

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ТАШКЕНТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.
АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

Факультет: «Электроника и автоматика»

Кафедра: «Электроника и микроэлектроника»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**На тему: «РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ
АНЕМОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ»**

По направлению 5521700 - «Электроника и микроэлектроника»

Заведующий кафедрой	д.ф.-м.н., проф. Илиев Х.М.
Руководитель	с.п. Ковешников С.В.
Выпускник	Цой Максим Алексеевич

Ташкент 2014 г

Содержание

Введение.....	5
1. Обзор литературы	
1.1 Анемометрические измерители.....	6
1.2 Типы анемометров.....	7
1.3 Методика измерения скорости ветра.....	15
1.4 Обзор микроконтроллеров.....	16
1.5 Критерии выбора микроконтроллера.....	25
2. Разработка конструкции прибора	
2.1 Разработка схем и проектирование принципиальной схемы...35	
2.2 Разработка конструкции печатных плат.....	38
2.3 Спецификация элементов для анемометрического измерителя...40	
2.4 Разработка конструкции датчика.....	41
2.5 Разработка программы микроконтроллера.....	42
3. Изготовление и настройка прибора	
3.1 Изготовление печатных плат.....	56
3.2 Монтаж и наладка электронных блоков.....	59
3.3 Калибровка анемометра.....	60
4. Безопасность жизнедеятельности.....	61
5. Экономическая часть.....	71
Заключение.....	76
Список использованной литературы.....	77

Введение

Для решения задач ускоренного развития экономики Республики Узбекистан необходим научный и инновационный прорыв во всех основных отраслях экономики.

Такой прорыв невозможен без широкого внедрения микропроцессоров и микроконтроллеров в промышленные устройства и приборы. Важнейшее значение имеет также процесс обучения специалистов навыкам работы измерительными приборами различных типов.

Цель выпускной работы: разработка конструкции анемометрического измерителя, позволяет измерять скорость ветра в автономном режиме и не требует особого ежедневного обслуживания. Назначение прибора – измерение скорости ветра в диапазоне от 1м/с до 25м/с

Технико-экономическая эффективность разработки определяется актуальностью обнаружения местностей подходящих для установки ветряных электростанций, а так же широкого внедрения в приборостроение микропроцессорной техники, необходимой для успешного инновационного развития экономики Республики.

1. Обзор литературы.

1.1 Анемометрические измерители.

Анемометр (греч. Anemos–ветер и metreo–измеряю) – метеорологический прибор для измерения скорости и направления ветра.

В медицинско-санитарной практике анемометр применяют для наблюдений за движением воздушных потоков в открытой атмосфере и в закрытых помещениях;

В лабораторных и производственных условиях для измерения скорости воздушных потоков во всасывающих и приточных отверстиях механической и естественной вентиляции с целью определения ее эффективности, при исследовании метеорологических условий в рабочих помещениях промышленных предприятий, в общественных зданиях и др.

Прибором измеряют среднюю скорость воздушных потоков за определенный промежуток времени (ее выражают обычно в метрах в секунду). Принцип действия большинства анемометров основан на явлении силового (динамического) давления, оказываемого воздушным потоком на встречное препятствие; скорость при этом определяется по силе давления потока на движущуюся жесткую систему прибора (аэродинамические анемометры).

Существуют приборы для определения скорости воздушных потоков так называемым манометрическим способом, их воспринимающей частью является трубка Пито (подпорная или пневмометрическая трубка). Наконец, скорость воздушных потоков можно определить и по величине охлаждения предварительно нагретого тела под действие измеряемого воздушного потока.

Направление движения воздушных потоков определяется чаще всего флюгаркой – пластинкой клиновидной формы с противовесом; встречается флюгарка из двух пластинок, расположенных под углом в 20°, такая

флюгарка более чувствительна. Направление ветра обозначается наименованием стороны света, откуда он дует. В санитарно-гигиенической практике широко используются портативные анемометры – чашечный и крыльчатый.

1.2 Типы анемометров.

Чашечный анемометр

Самый простой тип анемометров — это чашечный анемометр. Он был изобретён доктором Джоном Томасом Ромни Робинсоном в обсерватории Армы, в 1846 году. Он состоял из четырёх чашек полусферической формы, насаженных на спицы ротора, вращавшегося на вертикальной оси.

Горизонтальный поток воздуха с любого направления вращал ротор со скоростью, соответствующей скорости ветра. Робинсон считал, что для его анемометра линейная скорость движения чашек составляет одну треть скорости ветра независимо от размера чашек и длины спиц; отдельные эксперименты того времени это подтверждали. На самом деле это неверно, т.к. "коэффициент анемометра" (обратная величина) для простейшей конструкции Робинсона зависит от размеров чашек и спиц и лежит в пределах от двух до чуть более трёх.

Трёх чашечный ротор, предложенный канадцем Джоном Паттерсоном в 1926 году, и последующие усовершенствования формы чашек Бревортом и Джойнером в 1935-м сделали чашечный анемометр линейным в диапазоне до 100км/ч (27м/с) с погрешностью около 3%. Паттерсон обнаружил, что каждая чашка даёт максимальный вращающий момент, будучи повернутой на 45° к направлению ветра. Трёх чашечный анемометр отличается большим вращающим моментом и быстрее обрабатывает порывы, чем четырёх чашечный.

Оригинальное усовершенствование чашечной конструкции, предложенное австралийцем Дерекком Вестоном (1991), позволяет с помощью того же ротора определять не только скорость, но и направление ветра. Оно заключается в установке на одну из чашек флажка, из-за которого скорость колеса меняется в течение одного оборота (пол-оборота флажок движется по ветру, пол-оборота - против). Зная угол этой неравномерности относительно "статора" метеостанции, можно определить и направление ветра. Самые распространенные модели современности среди чашечных анемометров это МС13, М95ЦМ, анемометр АРЭ. Чашечные анемометры применяются в основном на башенных кранах, для сигнализации повышения скорости ветра.

Приемная часть чашечного анемометра представляет вертушку из 4 полых полушарий (чашек), закрепленную на металлической оси, нижний конец которой связан со счетным механизмом (тахометром). Стрелки на циферблате прибора показывают число оборотов полушарий вокруг оси: большая – число единиц и десятков, а две маленькие – число сотен и тысяч.

Крыльчатый анемометр.

Приемной частью крыльчатого анемометра служит мельничка из легких металлических лопастей, посаженных на соединенную со счетчиком оборотов горизонтальную ось. Прибор особенно чувствителен и применяется, поэтому для измерения скорости воздушных потоков от 0,3 до 5,0 м/сек.

При работе прибор ориентируется по потоку так, чтобы счетный механизм был позади потока относительно крыльчатки; для преодоления инерции сопротивления прибора достаточно крыльчатке вращаться вхолостую всего 0,5 минуты; продолжительность наблюдения ограничивается 2 минутами.

Струнный анемометр.

Это очень чувствительный прибор и нуждается в правильном и аккуратном обращении. Его можно использовать для измерения скорости воздушных потоков в трубах и каналах вентиляционных систем. Во избежание повреждений анемометра следует пользоваться для измерения воздушных потоков, скорость которых не превышает 5 м/сек.

Вентиляционный дифференциальный анемометр.

Этот прибор снабжен небольшой воздуходувкой с вентилятором, приводящей мельничку в движение. Это приспособление служит для преодоления инерции сопротивления прибора и тем самым значительно повышает его чувствительность: им можно измерить скорость начиная с 0,02 м/сек. Перед включением заводят ключом механизм вентилятора (вне сферы действия потока воздуха), включают счетчик, записывают скорость вращения крыльчатки под действием только вентилятора. Затем снова заводят пружину вентилятора и ставят анемометр так, чтобы воздушный поток был направлен в сторону крыльчатки, снова отмечают показания счетчика; разность между вторым и первым показаниями прибора покажет скорость воздушного потока.

Электрические анемометры.

К приборам с электрическими тахометрами относятся анемометры:

- индукционный
- контактный

Приемная часть ручного индукционного анемометра: трехчашечная вертушка, ось которой связана с магнитной системой (генератором электротока); шкала прибора градуирована в метрах в секунду; пределы измерений скорости потоков 0,2-30,0 м/сек. Работают с прибором, как с обычным ручным анемометром. Для повышения точности следует

провести несколько измерений с интервалом в 0,5 минуты и взять среднее значение.

Тепловой анемометр

Датчик лабораторного теплового анемометра представляет собой открытую тонкую нить накаливания (вольфрам, нихром и т.п.), нагретую выше температуры среды и охлаждаемую воздушным потоком. Сопротивление нити изменяется с температурой и определённым образом зависит от скорости ветра и плотности воздуха. В зависимости от схемы включения датчика различают приборы с фиксированным током через нить, фиксированным напряжением на нити и с фиксированной её температурой.

Конструкция имеет недостатки как очевидные (хрупкость), так и менее очевидные (нарушение градуировки из-за быстрого старения горячей проволоки), но в силу очень малой инерционности она широко применяется в аэродинамических экспериментах для измерения локальной турбулентности и пульсаций потока. Часто изготавливаются самими экспериментаторами.

Ультразвуковой анемометр

Принцип действия анемометров ультразвукового типа — в измерении скорости звука, которая изменяется в зависимости от направления ветра. Различают двумерные ультразвуковые анемометры, трехмерные ультразвуковые анемометры и термоанемометры. Двумерный анемометр способен измерять скорость и направление горизонтального ветра. Трёхмерный анемометр проводит измерение первичных физических параметров — времен проходов импульсов, а затем пересчитывает их в три компоненты направления ветра. Термоанемометр, помимо трех компонент направления ветра, способен измерять еще и температуру воздуха ультразвуковым методом.

Многие современные модели электронных анемометров позволяют измерять не только скорость ветра (это основное предназначение прибора), но и объемный расход воздуха, температуру воздуха (термоанемометр), влажность воздушного потока (термоанемометр с функцией измерения влажности).

Анеморумбометр. Характеристика. Виды.

Анеморумбометр - это измерительный прибор, который предназначается для измерения средней за 10 мин, мгновенной и максимальной скорости ветра, а также определения направления ветра. По сути, анеморумбометр – это модернизированный анемометр, который может иметь несколько.

Принцип действия анеморумбометра основывается на преобразовании измеряемых характеристик скорости и направления ветра в электрические сигналы, которые передаются через соединительный кабель на измерительный пульт. Анеморумбометр относится к дистанционным устройствам. Он является основным средством измерения характеристик ветра на метеорологических станциях.

Анеморумбометры, как и анемометры, представлены несколькими видами:

- Чашечный анеморумбометр
- Крыльчато-флюгерный анеморумбометр.

Любой анеморумбометр конструктивно состоит из блока датчиков направления и скорости ветра, измерительного пульта и блока питания.

Для крыльчато-флюгерного анеморумбометра преобразователи скорости и направления ветра изготовлены в виде одного блока датчиков, который состоит из флюгера - сигарообразного корпуса со стабилизатором в хвостовой части (флюгарка), и датчика скорости воздушного потока, представляющего собой лопастной воздушный винт. Плоскость вращения

винта, благодаря действию флюгарки, постоянно расположена перпендикулярно к направлению воздушного потока. Скорость вращения винта, при этом, пропорциональна скорости ветра.

Для чашечного анеморумбометр датчик направления ветра тоже находится во флюгере. Однако датчик скорости потока воздуха представлен здесь чашечным анемометром, который вынесен на верхушку устройства. Такой прибор является наиболее точным, поскольку два датчика работают отдельно и не оказывают друг на друга никакого воздействия.

Измерение средней скорости ветра основано на определении числа оборотов винта или чашечных лопастей, вращаемых воздушным потоком, за 10 минут. Число оборотов лопастей, вычисляется, благодаря механическому редуктору, до долей полного оборота, а затем отсчитывается по шкале указателя, градуированного в м/с.

Мгновенная скорость ветра определяется через напряжение электрического тока, который индуцируется в генераторе. Вращение винта датчика передается ротору генератора, при этом, скорость ротора в каждый момент времени равняется скорости вращения винта.

Направления ветра измеряется путем запоминания положения флюгарки в каждый момент времени с помощью специального устройства и усреднения этих положений.

Блоки датчиков анеморумбометра должны быть установлены на метеорологических площадках, на мачтах высотой от 10 до 12 м и ориентированы по направлению одного из географических меридианов. Измерительный пульт и регистратор, при этом, помещают в здании станции.



