	Выход «+» внутреннего опорного напряжения
Vref-/Vref-	11	Вывод «-» для опорных напряжений
XIN	8	Вход резонатора XT1
XOUT/TCLK	9	Выход резонатора XT1/вход тестовой частоты
XT2IN	53	Вход резонатора XT2
XT2OUT	52	Выход резонатора XT2

## 2.2 Расчет элементов измерительной цепи

Резисторы на клавиатуре выбираются исходя из неравенства:

$$(U_{cc} - U_{min}^I) / I_{вых} \gg R1 - R4 \gg (U_{cc} - U_{min}^I) / I_{вх} \quad (2.1)$$

где  $U_{cc}$  – напряжение питания микроконтроллера,

$U_{min}^I$  – минимальное напряжение логической «1» на входе микроконтроллера;

$U_{max}^I$  – минимальное напряжение логического «0» на входе микроконтроллера;

$$(3В - 0,5В) / 1\mu A \gg R1 - R4 \gg (3В - 2,6В) / 4\mu A$$

$$2500 \text{ МОм} \gg R1 - R4 \gg 100 \text{ ом}$$

Выберем оптимальное для работы клавиатуры сопротивление резисторов R1 – R4: C2-33-0,125-100КОм +5%

Переменный резистор R5 необходим для регулировки яркости подсветки дисплея ЖКИ. R5: СП5-16ВА-0,25-10КОм – устанавливается разработчиком при поставке модуля.

Для обеспечения устойчивой работы микросхемы LP2950 рекомендуется применять шунтирующие ёмкости. Для этих целей установлены конденсаторы C3 – C6: К10-17-Н90 - 1мкФ +5%.

Для обеспечения работоспособности микроконтроллера к его входам XT2IN и XT2OUT подключен кварцевый резонатор BQ1: HC-49U 8МГц. Для его стабильной работы применяются шунтирующие ёмкости C1, C2: К53 - 14 – 30 пФ ±5%

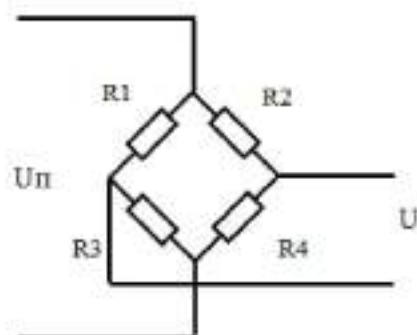


Рисунок 2.9 – Тензорезисторный мост

В случае идеального моста:

$$U = U_{\pi} \cdot \Delta R \cdot (1 + \alpha t) / R \cdot (1 + \alpha t) = U_{\pi} \cdot \Delta R / R \quad (2.2)$$

где R – в данном случае общее сопротивление моста (равно 3 кОм)

$U_{\pi} = 3\text{В}$ ;

$$I = U_{\pi} / R = 3 / 3000 = 1\text{мА} \quad (2.3)$$

$$U = I \cdot \Delta R = 1\text{мА} \cdot 40 \text{ Ом} = 0,04\text{В} \quad (2.4)$$

Расчет коэффициента усиления:

$$K_y = U_{\pi} / U = 75 \quad (2.5)$$

### 2.3 Принципиальная схема и описание ее работы

Сенсор представляет собой мостовую схему из резистивных элементов. Под действием физической величины (давления) резистивное сопротивление подвергается некоторой деформации, что вызывает изменение его сопротивления, а, следовательно, и напряжение которое поступает на входы АЦП, тоже меняется. Изменение сопротивления от давления является линейным.

АЦП преобразует полученное напряжение в соответствующий давлению код, и выдает сигнал готовности (RDY) в микроконтроллер. Микроконтроллер начинает выдавать синхросигналы (SCLK), по которым происходит выдача битов с АЦП (DOUT), начиная со старшего. Программой реализован сдвиг, чтобы информация приняла правильный вид. На вход POL АЦП подан ноль, что означает, что передача бит, происходит по фронту сигнала SCLK. Вход тактовой частоты АЦП (MCLK IN) подключен к выходу микроконтроллера (P5.5), который выдает тактовую частоту 1МГц.

Обмен информацией между МК и АЦП происходит через соответствующий порт МК и вход DIN у АЦП. Перед любой операцией с регистрами (АЦП) надо сначала задать регистр (даже если к нему только что обращались). Сигнал сброса поступает с порта P1.6 микроконтроллера.

На входы микроконтроллера (XT2IN и XT2OUT) подается тактовая частота 4 МГц от резонатора BQ1.

К микроконтроллеру также подключена клавиатура и ЖКИ. Контрастность изображения на ЖКИ задается регулировкой сопротивления R5.

К соответствующим портам МК подключен цифровой интерфейс RS-485, посредством которого может быть осуществлена связь с другим МК (RS-485).

## 2.4 Алгоритм работы микроконтроллера

### 1) Блок инициализация.

Микроконтроллер запускает АЦП, калибрует его и затем ждет окончания преобразования (RDY). Порт P1.6 позволяет произвести сброс АЦП (инициализация АЦП перед началом работы). Микроконтроллер D4 сигналом RESET с выхода P1.6 осуществляет запуск АЦП D1. С выхода P5.5 микроконтроллера на вход АЦП (тактовой частоты) MCLK IN поступает тактовая частота MCLK. Порт P1.4 используется для подачи синхроимпульсов на АЦП. На входы POL, BUFFER и CS АЦП подан логический ноль (замкнуты на корпус), на входы SYNC, STANDBY и подана логическая единица (+3в).

