

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

Кафедра «Информатика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

РЕЦЕНЗЕНТ

И.о.г.л.инженера ООО «Синтегма»

И.о.зав.кафедрой «Информатика»

к.т.н, доцент

/Р.М.Насыров

/ Н.И.Юмагулов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Разработка измерительной информационной системы  
нефтяной промышленности на основе агрегатного  
комплекса средств электроизмерительной техники**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-12.03.04.2017.140.ПЗ ВКР

Консультанты

Экономическая часть

к.э.н., доцент

/А.В.Прокопьев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

/ Д.В.Топольский /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Безопасность жизнедеятельности

к.т.н., доцент

/ Н.И.Юмагулов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Автор работы

обучающийся группы НвФл-431

/ М.В. Коробейников/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Нормоконтролер

старший преподаватель

/Л.Н. Буйлушкина/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

## АННОТАЦИЯ

Коробейников М.В. Разработка измерительной информационной системы нефтяной промышленности на основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники. – Нижневартовск: филиал ЮУрГУ, Информатика: 2017, 64 с., 16 ил., 4 табл., библиогр. список – 21 наим., 1 прил.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка измерительной информационной системы нефтяной промышленности на основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- провести аналитический обзор информационных измерительных систем;
- разработать функциональную схему информационной измерительной системы и дать описание ее работы;
- разработать принципиальную электрическую схему информационной измерительной системы и дать описание ее работы;
- рассчитать параметры элементов принципиальной электрической схемы и составить перечень элементов;
- рассчитать экономическую часть;
- провести анализ БЖД.

					<b>12.03.01.2017.140.ПЗ</b>			
<b>Изм</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>	<i>Разработка измерительной информационной системы нефтяной промышленности на основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разработал</i>	<i>Коробейников М.В.</i>					22	6	92
<i>Проверил</i>	<i>Топольский Д.В.</i>					<i>Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Нижневартовске кафедра «Информатика»</i>		
<i>Рецензент</i>	<i>Насыров Р.М.</i>							
<i>Н.контр.</i>	<i>Буйлушкина Л.Н.</i>							
<i>Утвердил</i>	<i>Юмагулов Н.И.</i>							



## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

В данной ВКР измеряемый физический параметр технологического вещества (давление) преобразуется на сенсоре в электрическую величину, поступающую на преобразователь. Преобразователь формирует соответствующий цифровой сигнал, который поступает по интерфейсу RS-485 на контроллер, далее сигнал поступает на компьютер по интерфейсу RS-232.

Целью ВКР является разработка измерительной информационной системы на основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники (далее – АСЭТ).

Для реализации цели ВКР необходимо решить следующие задачи:

- провести аналитический обзор информационных измерительных систем;
- разработать функциональную схему информационной измерительной системы в зависимости от заданного варианта и дать описание ее работы;
- разработать принципиальную электрическую схему информационной измерительной системы и дать описание ее работы;
- рассчитать параметры элементов принципиальной электрической схемы и составить перечень элементов;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности;
- рассчитать экономическую эффективность.

Объектом работы является измерительная информационная система.

Предметом работы является преобразование на сенсоре в электрическую величину.

Практическая значимость заключается в использовании системы в нефтегазовой отрасли.

ВКР состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка.

# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## 1.1 Описание объекта

Измерительные информационные технологии являются разновидностью информационных технологий и выделяются из этого обширного множества тем, что носят очевидный познавательный характер и реализуют специфические процедуры, присущие только им:

- получение исходной измерительной информации в результате взаимодействия первичных измерительных преобразователей (сенсоров) с объектом измерений;

- преобразование измерительной информации с заданной и гарантированной точностью;

- сопоставление сигналов измерительной информации с размерами общепринятых единиц измерения, оценка и представление характеристик остаточной неопределенности значений измеряемых величин.

Современные измерительные информационные технологии приобретают дополнительные свойства благодаря использованию аппаратных и программных средств искусственного интеллекта. Одной из важнейших задач развития измерительных информационных технологий является расширение номенклатуры измеряемых величин, обеспечение измерений в условиях воздействия жестких внешних факторов (высокая температура, большое давление, ионизирующее излучение).

Решение подобных задач связано с усложнением структуры используемых средств измерений (далее – СИ); созданием комплексов взаимосвязанных СИ и технических средств, необходимых для их функционирования. Современные объекты исследования характеризуются большим количеством параметров, изменяющихся подчас с большой скоростью.

В некоторых случаях, для того чтобы получить информацию о параметрах объекта, необходимо осуществить комплексные измерения, а значение измеряемой величины получать расчетным путем на основе известных функциональных зависимостей между ней и величинами, подвергаемыми измерениям.

Указанные задачи успешно решаются с помощью информационных измерительных систем (далее – ИИС), получивших широкое распространение.

Сущность одного подхода отражена в государственном стандарте ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем, в котором ИИС рассматривается как разновидность измерительной системы (далее – ИС). В пункте 3.1 приведено следующее определение:

Измерительная система: совокупность связующих, измерительных, вычислительных компонентов, образующих измерительные каналы (далее – ИК), и вспомогательных устройств, функционирующих как единое целое, предназначенная для:

- получения информации о состоянии объекта с помощью измерительных преобразований в общем случае множества изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин, характеризующих это состояние;

- машинной обработки результатов измерений;

- регистрации и индикации результатов измерений и результатов их машинной обработки;

- преобразования этих данных в выходные сигналы системы в разных целях.

ИС обладают основными признаками средств измерений и являются их разновидностью.

Возможность развития, наращивания ИИС в процессе эксплуатации или возможность изменения ее состава в зависимости от целей эксперимента, по существу затрудняет или исключает регламентацию требований к таким ИИС в

отличие от обычных СИ, являющихся «завершенными» изделиями на момент выпуска их заводом-изготовителем.

Основной процесс эмпирического познания – измерение, при помощи которого получается первичная количественная информация. Поэтому к понятию «информационная» добавляется уточняющее «измерительная». Одним из условий рассмотрения СИ как системы является необходимость и целесообразность изменений его структуры. Изменения могут осуществляться как от применения к применению (многофункциональная система), так и в процессе применения (управляемая или адаптивная системы).

Упрощенная структура ИИС, приведена на рисунке 1.1.



- ПИП – первичный измерительный преобразователь
- ВИП – вторичный измерительный преобразователь
- ПМО – программно-математическое обеспечение

Рисунок 1.1 – Упрощенная структура ИИС

Развитие ИИС имеет смысл рассматривать в двух аспектах: структурном и функциональном. Первый отражает интегрирование различных подсистем, широкое применение средств вычислительной техники, что приводит к появлению систем с гибкой структурой. Второй аспект характеризует резкое увеличение числа функций, выполняемых системой. При этом центр тяжести

переносится с измерительных функций на другие информационные функции, связанные с использованием результатов измерений. Таким образом, в ИИС измерение неразрывно связано с логической обработкой, анализа результатов измерений и его выделение не всегда возможно.