Рис. 1.1 Примеры внешних конструкций анемометров.

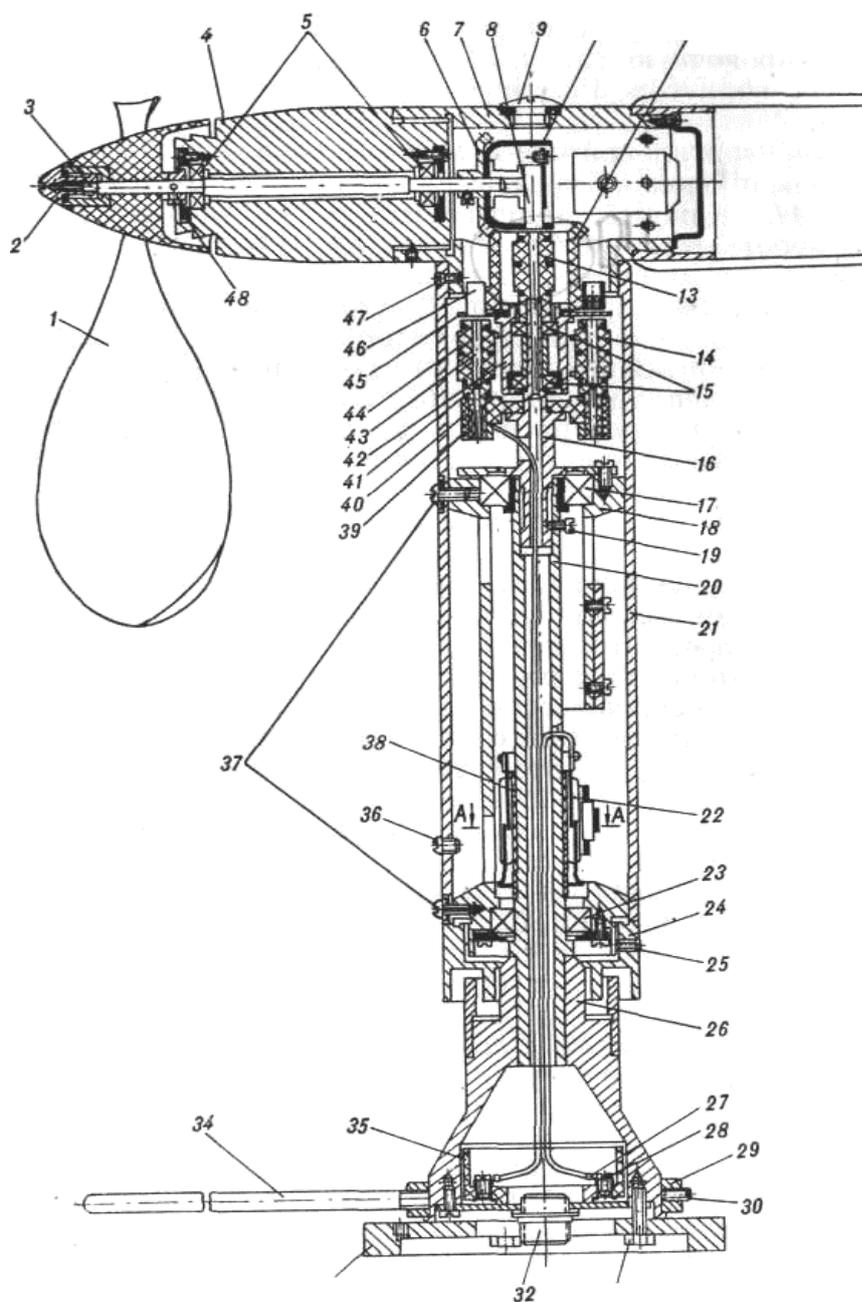


Рис1.2. Внутренняя конструкция анемометра М63М-1

1 — четырехлопастный винт; 2, 39 — гайки; 3 — ось винта; 4 — корпус;
 5, 15 — радиальные шарикоподшипники; 6 — конические шестерни; 7 — тройник; 8, 46 — ферритовые стержни; 9, 19, 25, 37, 47, 50, 51 — винты; 10 — медный колпачок; 12 — флюгарка; 13, 14, 44 — трансформаторы импульсаторов; 16 — пустотелая вертикальная ось; 17 — радиально-упорный шарикоподшипник; 18 — ступица; 20 — трубчатая стойка; 21 — наружная труба; 22 — контактная группа; 23 — плавающий радиальный шарикоподшипник; 24 — гайка регулировочная; 26 — основание; 27 — наконечник; 28 — зажимный винт; 29 — кольцо; 30 — стопорный винт; 31 — болт; 32 — штепсельный разъем; 33 — переходник; 34 — ориентир; 35 — переходная плата; 36 — пробка; 38 — втулка; 40 — монтажная плата; 41 — катушка трансформатора; 42 — обойма; 43 — ферритовый сердечник; 45 — медный диск; 48 — штифт; 49 — магнит.

1.3 Методика измерения скорости ветра.

Измерение скорости ветра в первую очередь зависят от конструкции устройства с помощью которого необходимо снять соответствующие данные:

- Индукционные ротоанемометры
- Импульсные ротоанемометры
- Тепловые электрические анемометры

Для анемометров со вращающимися частями и стрелочными шкалами обозначения используют следующий способ:

Записывают показания всех стрелок (на малых циферблатах учитывают только целые деления), устанавливают прибор на шесте строго вертикально (в открытой атмосфере лучше держать прибор в вытянутой вверх руке), став лицом против ветра (шкала анемометра обращена к наблюдателю), выжидают 1-2 минуты, пока не наступит полная скорость вращения вертушки, после чего шнуром включают анемометр и одновременно секундомер; наблюдение ведется в течение 10 минут.

Вычислив разность между двумя показаниями счетчика (исходным и после 10 минут работы анемометра) и разделив эту величину на время наблюдения, выраженное в секундах, получают число оборотов в 1 секунду. Эта величина приблизительно соответствует искомой скорости движения воздушного потока. Для получения более точной величины пользуются таблицей перевода числа оборотов в скорость (прилагается к каждому прибору). Прибор служит для определения средних скоростей ветра в пределах 1,0-20,0 м/сек.

Результат с тепловых электрических анемометров получают путем снятия разницы температуры нагреваемого материала. Температуру этого

материала измеряют термопарой, ток текущий по термопаре зависит от скорости ветра, его измеряют стрелочными или цифровыми приборами. Чем больше скорость ветра, тем меньше разность температур, тем меньше ток. Для нахождения зависимости изменения тока на термопаре и скорости ветра используют «число Нуссельта» характеризующее процесс теплоотдачи проволоки:

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$$

α - коэффициент теплопередачи,

d -диаметр проволоки,

λ -коэффициент теплопроводности воздуха.

Процесс обдува проволоки характеризуется «числом Рейнольдса»:

$$Re = \frac{\rho V d}{\mu}$$

ρ - плотность воздуха,

V - скорость ветра,

μ - коэффициент динамической вязкости воздуха.

1.4 Обзор микроконтроллеров.

Микроконтроллер (MCU) — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает в себе функции процессора и периферийных устройств, может содержать ОЗУ и ПЗУ. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять простые задачи. Использование одной микросхемы, вместо целого набора, как в случае обычных процессоров, применяемых в персональных компьютерах, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость устройств, построенных на базе микроконтроллеров.

Микроконтроллеры являются основой для построения встраиваемых систем, их можно встретить во многих современных приборах, таких, как

телефоны, стиральные машины и т.п. Большая часть выпускаемых в мире процессоров — микроконтроллеры.

Микроконтроллеры представляют собой универсальные устройства, которые практически всегда используются не сами по себе, а в составе более сложных устройств, в том числе и контроллеров. Системная шина микроконтроллера скрыта от пользователя внутри микросхемы.

Возможности подключения внешних устройств к микроконтроллеру ограничены. Устройства на микроконтроллерах обычно предназначены для решения одной задачи.

Микроконтроллеры — наиболее простой тип микропроцессорных систем, в которых все или большинство узлов системы выполнены в виде одной микросхемы.

Микропроцессорная система может рассматриваться как частный случай электронной системы, предназначенной для обработки входных сигналов и выдачи выходных сигналов (рис. 1.3). В качестве входных и выходных сигналов при этом могут использоваться аналоговые сигналы, одиночные цифровые сигналы, цифровые коды, последовательности цифровых кодов. Внутри системы может производиться хранение, накопление сигналов (или информации), но суть от этого не меняется. Если система цифровая (а микропроцессорные системы относятся к разряду цифровых), то входные аналоговые сигналы преобразуются в последовательности кодов выборок с помощью АЦП, а выходные аналоговые сигналы формируются из последовательности кодов выборок с помощью ЦАП. Обработка и хранение информации производится в цифровом виде.

Характерная особенность традиционной цифровой системы состоит в том, что алгоритмы обработки и хранения информации в ней жестко связаны со схемотехникой системы. То есть изменение этих алгоритмов возможно только путем изменения структуры системы, замены

электронных узлов, входящих в систему, и/или связей между ними.

Например, если нам нужна дополнительная операция суммирования, то необходимо добавить в структуру системы лишний сумматор. Или если нужна дополнительная функция хранения кода в течение одного такта, то мы должны добавить в структуру еще один регистр.

Естественно, это практически невозможно сделать в процессе эксплуатации, обязательно нужен новый производственный цикл проектирования, изготовления, отладки всей системы. Именно поэтому традиционная цифровая система часто называется системой на "жесткой логике".



Рис. 1.3 Электронная система.

Любая система на "жесткой логике" обязательно представляет собой специализированную систему, настроенную исключительно на одну задачу или (реже) на несколько близких, заранее известных задач. Это имеет свои бесспорные преимущества.

Во-первых, специализированная система (в отличие от универсальной) никогда не имеет аппаратной избыточности, то есть каждый ее элемент обязательно работает в полную силу (конечно, если эта система грамотно спроектирована).

Во-вторых, именно специализированная система может обеспечить максимально высокое быстродействие, так как скорость выполнения алгоритмов обработки информации определяется в ней только быстродействием отдельных логических элементов и выбранной схемой

путей прохождения информации. А именно логические элементы всегда обладают максимальным на данный момент быстродействием.

Но в то же время большим недостатком цифровой системы на "жесткой логике" является то, что для каждой новой задачи ее надо проектировать и изготавливать заново. Это процесс длительный, дорогостоящий, требующий высокой квалификации исполнителей. А если решаемая задача вдруг изменяется, то вся аппаратура должна быть полностью заменена. В нашем быстро меняющемся мире это довольно расточительно.

Путь преодоления этого недостатка довольно очевиден: надо построить такую систему, которая могла бы легко адаптироваться под любую задачу, перестраиваться с одного алгоритма работы на другой без изменения аппаратуры. И задавать тот или иной алгоритм мы тогда могли бы путем ввода в систему некой дополнительной управляющей информации, программы работы системы (рис. 1.4). Тогда система станет универсальной, или программируемой, не жесткой, а гибкой. Именно это и обеспечивает микропроцессорная система.

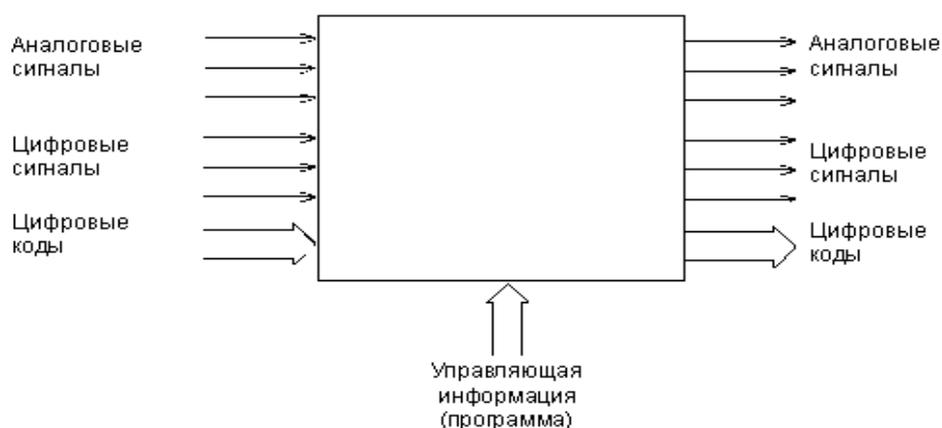


Рис. 1.4 Программируемая (она же универсальная) электронная система.