### 2) Прием сигнала.

Через порт P1.0 производится проверка готовности АЦП. На дифференциальные входы (AIN1, AIN2) сигма-дельта АЦП (D1) поступает напряжение с тензорезисторного моста (вилка для подключения XP1). С помощью микроконтроллера производится управление АЦП: осуществляется выбор канала для преобразования (AIN1, AIN2, UREF+), калибровка АЦП, прием и передача данных с АЦП (по порту P1.5 микроконтроллера).

### 3) Оцифровка сигнала.

АЦП преобразует измеренное напряжение в код, для последующей передачи этого кода на микроконтроллер (D4).

### 4) Анализ и обработка данных.

Когда преобразование готово микроконтроллер считывает код, полученный на АЦП, затем преобразует его в величину напряжения. Код, полученный АЦП микроконтроллер считывает (через вход P1.5) с выхода DOUT АЦП.

### 5) Передача данных по интерфейсу RS-485 и вывод на ЖКИ.

Передача данных по интерфейсу RS-485 программой осуществляется посредством прерывания. После получения кода микроконтроллером происходит

опрос клавиатуры: в зависимости от нажатой на клавиатуре кнопки, на ЖКИ выводится определённый символ.

6) Ожидание команды «СТОП».

При поступлении команды о завершении измерения, МК перестает подавать сигналы считывания данных на АЦП (по порту P1.5 микроконтроллера).

При продолжении измерения производится очистка и сброс внутренних регистров. Через порт P1.6 МК произвести сброс АЦП. Выполнение алгоритма продолжается с пункта 2 «прием сигнала».

Вывод по разделу:

Разработаны функциональная, структурная и принципиальная схемы ИИС. Приведено описание работы разработанных схем. Произведен расчет параметров электрических элементов принципиальной схемы.

### 3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ

#### 3.1 Расчёт себестоимости. Определение оптовой цены

Расчет себестоимости устройства можно осуществить с помощью расчетно-аналитического метода. Его суть сводится к тому, что прямые затраты на единицу продукции определяются путем нормативного расчета себестоимости проектируемого устройства по статьям калькуляции. По существующей классификации затрат принят следующий состав статей калькуляции [9]:

- Сырье и материалы.
- Возвратные отходы.
- Покупные комплектующие изделия.
- Основная заработная плата производственных рабочих.
- Дополнительная заработная плата производственных рабочих.
- Отчисления на социальные нужды с заработной платы производственных рабочих.
- Расходы на подготовку и освоение производства.
- Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и социальные расходы.
- Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.
- Цеховые расходы.
- Общезаводские расходы.
- Прочие производственные расходы.

Затраты на основные материалы, расходуемые в нашем случае на изготовление печатного узла. В таблице 3.1 представлен расход материалов на расчетную плату.

Таблица 3.1 Расход материалов

Наименование материалов	Ед. Изм	Норма расх на 1 изд.	Цена на ед. измер	Стоимость материалов, руб
Стеклотекстолит	Кг	0,12	62	7,44
Припой	Кг	0,015	153	2,3
Флюс	Кг	0,003	51	5
Лак	Кг	0,018	23	0,5
Спирт	Кг	0,02	32	0,64
Хлористое железо	Кг	0,03	10	0,3
<b>Итого:</b>				<b>16,18</b>

В калькуляцию включается стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов.

Получаем:  $16,18 \cdot 0,03 = 4,85$  руб.

Итого:  $16,18 + 4,85 = 21,03$  руб

Возвратные отходы, считаем, что они составляют 1% от стоимости материалов:

$21,03 \times 0,01 = 0,21$  руб.

Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги кооперирующихся предприятий.

Эта статья включает в себя затраты на приобретенные готовые изделия и полуфабрикаты.



Составим таблицу для расчета стоимости покупных комплектующих изделий:

Таблица 3.2 Стоимость комплектующих

Наименование, тип элемента	Кол-во шт	Цена, За 1 шт руб
Датчик давления, PFI200-A-20-B-0.5CNI6	1	2750
ЖКИ, DV-16100NRT/R	1	640
Кварцевый резонатор, HC-49U -8 МГц	1	15
Конденсатор, К53 - 14 – 33 пФ + 5%	2	20
Конденсатор, К10-17-Н90 1 мкФ + 5%	4	110
Резистор, С2 -33 - 0.125 - 100 кОм	4	3
Резистор, СП5 -16ВА - 0.25 - 10 кОм	1	61
Матричная клавиатура 3*4	1	100
Соединитель, PLS-4	2	5
АЦП, AD7714	1	1200
Стабилизатор напряжения, LP2950	2	50
Микроконтроллер, MSP430F133	1	930
Адаптер интерфейса RS-485, MAX3471	1	300
Итого:	22	6598