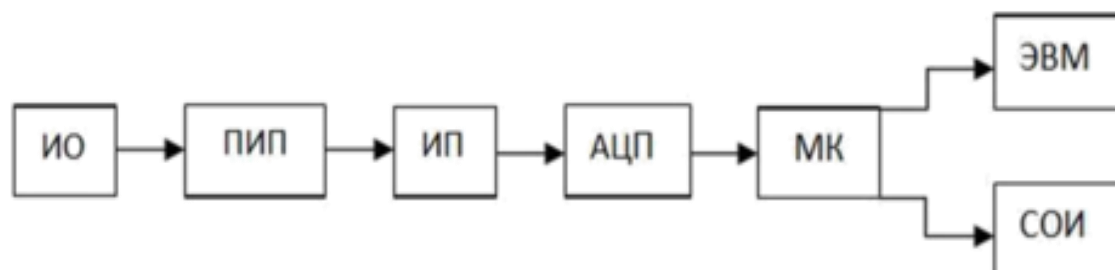
Такое соединение СИ, предусмотренное алгоритмом функционирования позволяет выполнять законченную функцию от восприятия измеряемой величины до индикации или регистрации результата измерений включительно, или преобразование его в сигнал, удобный для дальнейшего использования вне ИИС, для ввода в цифровое или аналоговое вычислительное устройство, входящее в состав ИИС, для совместного преобразования с другими величинами, для воздействия на исполнительные механизмы. Типовая структура ИК включает в себя первичный измерительный преобразователь, линии связи, промежуточный измерительный преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, процессор, цифроаналоговый преобразователь.

Часть ИИС после линий связи, соединяющих ее с первичными преобразователями, обычно называют измерительно-вычислительным комплексом (далее – ИВК). Значительная часть современных ИВК строится на базе контроллеров, как правило, модульного исполнения, включающих в себя аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, процессор, модули дискретной (бинарной) информации (входные и выходные), вспомогательные устройства. Состав, конфигурация, программное обеспечение ИВК конкретизируются с учетом специфики объекта.

Особенности ИИС делают особенно актуальной для них проблему расчета метрологических характеристик (далее – МХ) ИИС по МХ образующих их компонентов. Метод расчета МХ ИК ИИС существенно зависит от того, относятся ли образующие его СИ к линейным устройствам. Методы расчета нелинейных систем зависят от вида нелинейности, возможности расчленения СИ на линейную инерционную и нелинейную безынерционную часть и от других обстоятельств и отличаются большим разнообразием.



В разрабатываемой системе подразумевается выработка сигнала измерительной информации только об одной физической величине, свойственной данному образцу (рисунок 1.2).



ИО – исследуемый объект; ПИП – первичные измерительные преобразователи; ИП – измерительный преобразователь тока в напряжение; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; СОИ – средство отображения информации; ЭВМ – вычислительная машина

Рисунок 1.2 – Структурная схема канала ИИС

## 1.2 Теоретический анализ АСЭТ

На основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники разрабатываются ИИС, измерительно-вычислительные комплексы (далее – ИВК), автоматизированные системы управления технологическими процессами (далее – АСУ ТП)

Функциональный состав. Центральные устройства обработки информации (аналого-цифрового преобразования, программной обработки цифровой информации). Устройства преобразования информации в аналоговой форме. Устройства уплотнения информации и передачи ее по каналам связи. Устройства связи с оператором. Установки непрерывного избирательного контроля и позиционного регулирования, многоточечной цифровой регистрации, централизованного контроля и многоканального регулирования.

Области применения. Контроль и управление работой перекачивающих агрегатов для магистральных газопроводов, турбо- и гидрогенераторов, цикличе-

ских агрегатов текстильных производств, процессов выращивания моно- и поликристаллов, регулирование термokonстантных помещений.

Комплекс АСЭТ решает задачи измерения физических величин электрическими методами, начиная с этапа, на котором электрическая величина уже получена. Средства комплекса осуществляют с достаточно высокими метрологическими характеристиками: хранение измерительной информации в ИИС, сбор, преобразование и первичную обработку.

Комплекс АСЭТ состоит из основных четырех укрупненных групп: средств измерения и средств представления измерительной информации; средств сбора и преобразования измерительной информации; средств управления и блоков связи; средств вспомогательных. В свою очередь, каждая из основных групп представлена подгруппами:

- измерительные преобразователи предназначены для обработки сигнала в удобной форме для передачи и дальнейшего преобразования, но не поддающейся восприятию человеком;

- измерительные коммутаторы обеспечивают передачу и подключение по определенной программе или периодически сигналов, представленных в виде цифровых кодов или аналоговых величин, от одних средств к другим;

- компараторы, устройства сравнения предназначены для выдачи сигналов, характеризующих соотношение между заранее заданным и текущим значениями измеряемой величины;

- аналого-цифровые преобразователи осуществляют автоматическое преобразование аналоговой величины в цифровой код;

- цифроаналоговые преобразователи осуществляют автоматическое преобразование сигналов, представленных в виде цифровых кодов, в аналоговые величины;

- устройства измерения электрических величин обеспечивают измерение значений и представление результатов измерения в доступной для восприятия ЭВМ или человеком форме;

- средства представления информации предназначены для регистрации или индикации информации в доступной для восприятия человеком форме;
- средства управления существуют для организации совместной работы по определенному алгоритму всех блоков системы;
- устройства связи между различными средствами.

Состав каждого класса приведенной классификации средств АСЭТ обуславливается параметрическим рядом, таким образом, в целом АСЭТ есть совокупность параметрических рядов.

При определении рядов учтены четыре основных параметра: погрешность, быстродействие, диапазон входного сигнала и выходной сигнал. Но в ряде случаев добавлены и другие существенные параметры – габаритные размеры чувствительного элемента, входное сопротивление и нагрузка.

Все устройства АСЭТ обладают совместимостью. Совместимость обеспечивает возможность совместного использования АСЭТ и других агрегатных комплексов и сокращает потребность в переходных устройствах и блоках связи.

При проектировании ИИС агрегатным способом главное значение имеет информационная совместимость. Она обеспечивает согласованность выходных и входных сигналов, виду, типу логики, уровню значений, логическим и пространственно-временным соотношениям, информативным параметрам. Информационная совместимость базируется на двух условиях: применения стандартных интерфейсов и унификации измерительных сигналов.

В АСЭТ используются несколько вида унифицированных сигналов: электрические непрерывные сигналы тока и напряжения и частотные сигналы, а также электрические кодированные сигналы.

В соответствии с применяемыми интерфейсами сигналы взаимодействия разделяются на группы:

- Информационно-кодированные сигналы, передающиеся по 16 шинам.
- Программные (командные), осуществляющие программирование блоков для выполнения требуемой операции (передаются по четырем шинам).

- Адресные, которые служат для выбора любого блока ИИС (передаются по одной шине).
- Управляющие сигналы, осуществляющие ввод (вывод) информации в блок, запуск блока на выполнение операции, так как каждый сигнал передается по индивидуальной шине.
- Сигналы состояния, несущие информацию о режиме работы блока, готовности блока к взаимодействию, его исправности для передачи используется до четырех шин.