Но любая универсальность обязательно приводит к избыточности. Ведь решение максимально трудной задачи требует гораздо больше средств, чем решение максимально простой задачи. Поэтому сложность универсальной системы должна быть такой, чтобы обеспечивать решение

самой трудной задачи, а при решении простой задачи система будет работать далеко не в полную силу, будет использовать не все свои ресурсы. И чем проще решаемая задача, тем больше избыточность, и тем менее оправданной становится универсальность. Избыточность ведет к увеличению стоимости системы, снижению ее надежности, увеличению потребляемой мощности и т.д.

Кроме того, универсальность, как правило, приводит к существенному снижению быстродействия. Оптимизировать универсальную систему так, чтобы каждая новая задача решалась максимально быстро, попросту невозможно.

Общее правило таково: чем больше универсальность, гибкость, тем меньше быстродействие. Более того, для универсальных систем не существует таких задач (пусть даже и самых простых), которые бы они решали с максимально возможным быстродействием. За все приходится платить.

Таким образом, можно сделать следующий вывод. Системы на "жесткой логике" хороши там, где решаемая задача не меняется длительное время, где требуется самое высокое быстродействие, где алгоритмы обработки информации предельно просты. А универсальные, программируемые системы хороши там, где часто меняются решаемые задачи, где высокое быстродействие не слишком важно, где алгоритмы обработки информации сложные. То есть любая система хороша на своем месте.

Однако за последние десятилетия быстродействие универсальных (микропроцессорных) систем сильно выросло (на несколько порядков). К тому же большой объем выпуска микросхем для этих систем привел к резкому снижению их стоимости. В результате область применения систем на "жесткой логике" резко сузилась. Более того, высокими темпами развиваются сейчас программируемые системы, предназначенные для

решения одной задачи или нескольких близких задач. Они удачно совмещают в себе как достоинства систем на "жесткой логике", так и программируемых систем, обеспечивая сочетание достаточно высокого быстродействия и необходимой гибкости. Так что вытеснение "жесткой логики" продолжается.

Ядром любой микропроцессорной системы является микропроцессор или просто процессор (от английского processor). Перевести на русский язык это слово правильнее всего как "обработчик", так как именно микропроцессор — это тот узел, блок, который производит всю обработку информации внутри микропроцессорной системы. Остальные узлы выполняют всего лишь вспомогательные функции: хранение информации (в том числе и управляющей информации, то есть программы), связи с внешними устройствами, связи с пользователем и т.д. Процессор заменяет практически всю "жесткую логику", которая понадобилась бы в случае традиционной цифровой системы. Он выполняет арифметические функции (сложение, умножение и т.д.), логические функции (сдвиг, сравнение, маскирование кодов и т.д.), временное хранение кодов (во внутренних регистрах), пересылку кодов между узлами микропроцессорной системы и многое другое. Количество таких элементарных операций, выполняемых процессором, может достигать нескольких сотен. Процессор можно сравнить с мозгом системы.

Но при этом надо учитывать, что все свои операции процессор выполняет последовательно, то есть одну за другой, по очереди. Конечно, существуют процессоры с параллельным выполнением некоторых операций, встречаются также микропроцессорные системы, в которых несколько процессоров работают над одной задачей параллельно, но это редкие исключения. С одной стороны, последовательное выполнение операций — несомненное достоинство, так как позволяет с помощью всего одного процессора выполнять любые, самые сложные алгоритмы

обработки информации. Но, с другой стороны, последовательное выполнение операций приводит к тому, что время выполнения алгоритма зависит от его сложности. Простые алгоритмы выполняются быстрее сложных. То есть микропроцессорная система способна сделать все, но работает она не слишком быстро, ведь все информационные потоки приходится пропускать через один-единственный узел — микропроцессор. В традиционной цифровой системе можно легко организовать параллельную обработку всех потоков информации, правда, ценой усложнения схемы.

Для выполнения команд в структуру процессора входят внутренние регистры, арифметико-логическое устройство (АЛУ, ALU — Arithmetic Logic Unit), мультиплексоры, буферы, регистры и другие узлы. Работа всех узлов синхронизируется общим внешним тактовым сигналом процессора. То есть процессор представляет собой довольно сложное цифровое устройство.

Типичная структура микропроцессорной системы приведена на рис. 1.5. Она включает в себя три основных типа устройств:

- процессор;
- память, включающую оперативную память (ОЗУ, RAM — Random Access Memory) и постоянную память (ПЗУ, ROM — Read Only Memory), которая служит для хранения данных и программ;
- устройства ввода/вывода (УВВ, I/O — Input/Output Devices), служащие для связи микропроцессорной системы с внешними устройствами, для приема (ввода, чтения, Read) входных сигналов и выдачи (вывода, записи, Write) выходных сигналов.

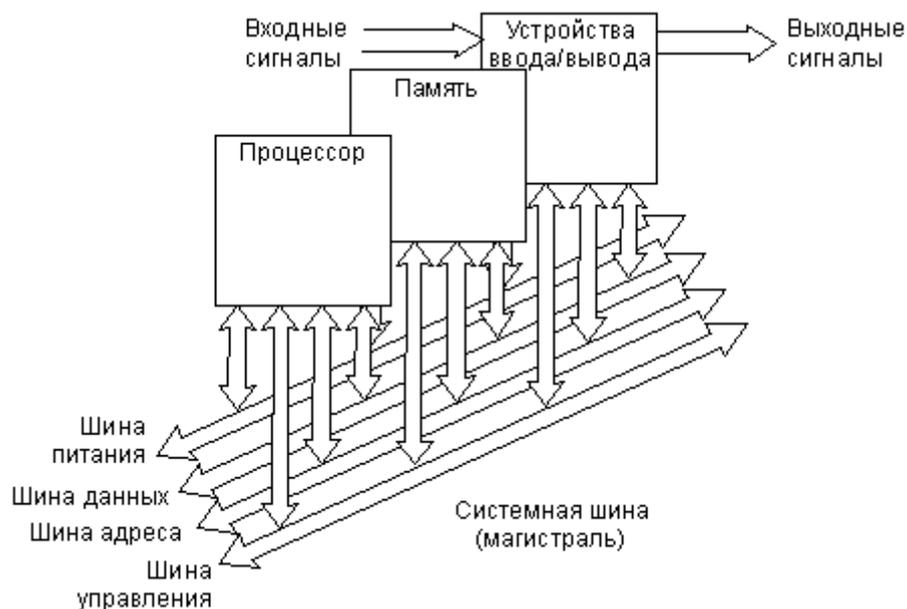


Рис. 1.5 Структура микропроцессорной системы.

Все устройства микропроцессорной системы объединяются общей системной шиной (она же называется еще системной магистралью или каналом). Системная магистраль включает в себя четыре основные шины нижнего уровня:

- шина адреса (Address Bus);
- шина данных (Data Bus);
- шина управления (Control Bus);
- шина питания (Power Bus).

Шина адреса служит для определения адреса (номера) устройства, с которым процессор обменивается информацией в данный момент. Каждому устройству (кроме процессора), каждой ячейке памяти в микропроцессорной системе присваивается собственный адрес. Когда код какого-то адреса выставляется процессором на шине адреса, устройство, которому этот адрес приписан, понимает, что ему предстоит обмен информацией. Шина адреса может быть однонаправленной или двунаправленной.

Шина данных — это основная шина, которая используется для передачи информационных кодов между всеми устройствами микропроцессорной системы. Обычно в пересылке информации участвует процессор, который передает код данных в какое-то устройство или в ячейку памяти или же принимает код данных из какого-то устройства или из ячейки памяти. Но возможна также и передача информации между устройствами без участия процессора. Шина данных всегда двунаправленная.

Шина управления в отличие от шины адреса и шины данных состоит из отдельных управляющих сигналов. Каждый из этих сигналов во время обмена информацией имеет свою функцию. Некоторые сигналы служат для стробирования передаваемых или принимаемых данных (то есть определяют моменты времени, когда информационный код выставлен на шину данных). Другие управляющие сигналы могут использоваться для подтверждения приема данных, для сброса всех устройств в исходное состояние, для тактирования всех устройств и т.д. Линии шины управления могут быть однонаправленными или двунаправленными.

Если информация должна пройти сложную многоступенчатую обработку, то процессор может хранить промежуточные результаты в системной оперативной памяти. Для обращения к любой ячейке памяти процессор выставляет ее адрес на шину адреса и передает в нее информационный код по шине данных или же принимает из нее информационный код по шине данных. В памяти (оперативной и постоянной) находятся также и управляющие коды (команды выполняемой процессором программы), которые процессор также читает по шине данных с адресацией по шине адреса. Постоянная память используется в основном для хранения программы начального пуска микропроцессорной системы, которая выполняется каждый раз после включения питания. Информация в нее заносится изготовителем раз и навсегда.

Таким образом, в микропроцессорной системе все информационные коды и коды команд передаются по шинам последовательно, по очереди. Это определяет сравнительно невысокое быстродействие микропроцессорной системы. Оно ограничено обычно даже не быстродействием процессора (которое тоже очень важно) и не скоростью обмена по системной шине (магистральной), а именно последовательным характером передачи информации по системной шине (магистральной).

В настоящее время при разработке новых микропроцессорных систем чаще всего выбирают путь использования микроконтроллеров (примерно в 80% случаев). При этом микроконтроллеры применяются или самостоятельно, с минимальной дополнительной аппаратурой, или в составе более сложных контроллеров с развитыми средствами ввода/вывода.

Классические микропроцессорные системы на базе микросхем процессоров и микропроцессорных комплектов выпускаются сейчас довольно редко, в первую очередь, из-за сложности процесса разработки и отладки этих систем. Данный тип микропроцессорных систем выбирают в основном тогда, когда микроконтроллеры не могут обеспечить требуемых характеристик.

1.5 Критерии выбора микроконтроллера

В последние годы при разработке систем управления объектами различного типа и уровня сложности все больше внимания уделяется микроконтроллерной технике. Это связано с ее бурным развитием и широким ассортиментом предлагаемой продукции. Использование микроконтроллеров позволяет конструировать устройства, обладающие такими качествами, как небольшие габариты, относительная дешевизна, простота и надежность, совместимость с персональным компьютером через стандартные интерфейсы.

При разработке устройства возникает необходимость в выборе микроконтроллера, удовлетворяющего требованиям по производительности, надежности, условиям применения и т.д.

Выбор микроконтроллера (МК) является одним из самых важных решений, от которых зависит успех или провал всего проекта. При выборе микроконтроллера существуют многочисленные критерии.

Основная цель - выбрать микроконтроллер с минимальной ценой (чтобы снизить общую стоимость системы), но в то же время удовлетворяющий системной спецификации, т.е. требованиям по производительности, надежности, условиям применения и т.д. Общая стоимость системы включает все: инженерное исследование и разработку, производство (комплектующие и труд), гарантийный ремонт, обновление, обслуживание, совместимость, простоту в обращении и т.д.

Второй шаг - поиск микроконтроллеров, которые удовлетворяют всем системным требованиям. Он обычно включает подбор литературы, технических описаний и технических коммерческих журналов, а также консультации.

Последняя стадия выбора состоит из нескольких этапов, цель которых - сузить список приемлемых микроконтроллеров до одного. Эти этапы включают в себя анализ цены, доступности, средств разработки, поддержки производителя, стабильности и наличия других производителей.

Проведение системного анализа проекта позволяет определить требования к микроконтроллеру:

- разрядность вычислительного ядра;
- набор встроенных периферийных устройств (таймеры, АЦП и т.п.);
- наличие битовых операций;
- аппаратная организация обработки данных (структура машинного цикла);

- возможность работа по прерываниям или по внешним сигналам готовности;
- количество управляемых портов ввода/вывода, характер передачи;
- байтовая или битовая, программная настройка направления передачи;
- тип устройств ввода/вывода, которыми должен управлять выбираемый МК в проектируемой системе (терминалы, выключатели, реле, клавиши, датчики, цифровые устройства визуальной индикации, аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, модуляторы и т.д.);
- поддерживаемые способы загрузки программ в микроконтроллер, возможность внутрисистемного программирования (ISP), использование при этом стандартизированных интерфейсов (SPI, I2C);
- количество и тип напряжений питания;
- массогабаритные и эстетические ограничения;
- условия окружающей среды, необходимые для эксплуатации.