Транспортно-заготовочные расходы составляют 5% от общей стоимости комплектующих изделий:

$$6598 \times 0,05 = 329,9 \text{ руб.}$$

$$\text{Итого: } 6598 + 329,9 = 6927,9 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату как производственных рабочих и других категорий работников за работу, непосредственно связанную с изготовлением продукции определяется прямым путем по формуле:

$$Z_n = Z_T + Z_n \quad (3.1)$$

где  $Z_T$  – заработная плата по тарифу

$Z_n$  – доплаты по сдельно и повременно-премиальным системам (20%)

$$Z_T = \sum_{i=1}^n t_i C_{1i} K_{пр i} \quad (3.2)$$

где  $t_i$  – трудоёмкость  $i$ -ой операции (виды работ);

$C_{11}$  – тарифная ставка первого разряда;

$K_{пр*i*}$  – тарифный коэффициент, соответствующий разряду работ по  $i$ -ой операции.

$n$  – количества видов работ (операций)

Тарифная ставка для первого разряда:

$$C_{11} = 100,8 \text{ руб/час.}$$

Тарифный коэффициент для третьего разряда:

$$K_{пр3} = 1,33.$$

Тарифный коэффициент для четвёртого разряда:

$$K_{пр4} = 1,5.$$

Таблица 3.3 – Заработная плата производственных рабочих

Наименование деталей (узлов)	Кол-во деталей	Наименование операций	Разряд работы	Норма времени		Часовая тарифн. ставка руб/час	ЗП руб
				Деталь/час	Изделие/час		
Печатная плата	1	Сверление отверстий	4	0,2	0,8	151,2	120,96
		Травление	3	0,1	0,2	134,06	26,812
		Металлизация и трассировка	4	0,3	0,6	151,2	90,72
		Покрывание лаком	3	0,5	1	134,06	134,06
		Сборка	3	0,2	0,8	134,06	107,25
Установочный набор ЭРЭ	1	Монтаж	3	0,5	1	134,06	134,06
		Электр. проверка	4	0,01	0,02	151,2	3,024
Печатный узел	1	Проверка	4	-	0,05	151,2	7,56
Изделие	1	Регулировка	4	-	0,5	151,2	75,6
		Контроль ОТК	4	-	0,8	151,2	120,96
<b>Итого:</b>							<b>821</b>

В дополнительную заработную плату производственных рабочих входят выплаты за очередные и дополнительные отпуска, перерывы в работе кормящих матерей и т.д.

$$З_{д} = 0,2 \times 821 = 164,2 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование принимаются в размер 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы рабочих:

$$З_{oc} = 0,3 \times (З_о + З_{д}) = 0,3 \times (821 + 164,2) = 295,56 \text{ руб.} \quad (3.3)$$

Расходы на освоение и подготовку производства в процентах от основной заработной платы производственных рабочих 40 - 60%:

$$P_{п} = 0,5 \times 821 = 410,5 \text{ руб.}$$

Расходы на износ инструмента и приспособлений целевого назначения и специальные расходы. Для серийного производства, специализированного на выпуске данной продукции, эти расходы составляют 25 % от основной заработной платы производственных рабочих:

$$P_{и} = 0,25 \times 821 = 205,25 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования составляют 40 % от основной заработной платы:

$$P_{с} = 0,4 \times 821 = 328,4 \text{ руб.}$$

Цеховые расходы принимаем равными 120 % от основной заработной платы:

$$P_{ц} = 1,2 \times З_о = 1,2 \times 821 = 985,2 \text{ руб.} \quad (3.4)$$

Общезаводские расходы принимаем равными 50 % от основной заработной платы:

$$P_{оз} = 0,5 \times 821 = 410,5 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость:

$$C_{п} = P_{м} + B_{отх} + C_{и} + З_о + З_{д} + З_{oc} + P_{п} + P_{и} + P_{с} + P_{ц} + P_{оз} \quad (3.5)$$

$$C_1 = 21,03 + 6598 + 329,9 + 821 + 164,2 + 295,56 + 410,5 + 205,25 + 328,4 + -985,2 - 410,5 = 10569,5 \text{ руб.}$$

Оптовая цена изделия, обеспечивающая возмещение издержек предприятия-изготовителя и получение прибыли не ниже отраслевой нормы по аналогичной продукции:

$$C_2 = C_1 (1 + П/100) \quad (3.6)$$

где П – плановый процент прибыли (П=14%)

$$C_2 = 10569,5 (1 + 0,14) = 12049,3 \text{ руб.}$$

Плановая прибыль:

$$C_3 = C_2 - C_1 = 12049,3 - 10569,5 = 1479,8 \text{ руб.} \quad (3.7)$$

### 3.2 Расчёт эксплуатационных расходов

Затраты на капитальный ремонт:

$$C_k = \frac{H_p \cdot C_2 (1 + K_{ка})}{100} \quad (3.8)$$

$$K_{ка} = 0,1;$$

$H_p$  – норма затрат на капремонт;

$$H_p = 1,8 \text{ \%}$$

$$C_k = \frac{1,8 \cdot 13254,23}{100} = 238,58 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу:

В данном разделе произведен расчет стоимости компонентов прибора. заработная плата рабочего, изготавливающего цифровой датчик давления.