В интерфейсе также учтен ряд дополнительных сигналов, неисправность блока, признак контроля четности при передаче данных, которые передаются по индивидуальным шинам.

В рамках АСЭТ и на основе входящих в него средств разрабатываются ИИС широкого назначения, а также для испытаний и исследований. Все эти ИИС построены по блочно-модульному принципу. Системы реализуют операции сбора данных, измерения, преобразования, первичной обработки выдачи информации на ЭВМ и оператору, выдачи сигналов управления. Для построения систем используют радиально-магистральную и радиально-цепочечную структуры.

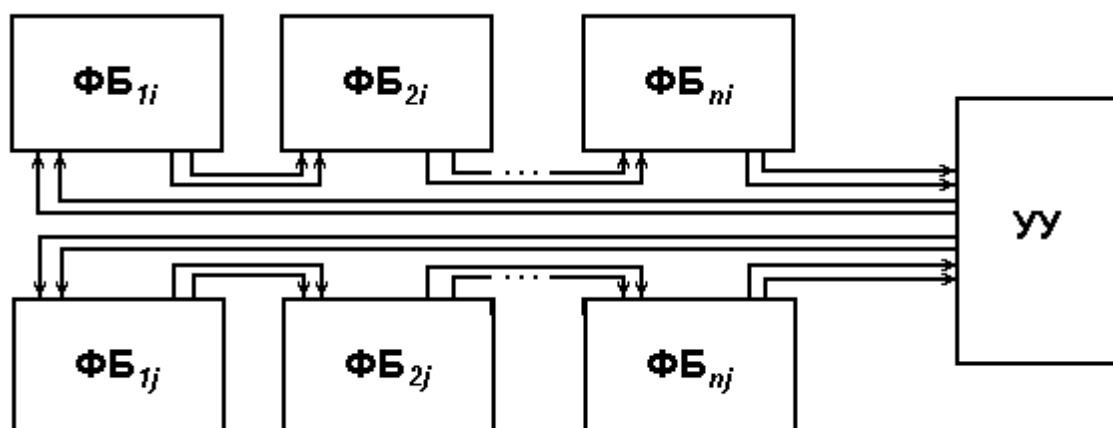


Рисунок 1.3 – Радиально-цепочечная структура ИИС

Устройство управления организует работу нескольких цепочек функциональных блоков ( $i$ -й и  $j$ -й). При этом вся командная и управляющая информация может сообщаться от устройства управления первому блоку цепочки, а затем каждый блок дешифруется и использует относящуюся к нему информацию (часть информационного слова), а остальную информацию, в том числе и полученную в результате выполнения функционального преобразования в данном блоке, передает следующему по цепочке блоку. Эта структура соединяет преимущество цепочечной структуры (наращиваемость) с небольшим требуемым объемом сигналов радиальной структуры.

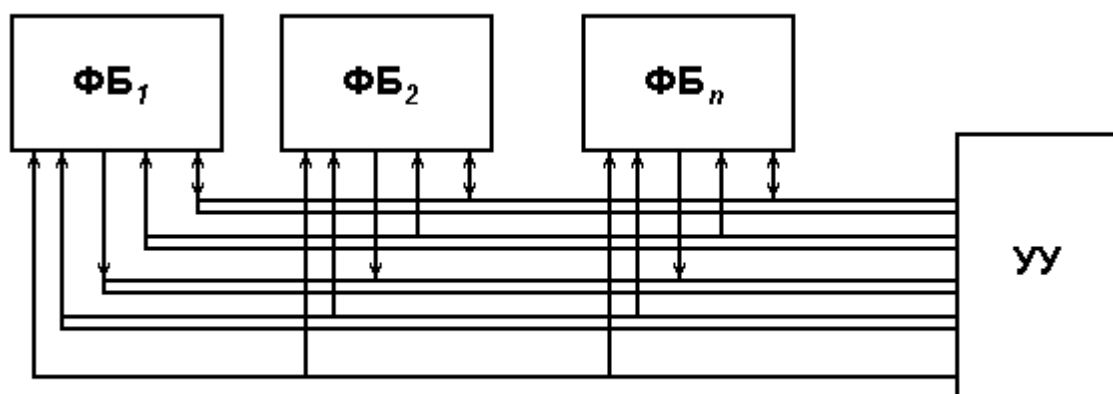


Рисунок 1.4 – Радиально-магистральная структура

Адресные сигналы передаются по индивидуальным для каждого блока шинам, а все остальные сигналы – по общим для всех блоков однопроводным или многопроводным шинам.

### 1.3 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:

– 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.

– 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.

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.

– 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 Уитстона. 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 LowCost 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 металлоглазном 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.

– Ёмкостный метод. Данные преобразователи используют метод изменения емкости конденсатора при изменении расстояния между обкладками. Основой 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 ёмкостной зависимости в один из стандартных выходных сигналов.

Выводы по разделу один:

Проанализировав 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 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Функциональная схема ИИС и ее описание

На рисунке 2.1 изображена функциональная схема измерительной информационной системы.

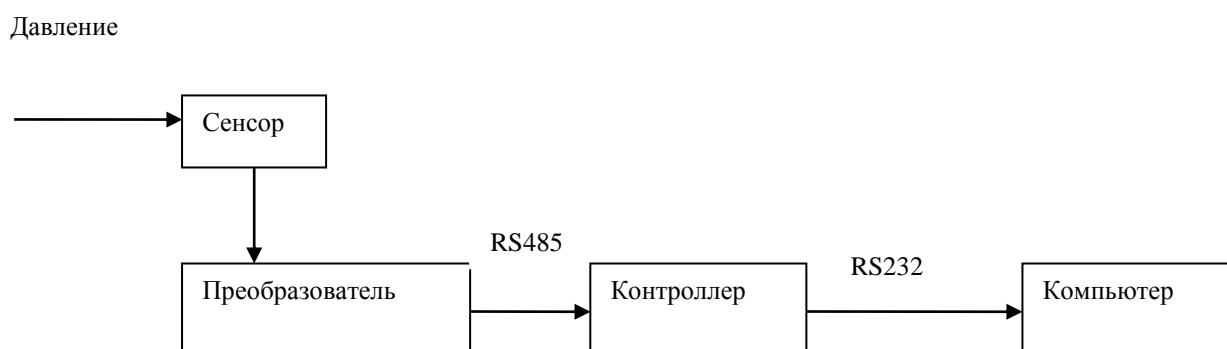


Рисунок 2.1 – Функциональная схема

Алгоритм работы схемы: физический параметр технологического вещества (давление) преобразуется на сенсоре в электрическую величину, поступающую на преобразователь. Преобразователь формирует сигнал для интерфейса RS-485 и передает его на контроллер, а с контроллера сигнал выходит на интерфейс RS-232, и далее передает его на компьютер.

В качестве преобразователя был задан аналого-цифровой преобразователь (далее – 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.