Выбор прикладного языка программирования (например, С или Паскаль вместо ассемблера) может сильно повлиять на производительность системы, которая затем может диктовать выбор 8-, 16 - или 32 -разрядной архитектуры.

Тактовая частота или, более точно, скорость шины определяет, сколько вычислений может быть выполнено за единицу времени. Некоторые микроконтроллеры имеют узкий диапазон возможной тактовой частоты, в то время как другие могут работать вплоть до нулевой частоты. Иногда выбирается специальная тактовая частота, чтобы сгенерировать другую тактовую частоту, требуемую в системе, например, для задания скоростей последовательной передачи (например 11059,2 кГц).

Чтобы достичь более высокого уровня интеграции и надежности при более низкой цене, все микроконтроллеры имеют встроенные дополнительные устройства. Эти устройства под управлением

микропроцессорного ядра микроконтроллера выполняют определенные функции. Встроенные устройства повышают надежность, потому что они не требуют никаких внешних электрических цепей. Они предварительно тестируются производителем и освобождают место на плате, так как все электрические соединительные цепи выполнены на кристалле в микроконтроллере. Некоторыми из наиболее популярных внутрисхемных устройств являются устройства памяти, таймеры, системные часы/генератор и порты ввода - вывода (I/O). Устройства памяти включают оперативную память (RAM), постоянные запоминающие устройства (ROM), перепрограммируемую ROM (EPROM), электрически перепрограммируемую ROM (EEPROM). Под таймерами понимают как часы реального времени, так и устройства периодического прерывания. Следует принимать во внимание диапазон разрешения таймера, так же как и другие подфункции, такие как сравнение состояния таймера и/или входных линий измерения сигнала.

В большинство микроконтроллеров с внутрисхемными ресурсами включается блок конфигурационных регистров для управления этими ресурсами. Хотя конфигурационные регистры могут сначала испугать своей сложностью, они крайне ценны благодаря гибкости при низкой стоимости, так что одному микроконтроллеру можно найти различные применения.

Высокопроизводительные 8-разрядные RISC-микроконтроллеры семейства AVR

Компания ATMEL Corp. – один из мировых лидеров в производстве широкого спектра микросхем энергонезависимой памяти, FLASH-микроконтроллеров и микросхем программируемой логики, взяла старт по разработке RISC-микроконтроллеров в середине 90-х годов, используя все свои технические решения, накопленные к этому времени.

Концепция новых скоростных микроконтроллеров была создана группой разработчиков исследовательского центра ATMEL в Норвегии, инициалы которых затем сформировали марку AVR. Первые микроконтроллеры AVR AT90S1200 появились в середине 1997 г. и быстро снискали расположение потребителей. Эти 8-разрядные RISC-микроконтроллеры для встраиваемых приложений являются наиболее интересным и прогрессивным из развиваемых направлений.

Термин RISC (Reduced Instruction Set Computer – вычислитель с сокращенным набором команд) означает, что процессорное ядро оперирует с минимизированным набором машинных команд, и, следовательно, количество различных машинных циклов невелико. Это позволяет в значительной степени сократить время выполнения машинного цикла, и команды соответственно. Таким образом, отношение длительности машинного цикла к длительности такта уменьшается – от 12 у классических контроллеров семейства MCS-51 до 1 – у контроллеров семейства AVR. Таким образом, при одинаковом значении тактовой частоты производительность возрастает в несколько раз.

AVR-архитектура, на основе которой построены микроконтроллеры семейства AVR, объединяет мощный гарвардский RISC-процессор с отдельным доступом к памяти программ и данных, 32 регистра общего назначения, каждый из которых может работать как регистр-аккумулятор, и развитую систему команд фиксированной 16-битовой длины. Большинство команд выполняются за один машинный такт с одновременным исполнением текущей и выборкой следующей команды, что обеспечивает производительность до 1 MIPS на каждый МГц тактовой частоты.

Регистры общего назначения образуют регистровый файл быстрого доступа, где каждый из 32 регистров напрямую связан с АЛУ. За один такт из регистрового файла выбираются два операнда, выполняется операция, и

результат возвращается в регистровый файл. АЛУ поддерживает арифметические и логические операции с регистрами, между регистром и константой или непосредственно с регистром.

Регистровый файл также доступен как часть памяти данных. Шесть из 32 регистров могут использоваться как три 16-разрядных регистра-указателя для косвенной адресации. Старшие микроконтроллеры семейства AVR имеют в составе АЛУ аппаратный умножитель.

Базовый набор команд AVR содержит 120 инструкций. Инструкции битовых операций включают инструкции установки, очистки и тестирования битов. Однако по сравнению с контроллерами семейства MCS-51 мнемоники команд зависят от типа адресации (даже команды пересылки), многие команды перехода имеют нестандартный синтаксис (без меток, с пропуском фиксированного числа команд).

Все микроконтроллеры AVR имеют встроенную Flash-ROM с возможностью внутрисхемного программирования через последовательный 4-проводной интерфейс типа SPI.

Периферия МК AVR включает: таймеры-счётчики, широтно-импульсные модуляторы, поддержку внешних прерываний, аналоговые компараторы, 10-разрядный многоканальный АЦП, параллельные порты (от 3 до 53 линий ввода и вывода), интерфейсы UART(USART), SPI, TWI, встроенные генераторы с внутренней RC-цепочкой, сторожевой таймер и устройство сброса по включению питания. Все эти качества превращают AVR-микроконтроллеры в мощный инструмент для построения современных, высокопроизводительных и экономичных контроллеров различного назначения.

В рамках единой базовой архитектуры AVR-микроконтроллеры подразделяются на три подсемейства:

- Tiny AVR;
- Classic AVR

- Mega AVR.

Микроконтроллеры семейства Tiny имеют небольшие объемы памяти (1..2 Кбайта) и весьма ограниченную периферию. Практически все они выпускаются в 8-выводных корпусах и предназначены для решений, принимаемых в условиях жестких финансовых ограничений. Область применения этих микроконтроллеров – интеллектуальные датчики различного назначения (контрольные, пожарные, охранные), игрушки, зарядные устройства, различная бытовая техника.

Микроконтроллеры семейства Mega имеют наиболее развитую периферию, наибольшие среди всех контроллеров AVR объемы памяти программ и данных. Они предназначены для использования в телекоммуникационной аппаратуре, контроллерах различного периферийного оборудования (принтеры, сканеры, дисковые накопители и т.п.), сложной офисной технике и стойках управления технологическим оборудованием (станки с ЧПУ). Все AVR-микроконтроллеры совместимы по исходным кодам и тактированию, поддерживают несколько режимов пониженного энергопотребления, имеют блок прерываний, сторожевой таймер и допускают программирование непосредственно в готовом устройстве (внутрисистемное программирование – ISP).

Семейство обеспечено комплектом программ и системами отладки, включающими: макро - ассемблеры, отладчики/симуляторы программ, внутрисхемные эмуляторы, и отладочные устройства. Достаточно популярным программным продуктом для разработки является система AVR Studio, свободно распространяемая корпорацией Atmel.

Основные электрические характеристики новейших AVR микроконтроллеров фирмы Atmel:

- полностью статическая схемотехника – МК работают при тактовой частоте от 0 Гц до 20 МГц;
- диапазон напряжений питания от 2,7 В до 6,0 В;

- различные режимы энергосбережения: пассивный (idle) и стоповый (power down).

Функциональные возможности микроконтроллера AVR ATmega8

Как и все микроконтроллеры AVR фирмы Atmel, микроконтроллеры семейства MEGA являются 8-разрядными микроконтроллерами, предназначенными для встраиваемых приложений. Они изготавливаются по малопотребляющей КМОП - технологии, которая вместе с усовершенствованной RISC-архитектурой позволяет достичь наилучшего соотношения быстродействие/энергопотребление. Микроконтроллеры описываемого семейства являются наиболее развитыми представителями микроконтроллеров AVR.

Ниже рассмотрен один из наиболее мощных на сегодняшний день микроконтроллеров – модель ATmega8.

Основные характеристики микроконтроллера ATmega8

- AVR RISC-архитектура - архитектура высокой производительности и малого потребления;
- система команд содержит 130 инструкций, большинство которых выполняется за один машинный цикл;
- единый 16-разрядный формат команд;
- производительность 16 MIPS на частоте 16 МГц;
- наличие аппаратного умножителя;
- 8 Кбайт Flash ПЗУ программ, с возможностью до 1000 циклов стирания/записи;
- 512 байт ЭСППЗУ (EEPROM) данных, с возможностью до 100000 циклов стирания/записи;
- 1 Кбайт оперативной памяти (SRAM);
- возможность программирования непосредственно в целевой системе через последовательные интерфейсы SPI и JTAG;

- возможность самопрограммирования;
- возможность внутрисхемной отладки в соответствии со стандартом IEEE 1149.1 (JTAG);
- различные способы синхронизации: встроенный RC-генератор с внутренней и внешней задающей RC-цепочкой или с внешним резонатором (пьезокерамическим или кварцевым); внешний сигнал синхронизации;
- 6 режимов пониженного энергопотребления (Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby и Extended Standby);
- детектор снижения напряжения питания (BOD);
- 21 источник прерываний (внутренних и внешних);
- многоуровневая система прерываний, поддержка очереди прерываний;
- возможность защиты от несанкционированного чтения и модификации памяти программ и данных;
- загрузочный сектор с независимыми битами защиты;
- возможность чтения памяти программ во время ее записи;
- два 8-разрядных таймера/счетчика с предварительным делителем частоты и режимом сравнения;
- 16-разрядный таймер/счетчик с предварительным делителем частоты, режимом сравнения и режимом внешнего события;
- сторожевой таймер WDT;
- четыре канала генерации выходных ШИМ-сигналов;
- аналоговый компаратор;
- 8-канальный 10-разрядный АЦП как с несимметричными, так и с дифференциальными входами;
- полнодуплексный универсальный синхронный/асинхронный приемопередатчик USART;

- последовательный синхронный интерфейс SPI, используемый также для программирования Flash-памяти программ;
- последовательный двухпроводный интерфейс TWI (аналог I2C)
- 32 программируемые линии ввода/вывода с уровнями ТТЛ; на эти линии выведена также поддержка периферийных функций;
- напряжения питания 2.7 ... 5.5 В.

2. Разработка конструкции прибора

2.1 Разработка схем и проектирование принципиальной схемы

Вся схема разрабатываемого прибора была собрана на двух платах. В результате были разработаны следующие элементы (блоки):

1. Основная плата.
2. Датчик скорости ветра

Основная плата содержит в себе следующие узлы:

1. Микроконтроллерный узел ATmega8, позволяющий подключить микроконтроллеры серии AVR типов
2. Схему питания.
3. Блок индикации для вывода, значения скорости ветра.

Датчик скорости ветра состоит из:

1. Вращающего элемента, представляющего собой крестовину с закрепленными на ней пластиковых полусфер.
2. Генератора импульсов.

Проектирование схемы производилось с помощью программы PCAD Schematic, основной задачей которой является построение принципиальных электрических схем радиоэлектронных устройств.

В этой программе электрические схемы выполняются без соблюдения масштаба. Реальное расположение компонентов на монтажно-коммутационном поле не учитывается при рисовании электрических схем. Выбранный размер на который выводится рисунок схемы, должен обеспечить компактность и ясность при чтении деталей схемы.

На электрической схеме изображаются символы компонентов, электрические связи между ними, текстовая информация, таблицы, буквенно-цифровые обозначения и основные надписи на формате схемы. Линии на всех схемах одного проекта выполняются толщиной от 0,2 до 1 мм. Соединения и условные обозначения компонентов выполняются

линиями одинаковой толщины. Утолщенными линиями рисуются жгуты (общие шины).