## 4 РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе рассматриваются условия эксплуатации, при которых будет обеспечиваться нормальное функционирование технических средств теплового пункта, факторы, влияющие на безопасность его работы и повышение уровня безопасности жизнедеятельности трудящихся на производстве.

### 4.1 Источники негативных факторов влияющих на оператора

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 "Классификация вредных и опасных производственных факторов", предусмотрена следующая классификация опасных и вредных производственных факторов [10]:

1. физические;
2. химические;
3. биологические;
4. психофизиологические.

Производственная среда — это часть техносферы, обладающая повышенной концентрацией негативных факторов. Основными носителями травмирующих и вредных факторов в производственной среде являются машины и другие технические устройства, химически и биологически активные предметы труда, источники энергии, нерегламентированные действия работающих, нарушения режимов и организации деятельности, а также отклонения от допустимых параметров микроклимата рабочей зоны. Травмирующие и вредные факторы подразделяют на физические, химические, биологические и психофизиологические.

Физические факторы — повышенная температура поверхностей оборудования; повышенная температура воздуха рабочей зоны.

Высокие температуры оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека. Работа в условиях высокой температуры сопровождается интенсивным

потоотделением, что приводит к обезвоживанию организма, потере минеральных солей и водорастворимых витаминов, вызывает серьезные и стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличивает частоту дыхания, а также оказывает влияние на функционирование других органов и систем – ослабляется внимание, ухудшается координация движений, замедляются реакции и т.д.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, при этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается. Однако при температурах окружающего воздуха и поверхностей оборудования и помещений 30 – 35°С отдача теплоты конвекцией и излучением в основном прекращается. При более высокой температуре воздуха большая часть теплоты отдается путем испарения с поверхности кожи. В этих условиях организм теряет определенное количество влаги, а вместе с ней и соли, играющие важную роль в жизнедеятельности организма. Поэтому в горячих цехах рабочим дают подсоленную воду.

Термические ожоги чаще всего возникают в результате контакта с горячими поверхностями производственного оборудования, соприкосновения с горячими или раскаленными предметами или продуктами производства, нагретыми жидкостями, воздействия открытого огня, горячих газов (например, перегретого водяного пара), искр и брызг расплавленного металла, расплавов различных материалов.

Основным источником вредных факторов приходящихся на оператора является тепловое излучение: нагретые металлические части исполнительных механизмов и рабочих органов.

## 4.2 Электробезопасность

Электричество широко применяется во всех отраслях народного хозяйства, в быту, в медицине и т.д. Поэтому вопросам электробезопасности нужно уделять большое внимание. Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей.

Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, (что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей [11].

Механические повреждения являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и

нервной ткани, вывихи суставов и даже переломы костей. Механические повреждения возникают очень редко [11].

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Различают следующие четыре степени ударов: I – судорожное сокращение мышц без потери сознания; II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

- Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

- Появление напряжения на конструктивных металлических частях электрооборудования – корпусах, кожухах и т.п. – в результате повреждения изоляции и других причин.

- Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки.

- Возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Основными мерами защиты от поражения током являются:

- Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения.

- Электрическое разделение сети.

- Устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции,



выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и др.

- Применение специальных электробезопасных средств – переносных приборов и приспособлений.

- Организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением и др.

Электрическое разделение сети – это разделение электрической сети на отдельные электрические не связанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов. В результате изолированные участки сети обладают большим сопротивлением изоляции и малой емкостью проводов относительно земли, за счет чего значительно улучшаются условия безопасности.

Применение малого напряжения. При работе с переносным ручным электроинструментом – дрелью, гайковертом, зубилом и т.п., а также ручной переносной лампой человек имеет длительный контакт с корпусами этого оборудования. В результате для него резко повышается опасность поражения током в случае повреждения изоляции и появления напряжения на корпусе, особенно, если работа производится в помещении с повышенной опасностью, особо опасном или вне помещения.

Для устранения этой опасности необходимо питать ручной инструмент и переносные лампы напряжением не выше 42 В.

Кроме того, в особо опасных помещениях при особенно неблагоприятных условиях (например, работа в металлическом резервуаре, работа сидя или лежа на токопроводящем полу и т.п.) для питания ручных переносных ламп требуется еще более низкое напряжение – 12 В.

Двойная изоляция – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. Рабочая изоляция предназначена для изоляции токоведущих частей электроустановки. Обеспечивая ее нормальную работу и

защиту от поражения током. Дополнительная изоляция предусматривается дополнительно к рабочей для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции. Двойную изоляцию широко применяют при создании ручных электрических машин. При эксплуатации таких машин заземление их корпусов не требуется [12].

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением [13].

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании на корпус.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленного оборудования.

В процессе эксплуатации электроустановок нередко возникают условия, при которых даже самое совершенное их выполнение не обеспечивает безопасности работающего и требуется применение специальных средств защиты. Например, при работах вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, существует опасность прикосновения к этим частям, и поэтому требуется специальная изоляция инструмента и работающего; при работах на отключенных токоведущих частях – шинах, проводах и т.п. – имеется опасность случайного появления напряжения на них, поэтому должны быть приняты меры, исключающие ошибочную подачу напряжения к месту работ и вместе с тем устраняющие опасность поражения током работающих в случае включения электроустановки под напряжение.