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 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 (shrinksmalloutlinepackage). 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 (ThinShrinkSmallOutlinePackage).

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.
- 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 распространённый 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.

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

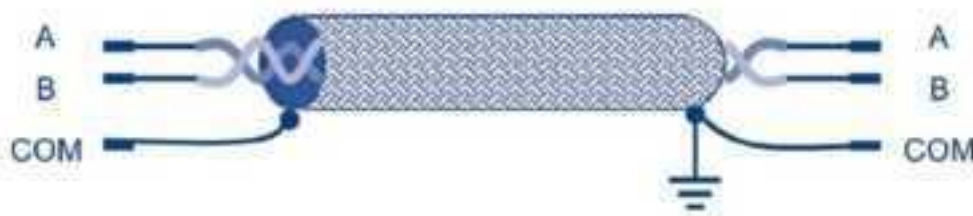


Рисунок 2.2 – Помехозащищенная витая пара

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.

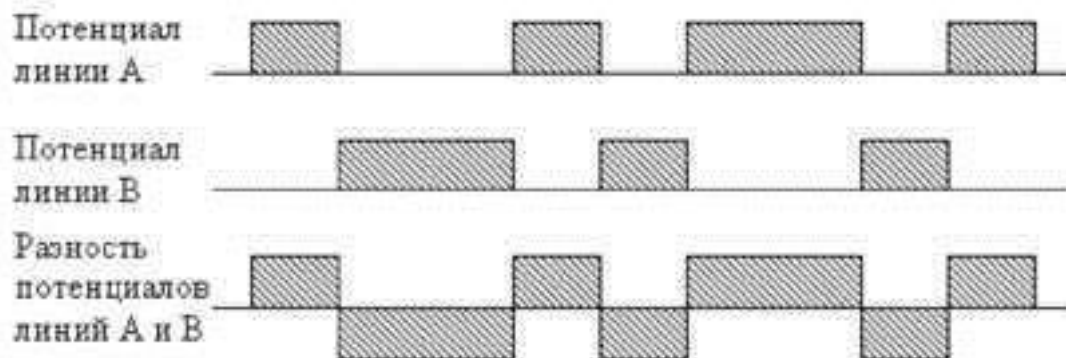
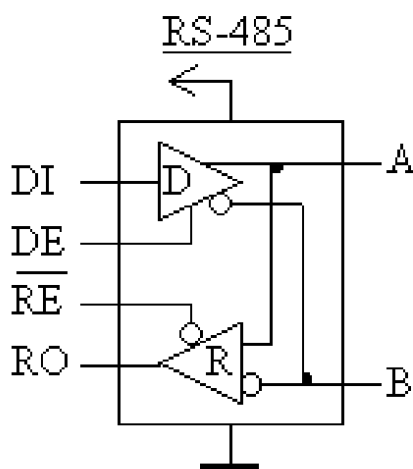


Рисунок 2.3 – Вид сигналов в линии RS-485

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 земель – 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 UART контроллера (универсальный асинхронный приёмопередатчик, интерфейс для связи цифровых устройств, предназначенный для передачи данных в последовательной форме).

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.



где D – передатчик; R – приемник; DI – цифровой вход передатчика; RO – цифровой выход приемника; DE – разрешение работы передатчика; RE – разрешение работы приемника; A – прямой дифференциальный вход/выход; B – инверсный дифференциальный вход/выход

Рисунок 2.4 – Схема приемопередатчика RS-485

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.

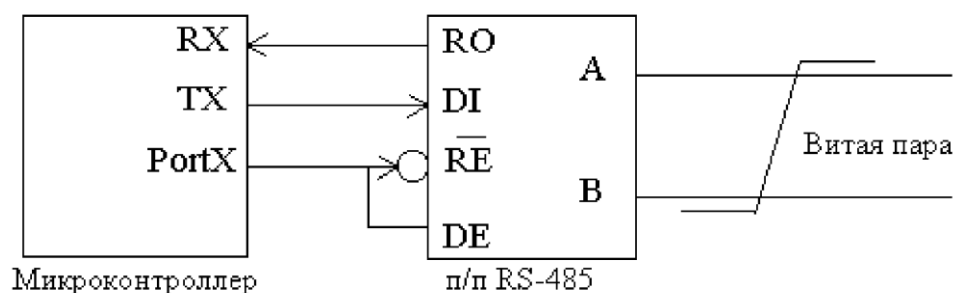


Рисунок 2.5 – Соединение микроконтроллера и приемопередатчика

Приемник, получая на дифференциальных входах (АВ) разность потенциалов ( $U_{AB}$ ) 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 составляют  $\pm 200$  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 ( $R_{AB}$ ) 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).

Интерфейс RS-232 в промышленной автоматизации применяется довольно редко. Сигналы этого интерфейса передаются перепадами напряжения величиной от 3 до 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 мыши, 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.

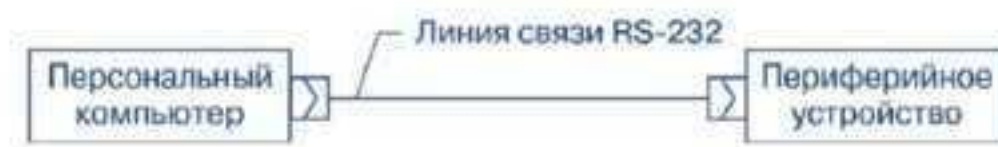


Рисунок 2.6 – Соединение двух устройств соединением «точка-точка»

Сигналы интерфейса RS-485 передаются дифференциальными перепадами напряжения величиной от 0,2 до 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 мультиплексной шине.

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



Рисунок 2.7 – Параллельное подключение N устройств к одной физической линии

В качестве контроллера был задан микроконтроллер семейства MSP430F133. Это 16-разрядные микроконтроллеры RISC-архитектуры, с тактовой частотой от 1 до 16 МГц, с развитой периферией и низким энергопотреблением.

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 UART0.
- Серия включает в себя:
  - MSP430F133 (8 кбайт+256 байт флэш, 256 байт ОЗУ).
  - MSP430F135 (16 кбайт+256 байт флэш, 512 байт ОЗУ).