После настройки конфигурации графического редактора PCAD Schematic и при наличии в библиотеке всех символов компонентов, содержащихся в заданной электрической схеме (текущем проекте), составляется принципиальная электронная схема. При этом графические изображения элементов схем и линии электрической связи размещаются по обычным правилам. После создания схемы создается список соединений (NET LIST). В дальнейшем список соединений используется при упаковке элементов и цепей в редакторе PCAD PCB. Принципиальная схема анемометра представлена на Рис.2.1

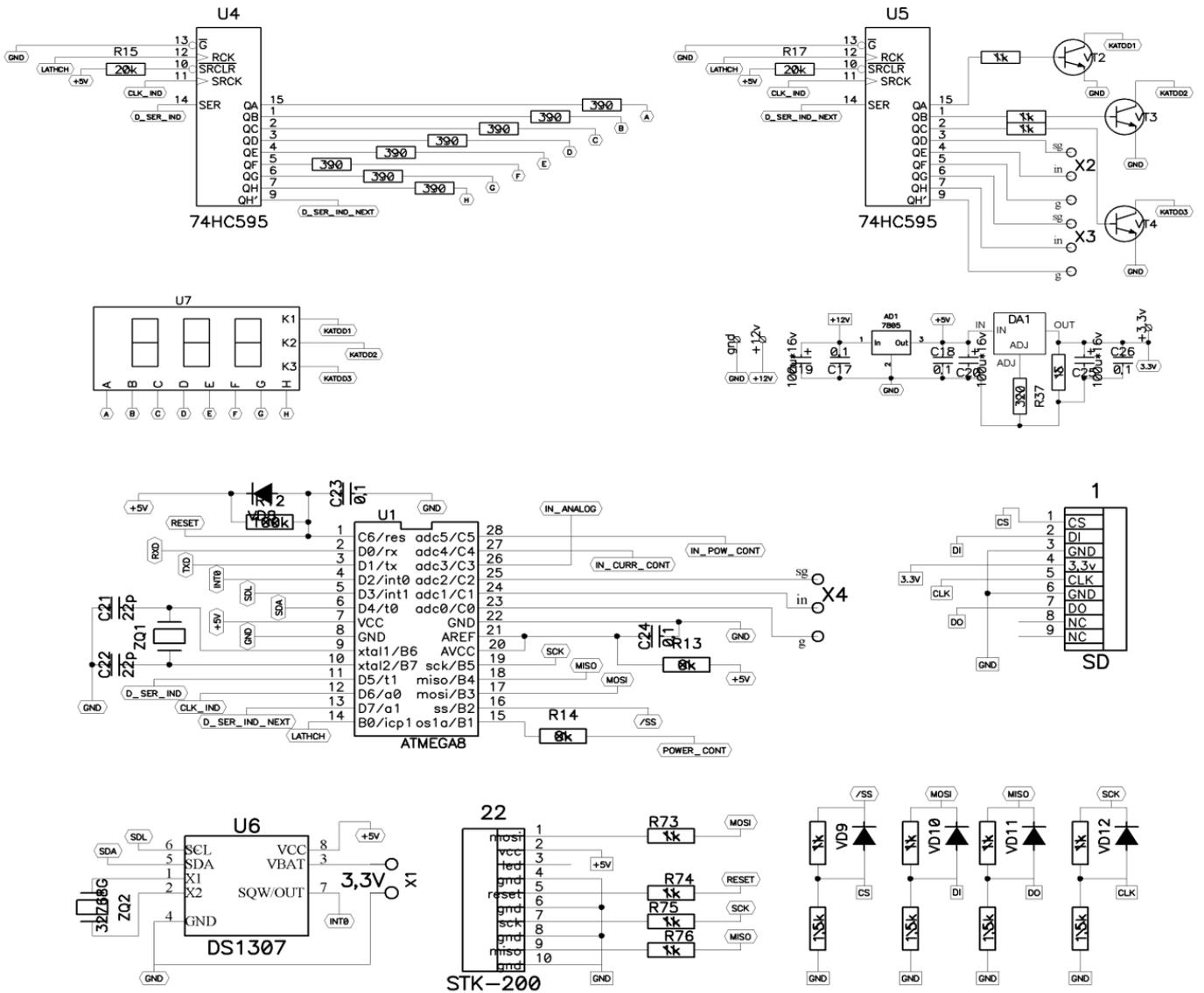


Рис 2.1 Принципиальная схема анемометра.

2.3 Разработка конструкции печатных плат

После настройки конфигурации редактора PCAD PCB и определения всех параметров проекта можно приступить непосредственно к разработке печатных плат. Используя сгенерированный редактором PCAD Schematic список соединений, создается файл, содержащий изображения контуров печатной платы, элементов печатной платы и электрических соединений.

Задача разработки печатных плат сводится к размещению компонентов проекта по отношению друг к другу на поле печатной платы и созданию правил ручной и автоматической трассировки соединений на плате.

Для разработки печатной платы использовался редактор PCB PCAD-2006. В нем производится размещение компонентов на монтажно-коммутационном поле, а также ручная, интерактивная или автоматическая трассировка проводников.

В интерактивном режиме курсором отмечается начало и конец сегмента проводника, который сразу же трассируется с учетом препятствий. При этом соблюдаются все ограничения на проведение трассы, установленные пользователем. Размещение элементов производилось вручную, так как автоматическое размещение не поддерживается системой PCAD. Разводка цепей велась вручную или интерактивно с учетом необходимой ширины дорожек.

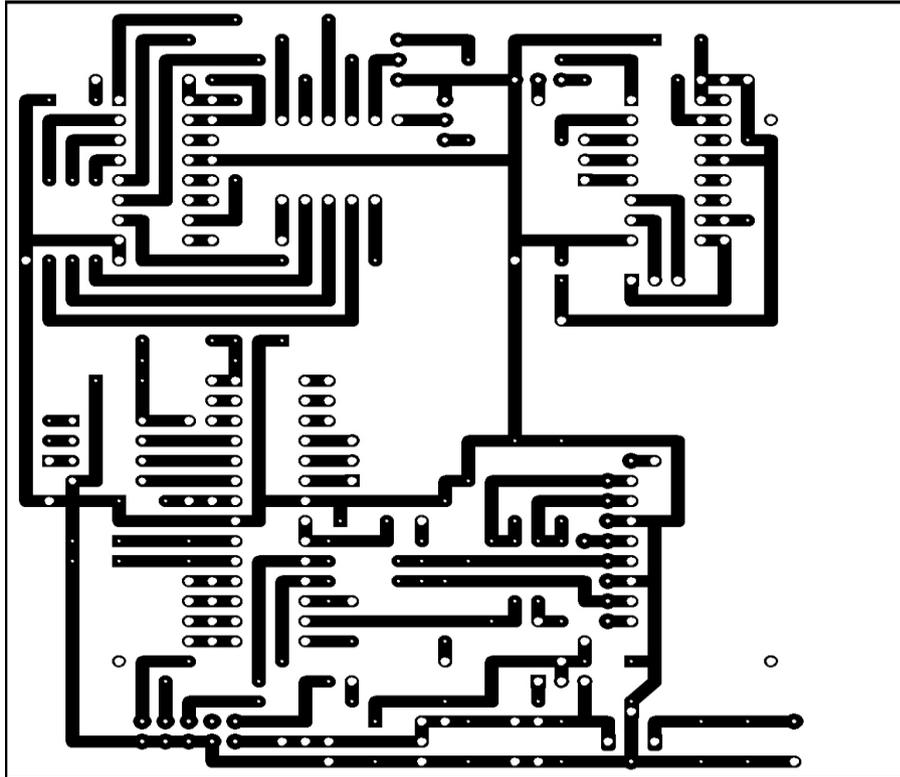


Рис 2.2 Схема печатной платы

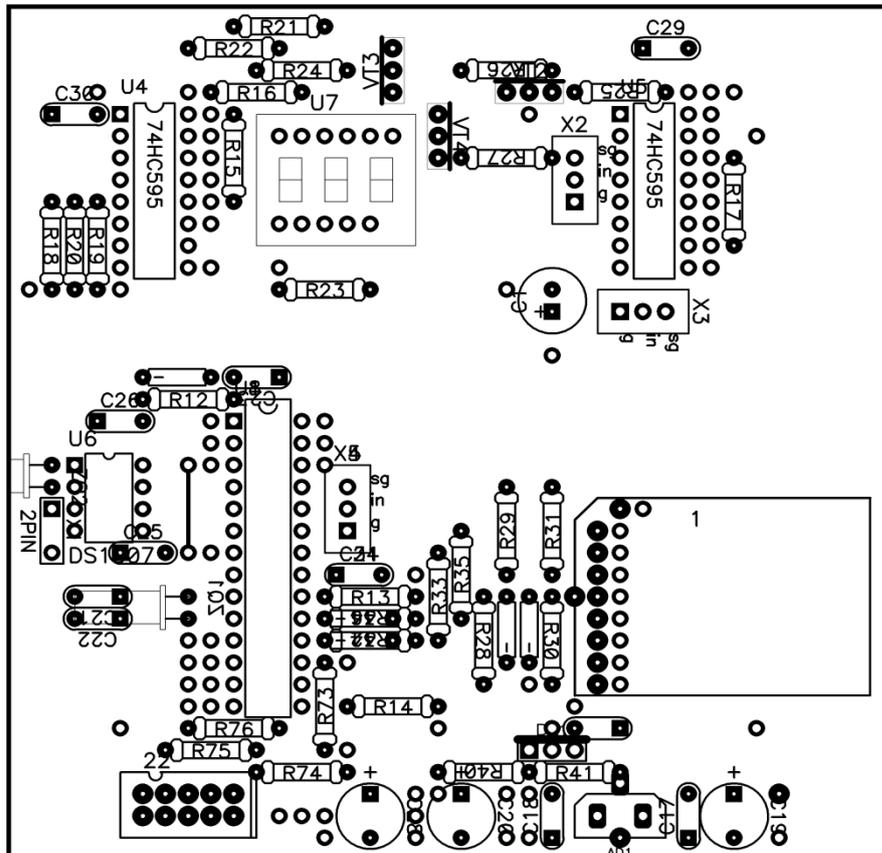


Рис2.3 Монтажная схема печатной платы

2.4 Спецификация элементов для анемометрического измерителя

Таблица

Спецификация элементов

Позиционное обозначение	Наименование/тип элемента	Количество
U1	Atmega8	1
U4-U5	74НС595	2
C1,C19,C20,C28	Конденсатор 100мкФх16В	4
C17,C18,C23- C27,C29,C31	Конденсатор 0.1мкФ	10
C21,C22	Конденсатор 22пкФ	2
VD8-VD17	Диод Шотки 1N5819	8
U6	DS1307 таймер реального времени	1
U7	Индикатор 7х3	1
VT2-VT4	Транзистор КТ972	3
DA1	LM317	1
R29,R31,R33,R35	Резистор 1.5кОм	4
R25-R28, R30, R32, R34, R44, R46, R74- R76	Резистор 1кОм	13
R15, R17	Резистор 20кОм	2
R12	Резистор 100кОм	1
R16, R18-R24	Резистор 390Ом	8
AD1	LM7805	1
ZQ1	Кварцевый генератор 1МГц	1
ZQ2	Кварцевый генератор 32кГц	1

2.5 Разработка конструкции датчика

Корпус анемометрического измерителя, в первую очередь, должен обеспечивать безопасность для элементов прибора, от механических повреждений, а так же герметичность и высокий уровень транспортабельности. Корпус для датчика выполнен из цилиндрического основания и урезанного конуса сверху. В качестве вращающегося элемента используется крестовина, с длиной сторон равной 10см, с закрепленными на ней пластиковыми шариками, диаметром 8см. В цилиндрическом основании корпуса располагается генератор импульсов.

Корпус для основной платы выполнен из небольшой пластмассовой коробки, с вырезом для индикатора и выведенными проводами для приема сигнала от датчика скорости ветра и питания. Габариты печатной платы позволили использовать относительно не большую площадь, в связи с этим была выбрана квадратная коробочка 10x10см и высотой 5см.

2.6 Разработка программы микроконтроллера

Первым шагом для разработки алгоритма программы является разработка алгоритма программы. Алгоритм программы представляет собой блок схему отражающую работу программы, и выполняет функцию карты для программиста при написании кода программы.

Алгоритм программы для разрабатываемого устройства имеет следующий вид:



Программа для микроконтроллера была написана в среде codevision AVR на языке C.

CodeVisionAVR — интегрированная среда разработки программного обеспечения для микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel.

CodeVisionAVR включает в себя следующие компоненты:

- компилятор Си-подобного языка для AVR;
- компилятор языка ассемблер для AVR;
- генератор начального кода программы, позволяющего произвести инициализацию периферийных устройств;
- модуль взаимодействия с отладочной платой STK-500;
- модуль взаимодействия с программатором;
- редактор исходного кода с подсветкой синтаксиса;
- терминал.

Выходными файлами CodeVisionAVR являются:

- HEX, BIN или ROM-файл для загрузки в микроконтроллер посредством программатора;
- COFF — файл, содержащий информацию для отладчика;
- OBJ — файл, в котором хранится промежуточный код компиляции, так называемый объектный код;

CodeVisionAVR является коммерческим программным обеспечением. Существует бесплатная ознакомительная версия с ограничением ряда возможностей, в частности, размер программного кода ограничен 4-мя килобайтами и не включён ряд библиотек.