Таковыми средствами защиты, дополняющими стационарные конструктивные защитные устройства электроустановок, являются переносные приборы и приспособления, служащие для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения током, от воздействия электрической дуги, продуктов горения, падения с высоты и т.п.

Средства защиты условно делятся на три группы: изолирующие, ограждающие и предохранительные.

Среди всех средств защиты особое место занимают электрозащитные средства, служащие для защиты от поражения током; к ним относятся все изолирующие средства защиты и часть ограждающих средств.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

Основные изолирующие электрозащитные средства способны длительное время выдерживать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, и работать на этих частях.

Дополнительные изолирующие электрозащитные средства обладают недостаточной прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться.

Изолирующие штанги предназначены для отключения и включения однополюсных разъединителей, для наложения переносных заземлений, для производства измерений на токоведущих частях, находящихся под напряжением и других подобных работ.

Изолирующие клещи применяют при обслуживании находящихся под напряжением трубчатых предохранителей.

Электроизмерительные клещи являются переносными приборами, они служат для измерения силы тока и других электрических величин в работающей установке.

Резиновые диэлектрические перчатки, галоши, боты и коврики как дополнительные электротехнические средства применяют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств. Кроме того, перчатки используют как основное изолирующее защитное средство при работах под напряжением до 1000 В, а галоши и боты – в качестве средства защиты от шаговых напряжений.

Изолирующие подставки применяют в качестве изолирующего основания.

Ограждающие средства защиты предназначены, для временного ограждения токоведущих частей (временные переносные ограждения-щиты, ограждения клетки, изолирующие накладки, изолирующие колпаки); для предупреждения ошибочных операций (предупредительные плакаты); для временного заземления отключенных токоведущих частей с целью устранения опасности поражения работающих током при случайном появлении напряжения (временные заземления).

Предохранительные средства защиты предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий. К ним относятся защитные очки, противогазы, специальные рукавицы и т.п.

Исправность средств защиты должна проверяться осмотром перед каждым их применением, а также периодически через 6-12 месяцев. Изолирующие электротехнические средства, а также накладки и колпаки периодически подвергаются электрическим испытаниям

#### 4.3 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами.

Пожарная профилактика предусматривает соблюдение противопожарных правил, правильную эксплуатацию оборудования, запрещение курения в неустановленных местах и т.д [14].

На случай крупного пожара имеется план эвакуации из здания с указанием кратчайших путей эвакуации. Должны быть назначены лица ответственные за пожарную безопасность помещения.

Помещение оборудовано датчиками пожарной сигнализации, которые извещают дежурный персонал здания в случае возникновения пожара.

Вывод по разделу:

Принятие предложенных мер позволит улучшить и обезопасить условия труда операторов, снизить риск возникновения заболеваний и смертей, а также повысить производительность труда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка измерительной информационной системы для контроля давления в диапазоне 0 – 1,6МПа в трубопроводах систем теплоснабжения на примере котельной с котлоагрегатом КВГМ-100.

- Задачи, поставленные для достижения цели ВКР, выполнены.
- Оптимальным решением для технической реализации первичного преобразователя измерительной информационной системы является использование тензорезистивного датчика.
- Разработанная измерительная информационная система соответствует требованиям задания.
- Оценена экономическая целесообразность системы: полная себестоимость 10569,5 рублей, плановая прибыль – 1479,8 рублей.
- Оценена безопасность системы.