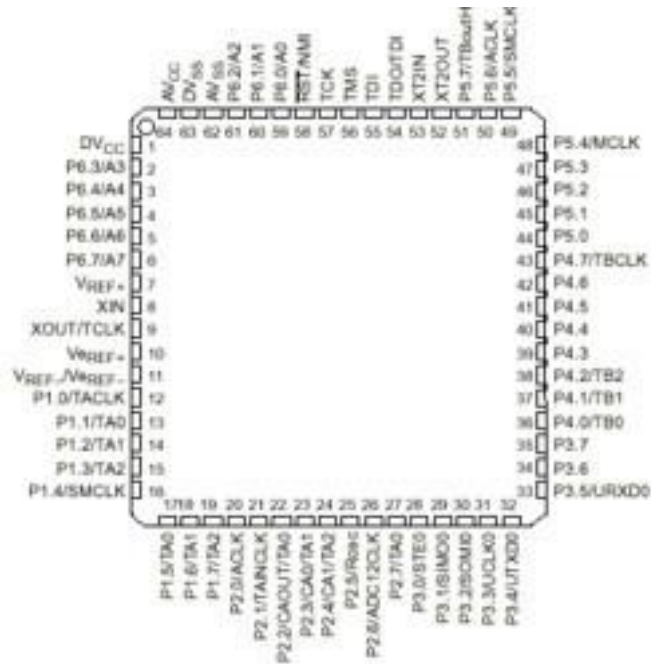


Рисунок 2.8 – Назначение выводов микроконтроллеров серии MSP430F13x

В состав микроконтроллеров серии 14x 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 1 А, 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/SIMOO	29	Вход подч./выход мастера USART0/SPI
P3.2/SOMIO	30	Выход подч./вход мастера USART0/SPI
P3.3/UCLK0	31	Вход фдля USART0/SPIили 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/SIM01	45	Вход подч./выход мастера USARTT/SPI
P5.2/SOM1	46	Выход подч./вход мастера USARTT/SPI
P5.3/UCLK1	47	Вход для USARTT/SPIили 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 Ze 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
Veref+	10	Вход «+» внешнего опорного напряжения АЦП
Vref+	7	Выход «+» внутреннего опорного напряжения
Vref-/Veref-	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 Описание работы микроконтроллера

Микроконтроллер D2 сигналом RESET с выхода P1.6 осуществляет запуск АЦП D1. С выхода P5.4 микроконтроллера на вход тактовой частоты MCLKIN поступает частота MCLK. Синхросигнал SCLK данными формируется контроллером на выходе P1.4. Код, полученный с выхода DOUT АЦП, микроконтроллер считывает через вход P1.5.

Сигнал о готовности АЦП RDY контроллер отслеживает через вход P1.0. На входы POL и CS АЦП подан логический ноль (замкнуты на корпус), на входы SYNC, STANDBY и BUFFER подана логическая единица. С вилки для подключения термопары XP1 сигналы поступают на входы AIN1-4 АЦП. Все это в совокупности обеспечивает нормальную работоспособность АЦП.

Для обеспечения работоспособности микроконтроллера к его входам XT2IN и XT2OUT подключен кварцевый резонатор BQ1 PГ-175 8МГц. Аналоговое и цифровое питание контроллера 3В.

Выход P4.1 микроконтроллера управляет входами DE и RE адаптера интерфейса RS-485 D3. К входу данных DI адаптера подключен выход P3.4 контроллера, а к выходу R0 – вход P3.5.

P3.6 и P3.7 осуществляют связь с компьютером через интерфейс RS-232.



Рисунок 2.9 – Блок-схема работы микроконтроллера



Рисунок 2.10 – Блок-схема работы микроконтроллера



### 2.3 Расчет элементов измерительной цепи

В схеме с питанием от источника тока зависимость выходного напряжения моста от давления имеет более линейный характер, чем при питании источника напряжения. Но при этом на результаты оказывает влияние температура моста.

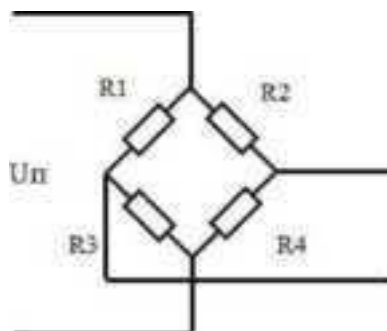


Рисунок 2.11 – Тензорезисторный мост

В случае идеального моста:

$$U = U_{\text{п}} \cdot \Delta R \cdot (1 + \alpha t) / R \cdot (1 + \alpha t) = U_{\text{п}} \cdot \Delta R / R, \quad (1)$$

где  $R$  – в данном случае общее сопротивление моста;

$$U_{\text{п}} = 3\text{В};$$

$$I = \frac{U_{\text{п}}}{R} = \frac{3}{3000} = 1 \text{ мА} \quad (2)$$

$$U = I \cdot \Delta R = 1\text{мА} \cdot 40 \text{ Ом} = 0,4 \text{ В} \quad (3)$$

Расчет коэффициента усиления:

$$K_{\text{у}} = \frac{U_{\text{п}}}{U} = 75, \quad (4)$$

где  $K_y$  – коэффициент усиления усилителя в АЦП.

В отличие от датчиков температуры тензомост входит в состав датчика, так как технология изготовления тензомостов не позволяет стандартизовать их характеристики и к тому же достаточно высокое сопротивление моста (единицы  $кОм$ ) при большой длине линий связи значительно снижает помехоустойчивость датчика.

Выходной код  $Nu1$  АЦП от преобразования напряжения разбаланса моста:

$$Nu1 = (2^n - 1) \cdot U1 \cdot \frac{K_y}{U_{ref}} = (2^n - 1) \cdot \Delta R \cdot K_y \cdot \frac{(1+\alpha t)}{R_0} \quad (5)$$

Выходной код  $Nu2$  АЦП от преобразования напряжения  $U2$ :

$$Nu2 = (2^n - 1) \cdot \frac{U2}{U_{ref}} = (2^n - 1) \cdot \frac{Rt}{R_0}, \quad (6)$$

где  $Nu1, Nu2$  – выходной код АЦП;

$n$  – разрядность выходного кода АЦП.

Таким образом, выходной ток не зависит от тока и погрешность преобразования в основном будет определяться стабильностью резистора  $R2$ .

Для того, чтобы зависимость кода  $Nu1$  от  $Rt$  была близка к линейной, необходимо, чтобы  $R2$  был на порядок выше  $R1$ .

Микроконтроллер вычисляет код  $N_{\Delta r}$  изменения сопротивления сенсора от давления и от температуры:

$$N_{\Delta r} = a_0 + a_1 \cdot Nu2 + a_2 \cdot Nu2^2 + a_3 \cdot Nu2^3, \quad (7)$$

где  $a_0 \dots a_3$  – коэффициенты полинома, характеризующие индивидуальные параметры датчика.

Затем микроконтроллер вычисляет код давления  $N_p$  от кода  $N_{\Delta r}$ :

$$N_p = b_0 + b_1 \cdot N_{\Delta r} + b_2 \cdot N_{\Delta r}^2 + b_3 \cdot N_{\Delta r}^3 \quad (8)$$

В результате использования данного программного обеспечения микроконтроллера датчика погрешность датчика практически определяется только его помехоустойчивостью и разрядностью сигма-дельта АЦП.

#### 2.4 Выбор элементов для интерфейса RS-232

Выбор элементов осуществляем исходя из соответствующего токового режима интерфейса RS-232.