По состоянию на ноябрь 2012 года последней является версия 2.6.

Компилятор Си, входящий в состав CodeVisionAVR, имеет некоторые отличия от AVR-GCC (WinAVR), в том числе собственный синтаксис, набор поддерживаемых серий микроконтроллеров (последние версии поддерживают, в том числе серию ATXMEGA), а также генерирует отличающийся по быстродействию выходной код.

Программа CodeVision AVR фирмы HP InfoTech – это интегрированная среда разработки, содержащая компилятор языка Си, графическую оболочку, автоматический генератор программ и встроенный программатор, ориентированные на работу с семейством микроконтроллеров AVR.

Наряду со стандартными библиотеками языка Си и системой справок по языку компилятор имеет библиотеки для работы с периферийными устройствами (ЖКИ-индикаторами с встроенными контроллерами, датчиками температуры, часами реального времени, энергонезависимой памятью EEPROM, шиной SPI и др.). Также имеется автоматический генератор программ для инициализации внутренних и периферийных ресурсов микроконтроллера – портов, таймеров, UART, SPI и др. Для отладки систем, использующих последовательную передачу данных, имеется встроенный в компилятор буфер Terminal. Генерируемый при компиляции объектный файл .cof позволяет осуществлять с помощью отладчика AVR Studio 4 отладку программы непосредственно в коде Си.



Рис. 2.4. Окно программы Code Vision AVR

Внешний вид окна программы CodeVision AVR показан на рис. 2.4.

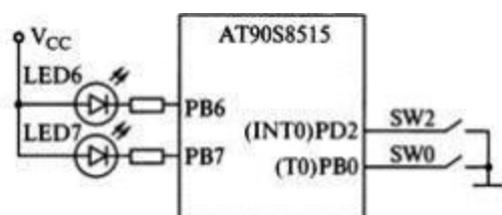
Создание проекта

Разработаем микроконтроллерное устройство, управляющее двумя светодиодами, один из которых показывает готовность к работе, второй переключается по числу нажатий кнопки управления. проект предполагает

работу с портами ввода;вывода, таймером, обработку внешнего прерывания, энергосберегающий режим работы МК, использование библиотечной подпрограммы.

Схема устройства приведена на рис. 8.2. В ней предусмотрены две кнопки. Кнопкой SWO задают число миганий, кнопкой SW2 запускают процесс мигания светодиода. Для подсчета числа нажатий на кнопку SWO необходим счетчик, в качестве которого используем таймер TO в режиме подсчета внешних событий. Для

Рис. 2.5. Схема устройства



индикации используем два светодиода: LED6 – индикатор готовности схемы и LED7 – мигания. Таким образом, микроконтроллер должен иметь возможность обработки внешнего прерывания от кнопки SW2, таймер с входом внешних событий от кнопки SWO и две линии порта для управления светодиодами. Выберем микроконтроллер AT90S8515, рабочую частоту 1 МГц. Кнопки считаем идеальными без эффекта дребезга контакта. Подтягивающие резисторы на входах PD2, PBO подключаем при программировании режима работы портов.

Работа над проектом в CodeVision AVR начинается с выбора команды меню File;New. В диалоговом окне выбираем Project и нажимаем ОК, Дальнейшие действия зависят от выбора No или Yes в появившемся окне. Если не используем автоматический генератор программ, выберем No, затем выполним действия п. 1, в противном случае – действия п. 2.

1. В окне Create New Project задаем имя проекта. После сохранения появляется окно Configure Project (рис. 8.3), в котором на вкладке Files можно добавить {Add) существующие файлы в проект или удалить их

{Remove) из него. При отсутствии файла с текстом программы создаем пустой файл, выполняя команды File;New;Source. После ввода текста программы сохраняем его. Затем переносим файл в папку проекта, выполнив команду Add в окне Configure Project. На вкладке C Compiler указываем тип микроконтроллера {Chip), частоту его работы {Clock), размер доступной памяти {SRAM), а также параметры компиляции: способ оптимизации кода – по размеру {Size) или скорости {Speed), соглашения по компиляции и форматы выходных файлов {File Output Format), использование терминала ввода;вывода.



Рис. 2.6 Окно компилятора Си

Для проекта устанавливаем: тип МК – AT908515, рабочую частоту – 1 МГц, способ оптимизации – по размеру кода, формат выходного файла – COFF, после чего нажимаем ОК.

2. В окне CodeWizardAVR на соответствующих вкладках задаем имя проекта, параметры внутренних ресурсов микроконтроллера (его тип, рабочую частоту, параметры порта ввода;вывода, внешнее прерывание по низкому уровню, переключение таймера;счетчика по перепаду из 1 в 0 на входе TO). Выбираем команду меню File;Generate, Save and Exit. Три раза указываем в окнах Save., имя проекта. В итоге открывается файл-заготовка со строками инициализации требуемых ресурсов.

Для задания параметров проекта в целом необходимо выбрать команду меню Project;Configure. Дальнейшие действия выполняем, как указано в п. 1.

Работу устройства определяет программа, текст которой представлен ниже.

Программа 2.4

Программа 2.4 с помощью таймера подсчитывает число нажатий на кнопку SW0. Затем после нажатия на кнопку SW2 переключает светодиод LED7 по значению таймера. В режиме ожидания включен светодиод LED6. V

```
#include <90s8515.h>
;;#include <mega8515.h> для микроконтроллера ATmega8515 #include
<delay.h> ;; файл с процедурами задержки #define LED7 PORTB.7 #define
LED6 PORTE.6

;; Процедура обработки внешнего прерывания interrupt [EXT_INT0]
void ext_int0_isr(void) { char timer;    ;; локальная переменная
    timer = TCNT0; if (timer != 0) {TCNT0 =0;    ;; сброс
таймера;счетчика
    LED6 =1;    ;; выключаем светодиод LED6
    do {
    LED7 = 0;
    delay_ms(500); ;; задержка 500 мс LED7 = 1; delay_ms(500);
    } while (--timer != 0); LED6 =0;    ;; включаем светодиод LED6
    }
    }

void main(void) {
;; инициализация портов
    DDRB=0xCO;    ;; PB7, PB6 для LED7,LED6
    PORTB=0x81;    ;; PBO(SW0) – ввод событий
```

```

DDRD=0xFB;      ;; PD2(SW2)
PORTD=0xFF;    ;; инициализация таймера 0 TCCR0=0x06;
TCNT0=0x00;
;; инициализация прерывания INTO в GIMSK (или GICR)
GIMSK=0x40;
MCUCR=0x20;    ;; разрешение перехода в режим Idle
#asm("sei");   ;; глобальное разрешение прерываний for (;;) {
#asm("sleep"); ;; переход в режим Idle
#asm("nop"); }
}

```

Компиляция

Для компиляции программы необходимо выбрать команду меню Project ;Compile (F9). Результаты компиляции выводятся в окно Information, а в окне Navigator в дереве проекта появляются синие ветви. Щелкая по значкам, можно перемещаться по заголовкам процедур и именам глобальных переменных, что удобно при работе с большим проектом.

Ветвь дерева с ошибками (Errors) выделена красным цветом. Список ошибок также выводится в окне Messages внизу экрана. Чтобы исправить ошибку, нужно щелкнуть по листу дерева. Соответствующая строка программы выделится серым цветом, а рядом с ней появится курсор для ввода.

После компиляции будут созданы файлы с расширениями: .asm (файл Ассемблера), .tar (адреса ОЗУ расположения глобальных переменных), .vec (список векторов прерываний), .inc (файл определений).

В случае успешной компиляции выводится сообщение об отсутствии ошибок. В окне Navigator ветвь сообщений об ошибках пропадает, а список файлов пополняется файлом filename_.c – копией исходного файла на языке Си.

Для окончательной сборки проекта и получения файлов для отладки и программирования МК нужно выбрать в меню команду **Project;Make** (Shift + F9). Появится окно Information, в котором сообщается о создании дополнительных файлов с расширениями **.hex** (программирование Flash-памяти МК – программа в формате «адрес : слово»), **.eep** (программирование EEPROM), **.lst** (листинг программы), **.err** (аналог содержимого окна Information), **.obj** (объектный файл) и **.cof** (символьный файл для отладки в среде AVR Studio).

Работа с Code Vision AVR на этом заканчивается, по крайней мере до момента, когда нужно будет исправить ошибки, найденные при отладке.

Код программы для разработанного устройства имеет следующий вид:

```
/*  
Chip type           : ATmega8L  
Program type       : Application  
AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz  
Memory model      : Small  
External RAM size  : 0  
Data Stack size   : 256  
***/  
  
#include <mega8.h>  
#include <delay.h>  
#define data PORTC.5  
#define clock PORTD.6  
#define latch PORTB.0  
  
void send_byte (unsigned char byte_to_send)  
{
```

```

unsigned char i;
unsigned char sent_bit = 128;
for (i = 0; i < 8; i++)
{
data = byte_to_send & sent_bit;
#asm
nop
#endasm
clock = 1;
#asm
nop
#endasm
clock = 0;
sent_bit = sent_bit >> 1;
}
}

```

```

#define WIND_VELOCITY_K 0.85
unsigned char digit_out[3];
volatile unsigned char cur_dig = 0;
unsigned int indication_value = 0;
flash char digits[] = {0b00111111, 0b00000110, 0b01011011, 0b01001111,
0b01100110, 0b01101101, 0b01111101, 0b00000111, 0b01111111,
0b01101111};
unsigned int wind_velocity_per_1min = 0;
unsigned int wind_velocity_per_10min = 0;
unsigned long int one_min_timer;
unsigned char hours, minutes, seconds;
unsigned char day, month, year;

```

```

void allocate_digits(void)
{
    digit_out[0]=indication_value/100%10;
    digit_out[1]=indication_value/10%10;
    digit_out[2]=indication_value%10;
}

```

```

void indication (void)
{
    switch (cur_dig)
    {
        case 0:{send_byte (0b00000001); send_byte (digits[digit_out[cur_dig]]);
        break;};
        case 1:{send_byte (0b00000010); send_byte
        (digits[digit_out[cur_dig]]|0b10000000); break;};
        case 2:{send_byte (0b00000100); send_byte (digits[digit_out[cur_dig]]);
        break;};
    }
    latch = 1;
    #asm
    nop
    #endasm
    latch = 0;
    cur_dig++;
    if (cur_dig==3) cur_dig=0;
}

```

```

// Timer 0 overflow interrupt service routine

```

```

interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
if (one_min_timer < 234360) one_min_timer++;
else
{
one_min_timer = 0;
wind_velocity_per_1min = (unsigned int) (WIND_VELOCITY_K * TCNT1 /
60 * 10);
indication_value = wind_velocity_per_1min;
TCNT1 = 0;
}
indication();
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=Out
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=0
PORTB=0x00;
DDRB=0x01;

// Port C initialization
// Func6=In Func5=Out Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=0 State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

```

```

PORTC=0x00;
DDRC=0x20;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=Out Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=0 State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x40;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 1000,000 kHz
TCCR0=0x02;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: T1 pin Falling Edge
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x06;

```

```
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
```

```
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
```

```
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
#asm("sei")
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    // Place your code here
```

```
    allocate_digits();
```

```
};
```

```
}
```

3. Изготовление и настройка прибора

3.1 Изготовление печатных плат

Используя разработанную топологию печатных плат, была изготовлена печатная плата прибора. Плата изготавливалась методом химического травления.

Процесс изготовления печатных плат

Весь процесс изготовления печатной платы можно условно разделить на пять основных этапов:

- предварительная подготовка заготовки (очистка поверхности, обезжиривание);
- нанесение тем или иным способом защитного покрытия;
- удаление лишней меди с поверхности платы (травление);
- очистка заготовки от защитного покрытия;
- сверловка отверстий, покрытие платы флюсом, лужение.

Рассмотрим только «классическую» технологию, при которой лишние участки меди с поверхности платы удаляются путем химического травления.

Предварительная подготовка заготовки

Данный этап является начальным и заключается в подготовке поверхности будущей печатной платы к нанесению на нее защитного покрытия. Весь процесс сводится к удалению окислов и загрязнений с поверхности платы с использованием различных абразивных средств и последующему обезжириванию. Для удаления сильных загрязнений можно использовать мелкозернистую наждачную бумагу («нулевку»), мелкодисперсный абразивный порошок или любое другое средство, не оставляющее на поверхности платы глубоких царапин.