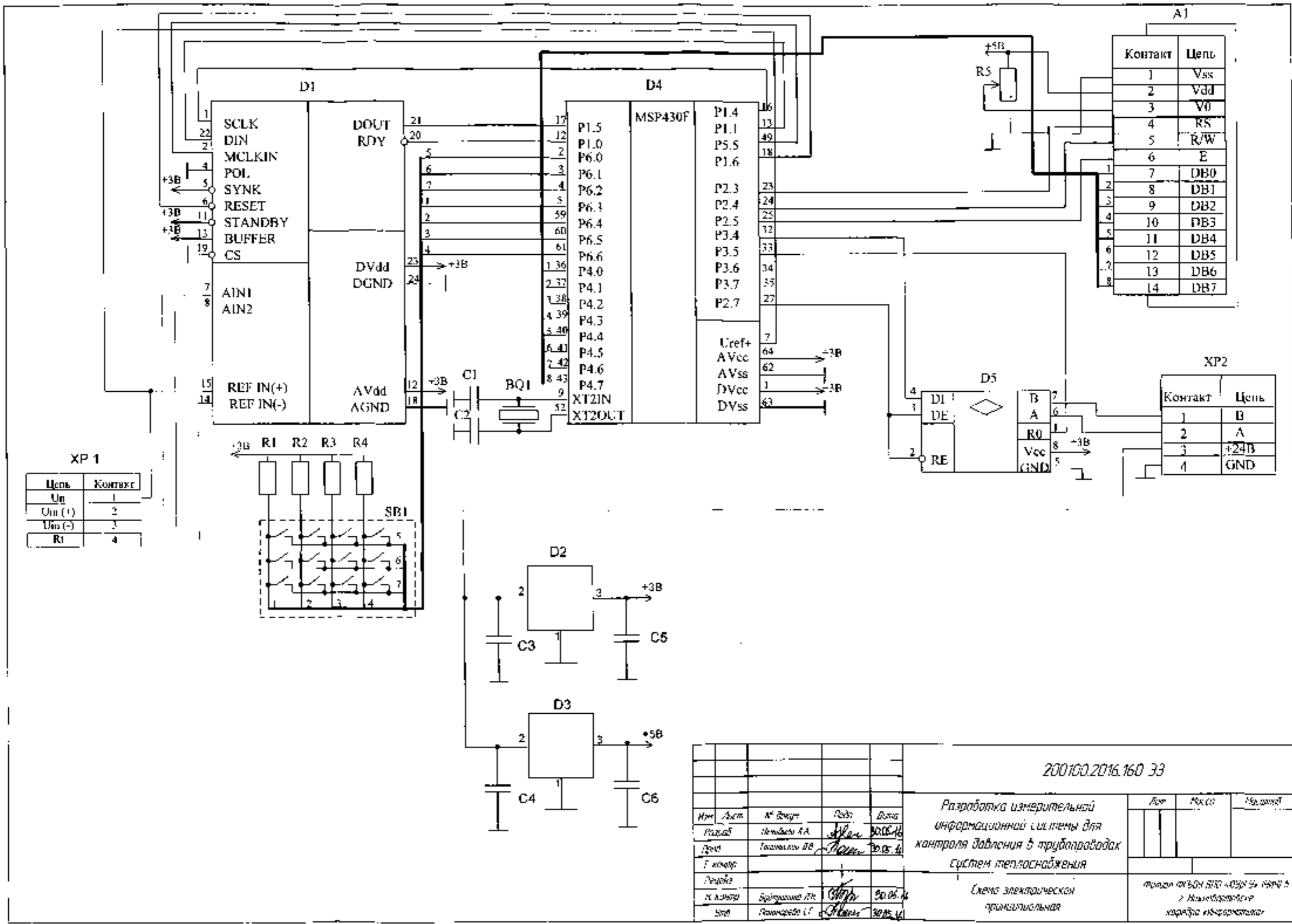
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихомиров, А.М. Теплоснабжение: конспект лекций / А.К. Тихомиров. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. – 120 с.
2. Рубичев, Н.А. Измерительные информационные системы: учебное пособие / Н.А. Рубичев. – М.: Дрофа, 2010. – 334с.
3. Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы : учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Г.Г Раннев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.
4. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». – 3-е изд., перераб. – М.: «Энергия», 1978. – 704 с.
5. Иванова, Е.В. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие / Ю.К. Атрошенко, Е.В. Иванова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –151 с.
6. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528 с.
7. Яшкардин, В.Л. RS-485 – стандарт передачи данных по последовательному симметричному каналу. – М.: SoftElectro, 2009. – 17 с.
8. Семенов, Б.Ю. Микроконтроллеры MSP430: первое знакомство / Б.Ю. Семенов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 128 с.
9. Самошилова, Г.М. Экономика: учебное пособие (для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неэкономическим направлениям) / Г.М. Самошилова, М.Ю. Маковецкий – Омск.: изд. ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2012. – 388 с.
10. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 3 с.

11. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. I. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 132 с.
12. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. III. Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 156 с.
13. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. II. Заземление электроустановок: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 140 с.
14. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями). – <http://goo.gl/ELnnNj>. – 51 с.
15. Магда, Ю. С. Программирование последовательных интерфейсов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 304 с.
16. Музалевская, Г.Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов: Учебное пособие. - М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 148 с.
17. Голомедов, А.В. Справочник. Полупроводниковые приборы: диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры / А.В. Голомедов. – М.: «Радио и связь», 1989. – 528 с.
18. Четвертков, И.И. Справочник по электрическим конденсаторам / М.Н. Дьяконов, В.И. Карабанов, В.И. Присняков и др.; Под общ. ред. И.И. Четверткова и В.Ф. Смирнова. – М.: Радио и связь, 1983. – 576 с.
19. Четвертков, И.И. Справочник. Резисторы / Ю.Н. Андреев, А.И. Антонян, Д.М. Иванов и др.; Под ред. И.И. Четверткова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 352 с.
20. СТО ЮУрГУ 04-2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА



Контакт	Цепь
1	Vss
2	Vdd
3	V0
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7

Контакт	Цепь
1	B
2	A
3	+24B
4	GND

Цепь	Контакт
Un	1
Un (+)	2
Un (-)	3
R1	4

200100.2016.160 33								
Изм.	Авт.	№ докум.	Дата	Взам.	Разработка измерительной информационной системы для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения  Схема электрическая принципиальная	Лист	Мас.ст.	Мас.шт.
Разраб.	Иванов И.А.	Иванов И.А.	30.05.16	Иванов И.А.				
Проф.	Ткачев И.В.	Ткачев И.В.	30.05.16	Ткачев И.В.				
Т.контр.								
Лектор								
Н.эксп.	Борисов И.И.	Борисов И.И.	30.05.16	Борисов И.И.				
Экз.	Григорьев И.Г.	Григорьев И.Г.	30.05.16	Григорьев И.Г.				
					Титов И.В. ИИО «ОЭН» ФГУП «НИИ А» г. Новосибирск кафедра «Информатика»			