Расчет  $R_2$  производим по формуле:

$$R_2 = \frac{(U_{cc} - U_d - U^0)}{i_d}, \quad (9)$$

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

$U_d$  – напряжение на светодиоде при протекании по нему номинального тока;

$U^0$  – напряжение логического «0»;

$i_d$  – номинальный ток светодиода, обеспечивающий его свечение.

$$R_2 = \frac{(3 - 0 - 0,05)}{0,005} = 500 \text{ Ом}$$

Выбираем:

$$R1, R3 = 15 \text{ кОм};$$

$$R4, R6 = 100 \text{ кОм};$$

Расчет  $R_5$  производим по формуле:

$$R_5 = \frac{(U_d - U_0)}{i_d}, \quad (10)$$

где  $U_d$  – напряжение на светодиоде при протекании по нему номинального тока;

$U_0$  – напряжение логического «0»;

$$R_5 = \frac{(0,5-5)}{0,005} = 900 \text{ Ом}$$

LP2950 – микро мощные регуляторы напряжения с малым током покоя (75 мкА) и малым прямым падением напряжения (40 мВ на небольших нагрузках и 380 мВ на токе 100 мА). Регуляторы LP2950 имеют фиксированное выходное напряжение (3,0; 3,34 5,0 В), в этом случае напряжение указывается в обозначении прибора, например, LP2950-5.0.

Особенности:

- высокая точность выходного напряжения (0,5%);
- гарантированный выходной ток 100 мА;
- очень точная регулировка выходного напряжения (до 0,05%);
- очень низкий температурный коэффициент выходного напряжения (100 ppm/С);
- требует минимальной емкости для стабилизации;
- защита по выходному току и от перегрева.

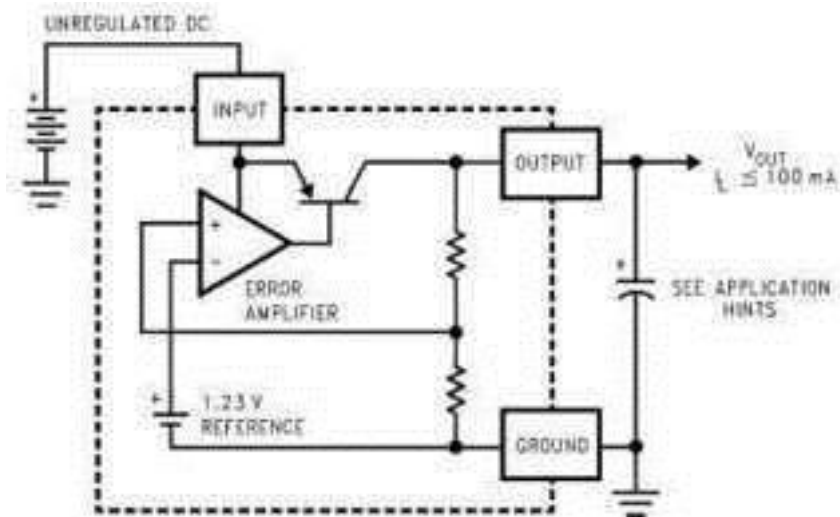


Рисунок 2.12 – Функциональная схема микросхемы LP2950

Максимально допустимые значения параметров:

- Входное напряжение от -0,3 до +30 В.
- Рассеяние мощности – ограничено внутри.
- Диапазон рабочих температур от -40 до +125 °С.

Микросхема LP2950 выпускается в 3-выводном корпусе ТО-92.

Для обеспечения устойчивой работы микросхемы LP2950 рекомендуется применять шунтирующие (ёмкость на входе  $2\text{ мкФ}$  и на выходе  $1\text{ мкФ}$ ) конденсаторы. Для этих целей установлены конденсаторы: С3,С5 марки  $K53 - 13 - 2\text{ мкФ} \pm 5\%$  и С4,С6 марки  $K53 - 13 - 2\text{ мкФ} \pm 1\%$ .

Выводы по разделу два:

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

### 3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Расчет себестоимости. Определение оптовой цены

Расчет себестоимости устройства можно осуществить с помощью расчетно-аналитического метода. Его сущность 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:

- 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.
Текстолит	Кг	0,12	62	7,62
Припой	Кг	0,015	153	2,38
Флюс	Кг	0,003	51	5,5
Лак	Кг	0,018	23	0,5
Спирт	Кг	0,02	32	0,67
Хлористое железо	Кг	0,03	10	0,35
Итого:				17,02

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

Получаем:  $17,02 \cdot 0,03 = 3,506$  руб.

Итого:  $17,02 + 3,506 = 20,52$  руб.

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

$20,52 \cdot 0,01 = 0,205$  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, PT1200-A-20-B-0.5CN1G	1	2170
Кварцевый резонатор, РГ175 - 8 МГц	2	25
Конденсатор, К53 - 14 - 10мкФ - 20В	10	16,5
Конденсатор, К50 - 6 – 28мкФ - 16В	1	18
Конденсатор, КТ - 1 - М70 - 2мкФ	4	110
Резистор, С2 -33 -0.125 - 100 кОм	4	15
Соединитель, СНП-34	2	33
АЦП, AD7714	1	1400
Стабилизатор напряжения, LP2950	2	50
Микроконтроллер, MSP430F133	1	950
Адаптер интерфейса RS-485, MAX3471	1	480
Кабель ноль-модемный, RS-232 DB 9 - DB 9	1	140
Итого:	30	6039

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

$$6039 \cdot 0,05 = 301,95 \text{ руб.}$$

$$\text{Итого: } 6039 + 301,95 = 6340,95 \text{ руб.}$$

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

$$Z_0 = Z_T + Z_P \quad (11)$$

где  $Z_T$  – заработная плата по тарифу;

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

$$Z_T = \sum_{i=1}^n t_i C_{1i} K_{npi} \quad (12)$$



где  $t_i$  – трудоемкость 1-ой операции (виды работ);

$C_{1i}$  – тарифная ставка первого разряда;

$K_{npi}$  – тарифный коэффициент, соответствующий разряду работ по 1-ой операции;

$n$  – количество операций (видов работ).

Тарифная ставка для первого разряда:

$C_{1i} = 100,8$  руб/час.

Тарифный коэффициент для третьего разряда:

$K_{npi} = 1,33$ .

Тарифный коэффициент для четвертого разряда:

$K_{npi} = 1,5$ .