Заключительный этап подготовки поверхности заключается в обезжиривании. Для этого можно использовать кусочек мягкой ткани, не оставляющей волокон, смоченный спиртом, бензином или ацетоном.

После обезжиривания плату следует промыть в проточной холодной воде. Качество очистки можно контролировать, наблюдая за степенью смачивания водой поверхности меди.

Нанесение защитного покрытия

Использование «технологии лазерного принтера и утюга». Основу технологии составляет перенос тонера (порошка, используемого при печати в лазерных принтерах) с какой-либо подложки на печатную плату. При этом возможны два варианта: либо используемая подложка отделяется от платы перед травлением, либо, если в качестве подложки используется алюминиевая фольга, она стравливается вместе с медью. Первый этап использования данной технологии заключается в печати зеркального изображения рисунка печатной платы на подложке. Также помимо принтера можно использовать и копировальный аппарат, применение которого иногда дает даже лучшие по сравнению с принтерами результаты за счет нанесения толстого слоя тонера. Основное требование, которое предъявляется к подложке, — легкость ее отделения от тонера. Кроме того, в случае использования бумаги она не должна оставлять в тонере ворсинок. Перенос тонера на плату заключается в прикладывании подложки с тонером, к предварительно очищенной плате с последующим нагревом до температуры, немного превышающей температуру плавления тонера. После «приварки» тонера к плате необходимо отделить подложку (кроме случая использования в качестве подложки алюминиевой фольги: ее отделять не следует, поскольку она растворяется практически во всех травильных растворах). В целом использование данной технологии после некоторой тренировки позволяет добиться ширины дорожек и зазоров между ними вплоть до 0,3 мм.

Травление

Известно много составов для химического стравливания меди. Все они отличаются скоростью протекания реакции, составом выделяющихся в

результате реакции веществ, а также доступностью необходимых для приготовления раствора химических реактивов. Хлорное железо (FeCl_3) — пожалуй, самый известный и популярный реактив. Сухое хлорное железо растворяется в воде до тех пор, пока не будет получен насыщенный раствор золотисто-желтого цвета. Процесс травления в этом растворе может занять от 10 до 60 минут. Время зависит от концентрации раствора, температуры и перемешивания. По окончании травления плату необходимо промыть большим количеством воды, желательно с мылом (для нейтрализации остатков кислоты).

Очистка заготовки, сверловка, нанесение флюса, лужение

После завершения травления и промывки платы необходимо очистить ее поверхность от защитного покрытия. Сделать это можно каким-либо органическим растворителем, например, ацетоном.

Далее необходимо просверлить все отверстия. Делать это нужно остро заточенным сверлом при максимальных оборотах электродвигателя. В случае, если при нанесении защитного покрытия в центрах контактных площадок не было оставлено пустого места, необходимо предварительно наметить отверстия (сделать это можно, например, шилом). Прижимное усилие в процессе сверления не должно быть слишком большим, чтобы на обратной стороне платы не образовывались бугорки вокруг отверстий. После сверловки нужно обработать отверстия: удалить все зазубрины и заусенцы. Сделать это можно наждачной бумагой.

Следующим этапом является покрытие платы флюсом с последующим лужением. Можно использовать специальные флюсы промышленного изготовления (лучше всего смываемые водой или вообще не требующие смывания) либо просто покрыть плату слабым раствором канифоли в спирте. Лужение можно производить двумя способами: погружением в

расплав припоя либо при помощи паяльника и металлической оплетки, пропитанной припоем.

Типичные размеры отверстий:

- · Переходные отверстия - 0.8 мм и менее
- · Интегральная схема, резисторы и т.д. - 0.8 мм.
- · Большие диоды - 1.0 мм;
- · Контактные колодки, триммеры - от 1.2 до 1.5 мм;

3.2 Монтаж и наладка электронных блоков

Монтаж (сборка) печатных плат

Перед монтажом печатные проводники и контактные площадки необходимо подготовить к пайке - очистить от оксидной пленки и загрязнений. После обезжиривания на все контактные площадки печатной платы кисточкой наносят тонкий слой канифольного флюса.

Радиоэлементы и микросхемы тоже необходимо подготовить к монтажу и пайке. Для этого их выводы формуют (придают им нужную форму), обрезают до необходимой длины, зачищают и лудят.

Формовку выводов делают для того, чтобы, во-первых, привести в соответствие расстояния между ними и контактными площадками, во-вторых, чтобы предотвратить отслаивание печатных проводников и площадок при неосторожном нажатии на корпус элемента. Формовку можно выполнить с помощью пинцета, миниатюрных плоскогубцев.

Для пайки следует применять припой с низкой температурой плавления: ПОСК 50, ПОС 61 и другие. Мощность электрического паяльника при пайке этими припоями не должна превышать 35-40 Вт.

Изолирование корпусов радиоэлементов при монтаже можно выполнить отрезком полихлорвиниловой трубки. Для лучшей фиксации трубку по диаметру следует выбрать несколько меньшей корпуса элемента.

Зачистка выводов. При хранении выводы радиоэлементов через некоторое время обычно покрываются оксидной пленкой, затрудняющей монтажную пайку. Удобно (и быстро) зачищать выводы с помощью ученической чернильной резинки.

Проверка всех радиоэлементов перед монтажом гарантирует работоспособность и успешную настройку прибора. Большинство радиоэлементов можно проверить обычным тестером, а конденсаторы, в том числе и малой емкости (десятки и даже единицы пикофард), при отсутствии измерителя емкости - с помощью головных телефонов.

Предварительная наладка схем

После сборки проводилась наладка аналоговых узлов и проверка верности функционирования всех функциональных узлов схемы.

3.4 Калибровка анемометра.

Калибровка прибора осуществлялась при помощи лабораторного анемометра. Так как изготовленный измеритель основан на принципе счетчика импульсов, и в связи с особенностями конструкции, необходимо было выяснить количество импульсов приходящих на микроконтроллер за определенный промежуток времени и сопоставив это количество с реальной скоростью ветра. Таким образом, необходимо рассчитать количество импульсов и сопоставить с реальной скоростью ветра, затем вычислить коэффициент, при котором число импульсов будет достаточно точно отражать реальную скорость ветра.

4. Безопасность жизнедеятельности

Производственная санитария

В данной выпускной квалификационной работе выполнена разработка конструкции анемометрического измерителя, предназначенного для анализа и сбора статистики о скорости ветра в полевых условиях.

Предлагаемый прибор представляет собой цифровой электронный малогабаритный анемометр.

Схемотехническое решение исключает возможность поражения током разработчика. В данном случае опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе разработки и эксплуатации прибора, относятся к группе физических и психофизиологических факторов.

Физическим фактором является, например, повышенный или пониженный уровень освещенности рабочей зоны.

Влияние электромагнитных полей и излучений на организм разработчика зависит только от мощности излучаемого поля. Само устройство не несет такой опасности, поэтому мероприятия, связанные с предотвращением возможности поражения электромагнитным излучением, в данном разделе рассматриваться не будут.

Для реализации функционального назначения прибора, анемометрический измеритель (анемометр) устанавливается на высотных мачтах. В этом случае необходимо соблюдать меры безопасности при проведении работ на высоте, используя спасательные пояса, страхующие канаты и др. Так как высота зондирования определяется высотой опор, на которых установлены анемометры, то возникают сложности при наблюдении в экстремальных условиях, например, при ураганном ветре.

В данном приборе для обработки и нормализации сигнала используется микропроцессор. Применение микропроцессора позволило добиться следующих преимуществ:

- возросла стойкость прибора к ударам и вибрации;
- возрос класс точности;
- уменьшилось время реакции прибора при минимальном времени успокоения.

Конструктивные особенности системы: возможность подключения индикаторного устройства, которое может быть расположено на пультах управления.

Индикаторные устройства также можно оснастить стандартными разъемами для последовательной передачи и ввода измерительных данных в стандартный персональный компьютер.

Основные опасные и вредные факторы при выполнении работы на компьютере: инфракрасное и ультрафиолетовое излучения, электрические поля токов промышленной частоты, статическое электричество, низкочастотные магнитные поля, повышенные уровни шума и вибрации и др. Также существует опасность поражения электрическим током. Влияет на человека и неправильная посадка за рабочим столом, а также выполнение монотонной работы.

Дисплейный блок не имеет подвижных механических частей и оборудован цифровым дисплеем, указывающим скорость ветра.

Пригодность контрольно-измерительных приборов к проведению испытаний устанавливается проверкой документов, подтверждающих необходимый класс точности приборов и дату их последующей поверки. Класс точности электроизмерительных приборов устанавливается в соответствии с ГОСТ 11828.

Анализ опасных и вредных производственных факторов на этапе разработки анемометрического измерителя.

Оценка условий труда

По степени физической тяжести работа, выполняемая разработчиком, относится к категории легких работ. Основная нагрузка падает на центральную нервную систему. При проектировании и организации оптимальных условий труда для разработчика должны быть соблюдены условия, позволяющие полноценно работать.

Для расчета категории тяжести труда составляется карта условий труда, производится интегральная оценка тяжести труда. Карта условий труда приведена в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Санитарно-гигиенические факторы

Наименование фактора	Предельно допустимые значения	Величина фактора		Длительность действия		Бал с учетом человеческого действия
		В абс. величине	Балл	Мин	Ед	
Температура на рабочем месте, °С	20 - 23	20 - 22	1	30	0,625	0,625
Промышленный шум, дБ	До 50	До 50	1	300	0,625	0,625

Ионизирующее облучение, бэр/год	0,5	0,0828	1	300	0,625	0,625
---------------------------------	-----	--------	---	-----	-------	-------

Категорию тяжести труда определяем по соответствующей таблице нормативно-технических документов. Индекс категории тяжести труда - 2. Данная категория характеризуется выполнением работ в условиях, когда предельно-допустимые величины производственных вредных, и опасных факторов не превышают требований нормативно-технических документов. При этом работоспособность не нарушается, отклонений в состоянии работы не наблюдается в течение всего периода трудовой деятельности человека.

Таблица 4.2

Психофизические факторы

Наименование фактора	Величина фактора		Длительность действия		Балл с учетом действия
	В абс. величине	балл	мин	*ед	
Физическая нагрузка	До 150 ккал	1	300	0,625	0,625
Нервно-эмоциональная нагрузка	Простая, действия по индивидуальному плану	1	300	0,625	0,625
	Решение сложных задач, активный поиск информации	1	300	0,625	0,625
Длительность сосредоточенного наблюдения	До 50% общего времени	1	300	0,625	0,625

*1 ед = 480 мин.

К числу вредных факторов также относится и внешнее воздействие на человека, образующееся при неблагоприятных параметрах микроклимата на рабочих местах, плохом освещении и несоблюдении противопожарных норм и норм по электробезопасности.

Параметры микроклимата в помещении благоприятствуют работе. Рекомендуемая температура воздуха 18-24 °С поддерживается, влажность не превышает норм, содержание пыли в воздухе незначительно.

Системы отопления и вентиляции находятся в исправном состоянии, обеспечивая вышеуказанные параметры микроклимата.

Расчет необходимого воздухообмена в рабочей зоне

В процессе выполнения монтажных работ в результате пайки в воздух рабочей зоны выделяются вредные пары, содержащие свинец, относящийся к группе общетоксичных веществ. Загрязнение воздуха рабочей зоны характеризуется величиной предельно допустимой концентрации (ПДК) : для свинца ПДК = 0,01мг/м, класс опасности - 1, относительный коэффициент опасности - 1,7.

Рабочее место оборудовано местной вентиляцией, отводящей вредные пары от рабочего места, с целью того, чтобы содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не превышало ПДК.

Кроме того, необходимо обеспечить достаточный воздухообмен в помещении. При условии, когда неизвестно точное количество выделяющихся веществ, расчет необходимого количества воздуха проводят по кратности воздухообмена:

$$L = K_p \cdot V \quad (4.1)$$

где K_p - кратность воздухообмена, для помещений небольшого объема

$$K_p = 10;$$

V - объем помещения, м³.

Необходимый воздухообмен для помещения размерами: $a = 6$ м; $b = 4$ м; $h = 3,1$ м составит

$$L = 10 \cdot 77,4 = 774 \text{ (м}^3/\text{ч)}.$$

Помещение оборудовано кондиционером БК-1500, который обладает мощностью 1500 м³ / час, что обеспечивает выполнение санитарно-гигиенических требований.