По обозн	Наименование	Кол	Примечание
	<u>Индикаторы</u>		
A1	БУ-16100MPT/A Аналоговый-цифровой ЖИИ	1	
	<u>Кварцевый резонатор</u>		
B01	КС-49U - В Мгц	1	
	<u>Конденсаторы</u>		
C1, C2	К53 - 14 - 30 нФ ± 5%	2	
C3-C6	К10-17-1190 - 1 мкФ ± 5%	4	
	<u>Микропроцессы</u>		
D1	AD7714	1	
D2, D3	LP2950	2	
D4	MSP430F133	1	
D5	MAX3471	1	
	<u>Резисторы</u>		
R1-R4	C2-33-0.125 - 100 кОм	4	
R5	С15-1618A-0.25 - 10 кОм	1	
	<u>Клавиатура</u>		
S31	Матричная клавиатура 3*4	1	
	<u>Соединители</u>		
XP1-XP2	PLS-4	2	

200.00.2016.160 ПЗ

Имя	Фамилия	И.О. Отчество	Подпись	Дата
Разработ	Кембур А.В.		<i>Кембур</i>	30.08.16
Эксперт	Поповичев Р.Р.		<i>Поповичев</i>	30.08.16
Тестиров				
И.И. Контроль	Бурдукова Л.В.		<i>Бурдукова</i>	30.08.16
Исполнитель	Поповичев Р.Р.		<i>Поповичев</i>	30.08.16

Разработка измерительной информационной системы для контроля давления в трубопроводах систем теплоснабжения

Лист	Листов	Листов
	55	64

Филиал ФГБУ ВНИИ «ВНИИ Э» (ИНИЭ) в г. Нижневартовске кафедры «Информатика»

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. АЛГОРИТМ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