Таблица 3.3 – Заработная плата производственных рабочих

Наименование деталей (узлов)	Кол-во деталей	Наименование операций	Разряд работы	Норма времени		Часовая тарифн. ставка руб/час	З/П 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
		Покрытие 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
Итого:							821

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

$$З_д = 0,2 \cdot 821 = 164,2 \text{ руб.}$$

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

$$З_{ос} = 0,3 \cdot (З_о + З_д) \quad (13)$$

$$З_{ос} = 0,3 \cdot (821 + 164,2) = 295,56 \text{ руб.}$$

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

$$P_п = 0,5 \cdot 821 = 410,5 \text{ руб.}$$

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:

$$P_и = 0,25 \cdot 821 = 205,25 \text{ руб.}$$

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

$$P_с = 0,4 \cdot 821 = 328,4 \text{ руб.}$$

Цеховые расходы принимаем равными 120 % от основной заработной платы:

$$P_ц = 1,2 \cdot 3_о = 1,2 \cdot 821 = 985,2 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы принимаем равными 50% от основной заработной платы:

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

Полная себестоимость:

$$C_{\Pi} = P_{\text{м}} + B_{\text{отх}} + C_{\text{и}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{д}} + Z_{\text{ос}} + P_{\Pi} + P_{\text{и}} + P_{\text{с}} + P_{\text{ц}} + P_{\text{оз}} \quad (14)$$

$$C_{\Pi} = 20,52 + 6039 + 301,95 + 821 + 164,2 + 295,56 + 410,5 + 205,25 + 328,4 + 985,2 + 410,5 = 9982,08 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{о}} = C_{\Pi}(1 + \Pi/100), \quad (15)$$

где  $\Pi$  – плановый процент прибыли ( $\Pi=14\%$ )

$$C_{\text{о}} = 9982,08 \cdot (1 + 0,14) = 11379,57 \text{ руб.}$$

Плановая прибыль:

$$C_{\Pi} = C_{\text{о}} - C_{\Pi} \quad (16)$$

$$C_{\Pi} = 11379,57 - 9982,08 = 1397,49 \text{ руб.}$$

### 3.2 Расчёт эксплуатационных расходов

Затраты на капитальный ремонт:

$$C_{\text{к}} = \frac{N_{\text{р}} C_{\text{о}} (1 + K_{\text{дм}})}{100}, \quad (17)$$

где  $K_{\text{дм}} = 0,1$ ;

$N_{\text{р}}$  – норма затрат на капитальный ремонт;

$$N_{\text{р}} = 1,8 \text{ \%}.$$

$$C_k = \frac{1,8 \cdot 12517,52}{100} = 225,31 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу три:

В данном разделе произведен расчет стоимости компонентов прибора, заработная плата рабочего, изготавливающего оборудование для ИИС.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

### 4.1 Источники негативных факторов влияющих на оператора

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) предусмотрена следующая классификация опасных и вредных производственных факторов:

1. Физические.
2. Химические.
3. Биологические.
4. Психофизиологические.

Производственная среда – это часть техносферы, обладающая высокой концентрацией негативных факторов. Основными носителями травмирующих и вредоносных факторов в производственной среде являются машины и прочие промышленные 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.

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°C отдача теплоты конвекцией и излучением в основном прекращается. При более высокой температуре воздуха большая часть теплоты испаряется с поверхности кожи. В этих условиях организм теряет значительное 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 появляются в результате контакта с горячими поверхностями оборудования, соприкосновения с горячими или раскаленными предметами или продуктами производства, нагретыми жидкостями, воздействия открытого огня, горячих газов, 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.

Описание опасных и вредных производственных факторов в классификационной группе системы стандартов безопасности труда должно содержать:

- методы контроля за опасным или вредным производственным фактором;
- методы и средства защиты работающих от действия опасного или вредного производственного фактора.

В определенных случаях при необходимости и с учетом требований законодательства описание опасных и вредных производственных факторов может дополнительно включать:

- краткую характеристику сущности опасного или вредного производственного фактора;
- предельно допустимые уровни, концентрации и дозы воздействия опасного или вредного производственного фактора.

## 4.2 Электробезопасность

Требования по электробезопасности описаны в ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения.

Электричество обширно используется во множестве отраслей, в быту, в медицине. Поэтому проблемам электробезопасности нужно уделять повышенное 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 воздействия.

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 живым организмам. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей, которое сопровождается непроизвольными судорожны-

ми сокращениями мышц, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В итоге 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 через центральную нервную систему.

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:

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

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

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

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

5) Основными мерами защиты от поражения током являются:



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

7) Электрическое разделение сети.

8) Устранение угрозы 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.

9) Применение специальных электрозащитных средств – переносных приборов и приспособлений.

10) Организация безопасной эксплуатации электроустановок.

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

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 стремительно повышается риск поражения током в случае дефекта изоляции и появления напряжения на корпусе, особенно, если работа производится в помещении с повышенной опасностью, особо опасном или вне помещения.

Для устранения данной угрозы нужно питать ручной инструмент и переносные лампы напряжением не выше 42 В.

Кроме того, в наиболее опасных помещениях при особенно неблагоприятных условиях (работа в металлическом резервуаре, работа сидя или лежа на токо-

проводящем полу) 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.

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

Назначение защитного заземления – предотвращение опасности поражения людей электричеством при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования.

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 ходе эксплуатации электроустановок 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, имеется опасность случайного появления напряжения на них, поэтому должны быть приняты меры, исключающие ошибочную подачу напряже-

ния 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.

Средства защиты 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 малой прочностью и поэтому не могут самостоятельно защитить человека от поражения током. Их назначение – усилить защитное действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны использоваться.

Изолирующие штанги предназначены для отключения и включения однополосных 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 электрзащитные средства используют при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств. Кроме того, перчатки применяют 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 (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.

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

Исправность средств защиты должна проверяться осмотром перед каждым их применением, а также периодически через 6-12 месяцев. Изолирующие электрзащитные средства 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.

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

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

Выводы по разделу четыре:

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР были сформулированы следующие выводы:

1. Проведен аналитический обзор, оптимальным решением для технической реализации преобразователя измерительной информационной системы является использование тензорезистивного датчика.
2. Разработана функциональная схема информационной измерительной системы и описана ее работа.
3. Разработана принципиальная электрическая схема информационной измерительной системы и дано описание ее работы.
4. Рассчитаны параметры элементов принципиальной электрической схемы и составлен перечень элементов.
5. Рассчитана экономическая эффективность ВКР.
6. Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