Таким образом, в рассматриваемом помещении обеспечена достаточная кратность воздухообмена, удовлетворяющая требованиям.

Освещенность рабочего места

Рациональное освещение помещений - один из наиболее важных факторов, от которых зависит эффективность трудовой деятельности человека. Назначение освещения: снижать утомляемость; улучшать условия зрительной работы; способствовать повышению производительности труда и качества продукции; оказывать благоприятное воздействие на психику; уменьшать уровень травматизма и, как следствие, повышать безопасность труда.

В рабочей зоне освещение должно быть в такой мере, чтобы разработчик имел возможность хорошо видеть процесс работы, не напрягая зрение и не наклоняясь - менее чем на 0,5 м до глаз - к объекту.

В рассматриваемом помещении освещение не создаёт резких теней, бликов и не оказывает слепящего действия. Глаза защищены от прямых источников света. Спектральный состав света приближен к естественному свету.

Уровень освещенности - достаточный и соответствует условиям зрительной работы. Также уровень освещенности обеспечивает равномерность и устойчивость освещенности. Освещение не создаёт блескости как самих источников света, так и предметов, находящихся в рабочей зоне.

Используется общее освещение. Максимальная освещенность 400 лк, пульсация менее 10%. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, не должна быть более 200 кд/м².

Используются лампы белого света, холодного белого света, наиболее близкие к естественному свету. Мощность ламп 36-40 Вт, температура 3000-4200 К, тогда они не дают высокого ультрафиолетового излучения. Основной поток естественного света - слева. Солнечные лучи и блики не попадают в поле зрения разработчика.

Нормы освещенности КМК 2.01.05-98 РУз и отраслевые нормы с учетом того, что работа разработчика относится к четвертому разряду зрительной работы, соблюдены.

Электробезопасность.

Электрические установки, к которым, относится измерительная аппаратура, представляют для человека потенциальную опасность поражения электрическим током. В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Учитывая классификацию помещений по электробезопасности, выпускная работа разрабатывалась в помещении без повышенной опасности, характеризующимся наличием следующих условий:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха не более 75%;
- средняя температура не более 35°C;
- наличие изолирующего (деревянного) полового покрытия.

Таким образом, данное помещение - сухое (50 %), нежаркое (25 °С), с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, отсутствует возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, устройствам - с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, которые при пробое изоляции могут оказаться под напряжением, - с другой.

В помещении сеть питания - однофазная, 220 В, 50 Гц. Нулевой защитный проводник - заземлен. Все электрооборудование имеет рабочую изоляцию. Приборы, находящиеся в помещении, работают от номинального напряжения 220В. Во всех источниках питания существует защита, которая обеспечивает автоматическое отключение напряжения при увеличении потребляемого тока свыше допустимого.

При выполнении пайки прибора существует опасность поражения электрическим током, поэтому применялись электропаяльники на напряжение 36 В, с использованием понижающего трансформатора 220/36, один конец вторичной обмотки которого заземлен.

Пожарная безопасность

Во время конструирования предложенного прибора в помещении производилась пайка и настройка других устройств, в ходе которых использовались электропаяльник и легко воспламеняющиеся жидкости

(флюс и спиртовой раствор канифоли). При проведении экспериментальных работ использовались электроприборы, выделяющие большое количество тепла, которое могло стать причиной пожара. Поэтому, согласно нормам технологического проектирования, помещение относится к категории «В» пожароопасных помещений.

Для предотвращения возникновения пожара, пожароопасное оборудование обеспечено специальными термостойкими подставками и теплоотводящими радиаторами.

Легко воспламеняющиеся жидкости хранились в термостойкой герметичной посуде, которая открывалась только в момент их использования.

По условиям пожаробезопасности сопротивление изоляции электроцепей постоянно и тщательно контролировалось. Электропроводка и общеобменная вентиляция в помещении для работ с легковоспламеняющимися веществами и клеями выполнены с учетом взрывобезопасности.

В качестве мер, обеспечивающих противопожарную защиту, применяются средства пожаротушения: огнетушители ОУ - 5, ОХП - 10, ящики с песком, средства индивидуальной и коллективной защиты. Согласно ГОСТ 12.1.004-91 на каждые 50 м² должен приходиться один огнетушитель. Площадь помещения, где проводились разработка и сборка прибора составляет 48 м² и внутри комнаты находится один огнетушитель типа ОУ- 5.

Таким образом, помещение отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004-91 и является безопасным с пожарной точки зрения.

Имеется телефонная связь и пожарная сигнализация.

В здании на видном месте вывешен план эвакуации при пожаре, а также пожарный щит с огнетушителями и с другим противопожарным оборудованием.

Обеспечение пожарной безопасности на рабочих местах: в процессе выполнения работ соблюдались меры предосторожности по обеспечению пожарной безопасности.

5. Экономическая часть

Таблица 5.1

Спецификация приборов КИП и А

Наименование	Тип	Единицы измерения	Кол-во
Анемометр Testo с крыльчаткой	410-2	шт.	10
Анемометр-термометр X-Line AeroTemp	X00123	шт.	26
Термоанемометр стик-класса Testo	405-V1	шт.	6
Анемометр Testo с крыльчаткой	410-1/0560	шт.	6

Определение времени простоя оборудования на ремонте .

Время простоя оборудования на капитальном и текущем ремонтах рассчитывается по действующим нормам. Поэтому будем использовать СНиП «Нормы времени на ремонт КИП и А предприятий».

Таблица 5.2

Время простоя оборудования на капитальном и текущих ремонтах

Наименование	Единицы измерения	Кол.	Н _{вр.} на ремонт		Время простоя	
			Капитальный ремонт	Текущий ремонт	Капитальном ремонте	Текущем ремонте
Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	10	8	–	8	–
Анемометр-термометр X-Line AeroTemp	шт.	26	12	–	312	–
Термоанемометр стик-класса Testo	шт.	6	0.87	1.22	2.61	3.66
Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	6	7.6	–	45.6	–

Расчет годовой потребности приборов КИП

Годовая потребность оборудования в электроэнергии рассчитывается по формуле:

$$P_{год} = N_p \cdot \Phi_{РВ} \cdot nob ,$$

где N_p – норма расхода электроэнергии в единицу времени, Квт/ч;

$\Phi_{РВ}$ – фонд рабочего времени, ч;

nob - количество единиц оборудования.

$\Phi_{РВ}$ рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{РВ} = 24 \cdot 365 - (T_{кап.} + T_{тек.}),$$

$$\Phi_{РВ} = 24 \cdot 365 - 8 = 8752$$

$$\Phi_{РВ} = 24 \cdot 365 - 312 = 8448$$

$$\Phi_{РВ} = 24 \cdot 365 - (2.61 + 3.66) = 8753$$

$$\Phi_{РВ} = 24 \cdot 365 - 45.6 = 8714$$

где $T_{кап}$ – время простоя оборудования на капитальном ремонте, ч;

$T_{тек}$ – время простоя оборудования на текущем ремонте, ч

Рассчитываем фонд рабочего времени по видам оборудования.

Таблица 5.3

ФРВ по видам оборудования

№	Наименование	Единицы измерения	Кол.	ФРВ
1.	Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	10	8752
2.	Анемометр-термометр X-Line AeroTemp	шт.	26	8448
3.	Термоанемометр стик-класса Testo	шт.	6	8753
4.	Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	6	8714

Таблица 5.4

Годовая потребность в электроэнергии

№	Наименование	Единицы измерения	Кол.	ФРД	Норма расхода, Квт/ч	Годовая потребность, кВт/ч
1.	Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	10	8752	0.08	700.16
2.	Анемометр-термометр X-Line AeroTemp	шт.	26	8448	0.05	10982
3.	Термоанемометр стик-класса Testo	шт.	6	8714	0.015	784
4.	Анемометр Testo с крыльчаткой	шт.	6	8714	0.015	893
	Итого					13359

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ПРИБОРОВ КИП и А

Суммарные затраты на приобретение приборов рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{раб.}} = C_{\text{ед.}} \cdot n ,$$

где $C_{\text{ед.}}$ - стоимость прибора в дол.США;
 n - количество однотипных приборов в штуках.

Таблица 5.4

Расчет затрат на приобретение приборов КИП и А

Наименование	Количество		Стоимость
--------------	------------	--	-----------

		единицы в дол.США	НДС 20%	всего
Анемометр Testo с крыльчаткой	10	344	69	4130
Анемометр- термометр X-Line AeroTemp	26	42	9	1326
Термоанемометр стик-класса Testo	6	231	46	971
Анемометр Testo с крыльчаткой	6	186	37	1339
Итого:				7766

Стоимость годовых амортизационных отчислений на оборудование рассчитывается по действующим нормам амортизационных отчислений и составляет 20% от стоимости основных производственных фондов и определяется по формуле:

$$A_{год.кап.} = \frac{\Phi_n \cdot Na}{100\%},$$

где Φ_n - первоначальная стоимость основных производственных фондов;

Na - норматив амортизационных отчислений по данным составляет 20%

$$A_{год.кап.} = \frac{7766 \cdot 20\%}{100\%} = 1553 \text{ дол.США}$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ.

$$P_T = 12\% \cdot \text{ОФ}$$

$$P_T = 0,12 \cdot 7766 = 931 \text{ долл. США в год}$$

Расчет заработной платы производственных рабочих

№	Должность	Количество	Рабочие дни в году	Месячная плата	Годовая плата
1	Начальник цеха	1	270	869	10400
2	Механик	1	270	850	10200
3	Энергетик	1	270	800	9600
4	Нагревальщик	6	270	750	9000
5	Мастер КИПиА	1	270	800	9600
6	Аппаратчик печи	4	270	750	9000
7	Экономист	1	270	700	8400
8	Слесарь ремонтник	4	270	600	7200
	Итого				72800

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40%

$$З_{осн} = С_{ОТ} * 0.4 + С_{ОТ}$$

Фонд оплаты труда определяется как сумма основной и дополнительной з/п

$$Ф_{ОТ} = З_{осн} + З_{д}$$

Затраты на социальное страхование рассчитывается 25% от ФОТ

$$Р_{тр} = 0,2 * З_{осн}$$

$$З_{осн} = 0,4 * 72800 + 72800 = 101920 \text{ долл. сша}$$

$$З_{год} = 101920 * 12 = 1223040 \text{ долл. сша}$$

$$З_{доп} = 72800 * 0,10 = 7280 \text{ долл. США}$$

Дополнительная з/п производственных рабочих 10% от основной з/п

Фонд оплаты труда определяется как сумма основной и дополнительной з/п

$$Ф_{осн.тр} = 1223040 + 7280 = 1230320 \text{ долл. сша}$$

Затраты на социальное страхование рассчитывается 25% от

$$З_{соц} = 1233040 * 0.25 = 308260 \text{ долл. сша}$$

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были проведены разработка и изготовление конструкции анемометрического измерителя.

Назначение прибора – сбор данных о скорости ветра на местности.

Прибор оснащен микропроцессорной системой обработки данных на микроконтроллере серии AVR ATmega8 и обеспечивает подсчет и обработку данных проходящих с датчика скорости ветра.

При проведении работ были решены следующие задачи:

- Произведен анализ имеющейся литературы, разработана принципиальная схема прибора, обоснована методика работы, выбрана конфигурация микропроцессорной системы, пригодной для реализации.
- Разработаны схемы аналоговых и цифровых узлов прибора
- Созданы файлы схемы и разработана печатная плата.
- Разработан алгоритм и отлажена программа для управляющего микроконтроллера.
- Осуществлена наладка электронной схемы прибора .

Разработанная конструкция анемометрического измерителя в силу своей простоты, а главное неприхотливости в обслуживании, может быть рекомендована для массового производства на предприятиях электронной промышленности.

Технико-экономическая эффективность разработки определяется актуальностью в развитии альтернативных источников энергии и выявления местности наиболее подходящие для установок ветровых электростанций.

Список использованной литературы

1. Кедролыванский В. Н. И Стернзат М. С., Метеорологические приборы, Л., 1953, гл. 8.
2. М.Б Лебедев «CodeVision AVR. Пособие для начинающих»
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебн. / Под ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 2009. – 448 с.
4. Долин П.Д. Справочник по технике безопасности. - М.: Радио и связь, 2009. - 780с.