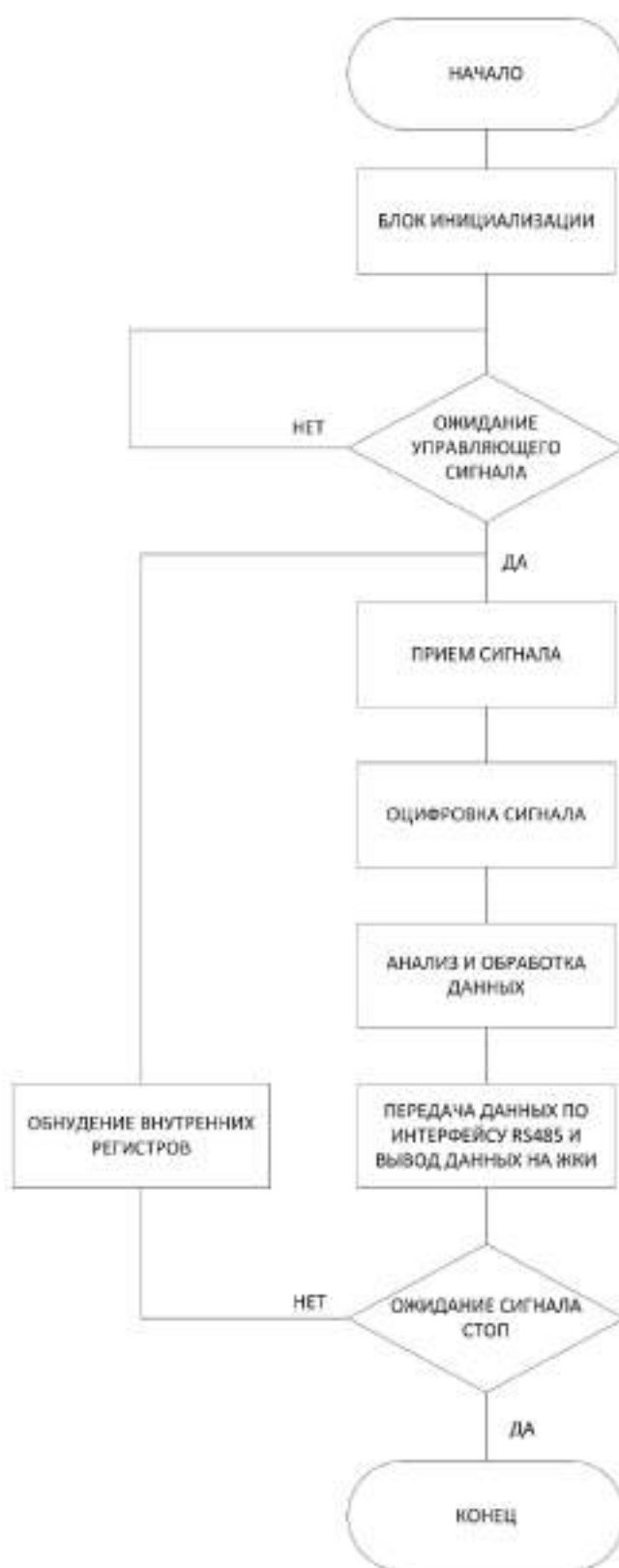


Рисунок Б.1 – Алгоритм работы микроконтроллера



```

48 P2OUT|=BIT7;// Подаем сигнал DE и RE на прием RS485
49 UBR00=0xA1; // При частоте 1 МГц и скорости передачи 2400 бод UBR=417
50 UBR01=0x1;
51 UMCTL0=0x6b;
52 UTCTL0=BIT5+BIT6; //SMCLK
53 UCTL0=BIT4+BIT5; // 8бит данных + разр.работу интерфейса
54 IE1|=URXIE0;//Разрешение прерывания на прием (INT)
55 ME1=URXE0;//разрешение работы на прием кода
56 _EINT(); // разрешение прерывания
57 while(1) // ****Основной цикл программы****
58 {regob=20; // запись в регистр обмена 00010100b(канал, регистр режима)
59 ASD();
60 regob=56;// запись в регистр режима 00111000b автокалибровка нуля и
диапазона и усиление на 64
61 ASD();
62 for (klbr=0;klbr<30;klbr++)
63
64 {ADC12CTL0|=ENC;//Разрешение преобразования
65 ADC12CTL0|=ADC12SC;// сигнал выборки/преобразования
66 while ((ADC12CTL1&1)==1);//Выполнять пока преобразование не готово
67 Nt=ADC12MEM0;// В Nt результат (код от измерения окр.среды)
68
69 regob=92; //01011100 1,2 канал + регистр данных
70 ASD();
71
72 // ожидание фронта бита RDY
73 while ((P1IN&BIT0)==0); //Считывать пока не 1
74 while ((P1IN&BIT0)==1); // опрос вывода RDY
75
76 // чтение данных с вывода DOUT
77 for(s=0;s<16;s++)
78 {
79 P1OUT&=~BIT4; // обнуление P1.4 (Формирование SCLK)
80 P1OUT|=BIT4; // установка P1.4
81 // Считывание бита данных и запись его в переменную s
82 if ((P1IN&BIT5)==0)
83 Nu&=~BIT0; // установка 1 бита;
84 else Nu|=BIT0; // обнуление 1 бита
85 if (s!=15)
86 Nu=Nu<<1; // сдвиг влево
87 }
88 // изменение сопротивления сенсора от давления
89
Nr=a0+a1*Nu+a2*Nu*Nu+a3*Nu*Nu*Nu+a4*Nt+a5*Nt*Nt+a6*Nu*Nt+a7*Nu*Nu*Nt+a8*Nu*Nt*Nt+a9
*Nu*Nu*Nt*Nt;
90 // код давления от кода Nr
91 Np=b0+b1*Nr+b2*Nr*Nr+b3*Nr*Nr*Nr;
92
93 // Опрос клавиатуры
94 P6OUT&=~BIT0; // Посылаем запрос
95 //Считываем данные с порта
96 if ((P6IN&8)==0)//Если нажата кнопк
97 {for (s=0;s<100000;s++); //Защита от дребезга

```

```

98 if ((P6IN&8)==0)// Если кнопка снова нажата
99 { //Вывод на ЖКИ одного значения
100 P2OUT&=~BIT3; //Сигнал RS - команда
101 P2OUT&=~BIT4; //Сигнал R/W - запись
102 P4OUT=BIT0; //очистка дисплея и установка знакоместа
103 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
104 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
105 LCD();
106 //Установка знакоместа
107 P2OUT&=~BIT3;//Сигнал RS - команда
108 P4OUT=BIT7+BIT5+BIT3+BIT2;// Устанавливаем знакоместо
109 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
110 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
111 LCD();
112 //Запись данных
113 P2OUT|=BIT3;//Сигнал RS - данные
114 P4OUT=BIT6+BIT4+BIT2;//Данные
115 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
116 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
117 LCD();
118 }
119 }
120 if ((P6IN&16)==0)//Если нажата кнопка
121 { for (s=0;s<100000;s++); //Защита от дребезга
122 if ((P6IN&16)==0)// Если кнопка снова нажата
123 { //Вывод на ЖКИ другого значения
124 P2OUT&=~BIT3; //Сигнал RS - команда
125 P2OUT&=~BIT4; //Сигнал R/W - запись
126 P4OUT=BIT0; //очистка дисплея и установка знакоместа
127 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
128 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
129 LCD();
130 //Установка знакоместа
131 P2OUT&=~BIT3;//Сигнал RS - команда
132 P4OUT=BIT7+BIT6+BIT4+BIT3;// Устанавливаем знакоместо
133 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
134 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
135 LCD();
136 //Запись данных
137 P2OUT|=BIT3;//Сигнал RS - данные
138 P4OUT=BIT5+BIT3+BIT1;//Данные
139 P2OUT|=BIT5; //Разрешение записи
140 P2OUT&=~BIT5;//Снятие сигнала разрешения
141 LCD();
142 }
143 }
144 }
145 }
146 }
147 //UART0 RS485
148 interrupt [UART0RX_VECTOR] void UART0RX_ICR (void)// Прерывание приема
149 {
150 if (RXBUF0==1) // Если приняли 1 то передавать

```

```

151 int i;
152 int i;
153 int i;
154 int i;
155 int i;
156 int i;
157 int i;
158 int i;
159 int i;
160 int i;
161 int i;

```

Source file: d:\asm\asm\asm\asm.c

Project: none

Message: none

Code size: 1472

Constant size: 28

Static variable size: 100