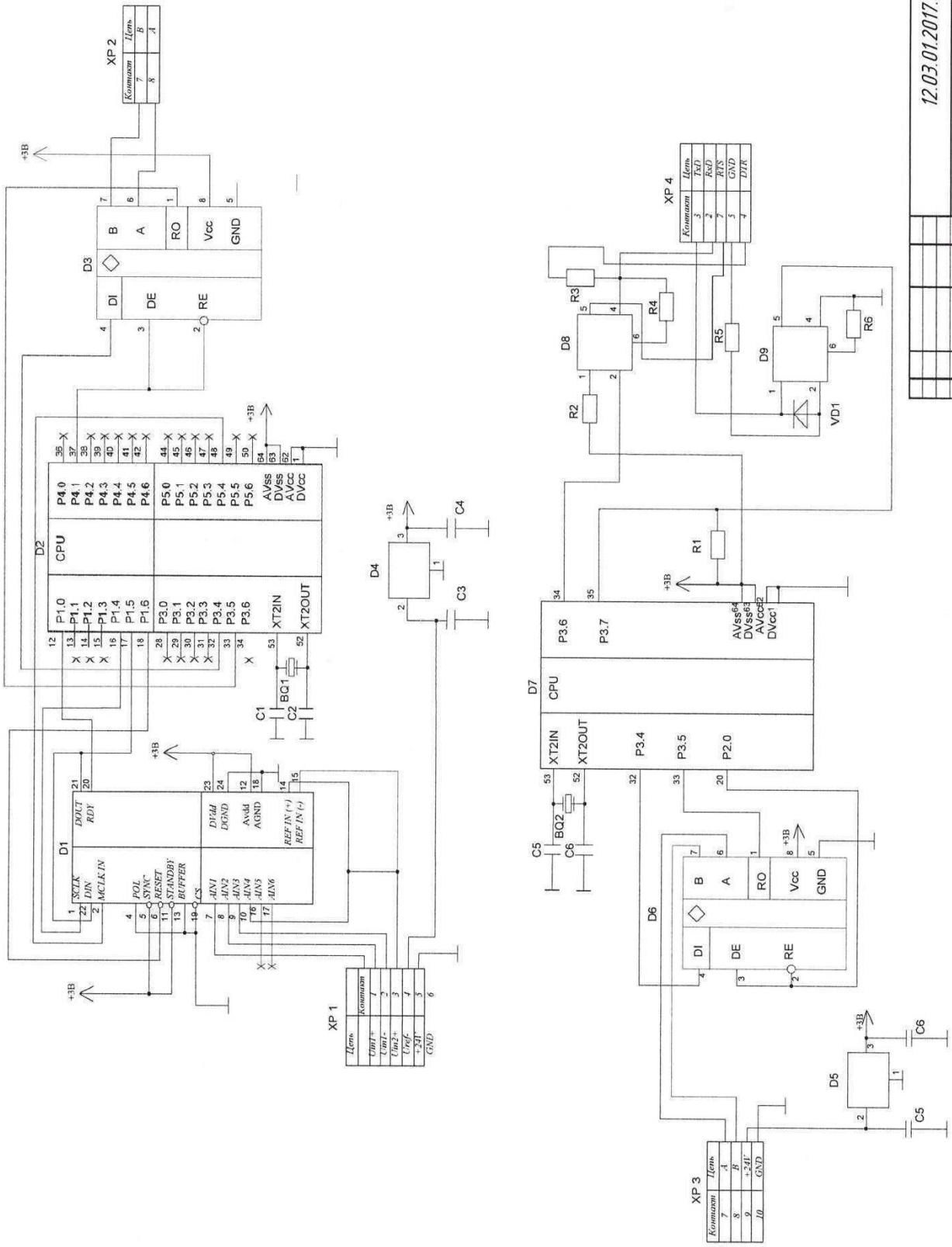
## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ04-2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению/ составители: Т.П. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
2. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528 с.
3. Топольский, Д.В. Основы программирования: учебное пособие. Электронное издание / Д.В. Топольский, И.Г. Топольская. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 25 с.
4. Яшкардин, В.Л. RS-485 – стандарт передачи данных по последовательному симметричному каналу. – М.: SoftElectro, 2009. – 17 с.
5. Рубичев, Н.А. Измерительные информационные системы: учебное пособие / Н.А. Рубичев. – М.: Дрофа, 2010. – 334 с.
6. Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Г.Г Раннев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.
7. Ларионов В.А. Измерительные информационные системы: Учебное пособие по курсовому проектированию. – Нижневартовск, 2003. – 41 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. 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.
11. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. II. Заземление электроустановок: учебное пособие / Е.Е. Привалов. – Ставрополь, 2013. – 140 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. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – 9 с.
14. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» (с изменениями и дополнениями). – 51 с.
15. Иванов, Б.К. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике: учебное пособие./ Б.К. Иванов – Феникс, 2011. – 314 с.
16. Раннев, Г.Г. Методы и средства измерений: справочник / Г.Г. Раннев. – М.: Изд-во Академия, 2008. – 547 с.
17. Кувшинов, Н.С. Схемы электрические принципиальные в инженерной графике: учебное пособие / Н.С. Кувшинов, А.Л. Хейфец. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 74 с.
18. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. – 8 с.
19. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: справочник / С.В. Белов. – М.: Изд-во Высшая школа, 2011. – 616 с.
20. Ларионов, В.А. Микропроцессорная техника и компьютеры в приборостроении: текст лекций. – Нижневартовск: филиал ЮУрГУ в г. Нижневартовске, 2006. – 58 с.
21. ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения. – 16 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА



12.03.01.2017.140.33		Авт.	Масштаб
Имя	Дат.	Подпись	Дата
Иван	12.03.2017	[Подпись]	12.03.2017
Разработчик	Исполнитель	Проверен	Дата
Иван	Иванов	[Подпись]	12.03.2017
Т. номер	Начертание	Исполнение	Дата
1	1	1	12.03.2017
Исполн.	Проверен	Исполнение	Дата
Иван	Иванов	[Подпись]	12.03.2017
Исполн.	Проверен	Исполнение	Дата
Иван	Иванов	[Подпись]	12.03.2017

Рисунок А1 – Принципиальная электрическая схема

12.03.01.2017.140.33

Разработка и изготовление информационной системы нефтяной промышленности на основе автоматизированного комплекса средств энергетической техники

Схема электрическая принципиальная

Формат А1 (А3) ВД - ВД/ВГУ  
Рисунки в 1/10 масштабе  
серия 1:1

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Кварцевый Резонатор</u>			
BQ1, BQ2	Резонатор РГ175 - 8 Мгц	2	
<u>Конденсаторы</u>			
C1-C4	K53 - 14 - 10мкФ - 20В	4	
C2	K50 - 6 - 28мкФ - 16В	1	
C3, C4	KT - 1 - M70 - 2мкФ	2	
C5	K53 - 13 - 2мкФ	1	
C6	K53 - 13 - 1мкФ	1	
C7-C13	K53 - 13 - 0.1мкФ	6	
<u>Микросхемы</u>			
D1	AD7714	1	
D2, D7	MSP430F133	2	
D3, D6	MAX3471	2	
D4, D5	LP2950	1	
D8, D9	AOT128	2	
<u>Резисторы</u>			
R1, R3	C2 -33 -0.125 - 15 кОм	2	
R2	C2 -33 -0.125 - 500 Ом	1	
R4, R6	C2 -33 -0.125 - 100 кОм	2	
R5	C2 -33 -0.125 - 900 Ом	1	
<u>Соединители</u>			
XP1-XP3	СНП-24	3	
XP4	DB9	1	

12.03.01.2017.140.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Коробейников М.В.	<i>[Подпись]</i>	13.03.17	Разработка измерительной информационной системы нефтяной промышленности на основе агрегатного комплекса средств электроизмерительной техники	Лит.	Лист	Листов
Пробер.		Топальский Д.В.	<i>[Подпись]</i>	13.03.17			63	63
Реценз.		Насыров Р.М.	<i>[Подпись]</i>	13.03.17				
Н. Контр.		Буйлушкина Л.Н.	<i>[Подпись]</i>	13.03.17				
Утв.ерб.		Юмагулов Н.И.	<i>[Подпись]</i>	13.03.17				
						Филиал ФГАДУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Нижневартовске кафедра «Информатика»		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КОМПАКТ-ДИСК

Содержание:

1 Пояснительная записка к ВКР

2 Презентация