

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»  
КАФЕДРА «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

Ю.В. Родионов  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_

число

месяц

год

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к выпускной квалификационной работе на тему:

Разработка устройства для диагностирования автомобильных  
(наименование темы)

аккумуляторных батарей в составе бортовой системы  
диагностики

Автор выпускной квалификационной работы В.И. Тарасов  
подпись инициалы, фамилия

Направление подготовки Эксплуатация транспортно-технологических  
(наименование)

машин и комплексов

Обозначение 23.03.03 Группа ЭТМК-41

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
подпись, дата, Р.С. Шаманов  
инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

технологический раздел  
наименование раздела Р.С. Шаманов  
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

экология и БЖД  
наименование раздела Р.С. Шаманов  
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

экономика  
наименование раздела Р.Н. Москвин  
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

по графической части  
наименование раздела Ю.А. Захаров  
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Нормоконтроль Ю.А. Захаров

Пенза 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

Ю.В. Родионов  
(подпись, инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

число                      месяц                      год

## **ЗАДАНИЕ**

### ***НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ***

Студент Тарасов Владислав Игоревич

\_\_\_\_\_ Группа ЭТМК41

Тема Разработка устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики

\_\_\_\_\_ утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-332 от 26.12.2016 г.  
число                      месяц                      год

Срок представления проекта к защите \_\_\_\_\_ 06 2017  
число                      месяц                      год

I. Исходные данные для проектирования

Устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей

II. Содержание пояснительной записки

Аннотация

Введение

1 Параметры автомобильных аккумуляторных батарей

2 Технологический раздел

3 Охрана труда

4 Экономический раздел

III. Перечень графического материала:

1. Обоснование актуальности проекта \_\_\_\_\_
2. Обзор аналогов \_\_\_\_\_
3. Схема электрическая структурная \_\_\_\_\_
4. Схема электрическая принципиальная \_\_\_\_\_
5. Схема печатной платы \_\_\_\_\_
6. Экономическая эффективность проекта \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

Руководитель работы \_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *дата* \_\_\_\_\_ Р.С. Шаманов \_\_\_\_\_  
*инициалы, фамилия*

Консультанты по разделам:

<u>Технологический раздел</u>	_____	<u>Л Р.С. Шаманов</u>
<u>Экономический раздел</u>	_____	<u>Р.Н. Москвин</u>
<u>Раздел БЖД</u>	_____	<u>Р.С. Шаманов</u>
<u>Графическая часть</u>	_____	<u>Ю.А. Захаров</u>

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О. студента)*

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	4
Введение	5
1 Параметры автомобильных аккумуляторных батарей	6
1.1 Устройство автомобильных АКБ	7
1.2 Технические характеристики автомобильного аккумулятора	10
1.3 Причины ухудшения работы и выхода из строя АКБ	13
1.4 Ухудшение свойств АКБ в результате старения	16
1.5 Особенности зимней эксплуатации АКБ	18
2 Технологический раздел	26
2.1 Выбор и обоснование схемы электрической структурной	26
2.2 Микроконтроллер PIC18F2550	28
2.3 Дисплей WH1602	44
2.4 Датчик тока CSNK500M	45
3 Охрана труда	47
3.1 Основы электробезопасности	47
3.2 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током	49
3.3 Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током	53
3.4 Условия и причины поражения человека электрическим током	54
3.5 Организационно-технические мероприятия по защите от поражения электрическим током	59
3.6 Расчет освещенности помещений	63
4 Экономический раздел	65
Заключение	70
Список литературы	71

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект выполнен на 6 листах графической части и расчетно-пояснительной записки, содержащей 72 страницы машинописного текста. Расчетно-пояснительная записка состоит из четырех разделов.

В первом разделе произведен обзор Параметры автомобильных аккумуляторных батарей.

Во втором разделе производится разработка устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики.

В третьем разделе рассмотрены эксплуатационные мероприятия по снижению токсичности отработавших газов, указаны мероприятия по снижению токсичности и дымности отработавших газов, а также рассмотрена пожарная безопасность на СТО.

В четвертом разделе рассчитываются затраты на изготовление предлагаемого устройства, экономическая эффективность его внедрения и проекта в целом.

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость постоянного использования в светлое время суток на движущемся транспортном средстве ближнего света фар при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля в городском цикле приводит к постоянному недозаряду аккумуляторной батареи, а в случае отказа генератора – к глубокому разряду.

В результате указанных факторов поверхности пластин батареи покрываются слоем слаборастворимого сульфата свинца, который постепенно кристаллизуется и слабо участвует в химических реакциях, остаточная емкость батареи снижается, растет ее внутреннее сопротивление, батарея «не держит заряд» и быстро разряжается. В результате чего ее необходимо менять чаще, что увеличивает затраты на эксплуатацию автотранспортных средств.

При глубоких разрядах батареи возникает необходимость в использовании зарядного устройства с ограничением тока заряда. Следующей причиной преждевременного выхода из строя батареи является ее перезаряд, что вызывает выкипание воды в банках.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ научно-технической литературы по устройству и характеристикам АКБ;
- разработать электрическую структурную и электрическую принципиальную схемы устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики;
- дать экономическую оценку проекту;
- рассмотреть основы электробезопасности и факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

# 1 ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

## 1.1 Устройство автомобильных АКБ

Автомобильный аккумулятор – это основной электрический элемент любой современной машины. Ведь он отвечает за работу всего электрооборудования автомобиля. Именно от аккумулятора зависит, удачным ли будет холодный пуск двигателя. Поэтому АКБ должна исправно работать и выполнять свои задачи безупречно.

Принцип работы автомобильного аккумулятора был разработан более 150-ти лет назад и остается неизменным до сих пор. Это свинцовые пластины и кислота.

Свинцовые аккумуляторы обладают высокой надежностью, выгодным соотношением цена/качество и пригодны к утилизации. Именно поэтому их производство является массовым, а процесс развития не стоит на месте.

Сегодня все большую популярность получают электрические гибридные приводы и электромобили. Разработаны и продолжают модернизироваться аккумуляторы закрытого исполнения. Такие АКБ не требуют обслуживания, т.к. дистиллированная вода практически не разлагается. Значимость аккумуляторной батареи в составе современных транспортных средств возрастает. Поэтому сложно переоценить важность развития и совершенствования технологии производства АКБ.

В любом автомобиле обычная стартерная аккумуляторная батарея выдает напряжение 12 В. В состав стандартной АКБ входят шесть гальванических элементов. Они соединены последовательно и размещены в специальном корпусе. Между собой элементы разделяются перегородками.

Гальванический элемент – основная составляющая аккумулятора. Он состоит из двух электродов разноименной полярности, которые представляют собой решетчатые пластины из свинца. Этот блок электродов погружен в смесь 38-процентной серной кислоты и дистиллированной воды - электролит. Ячейки пластин заполнены активным веществом (рисунок 1.1).

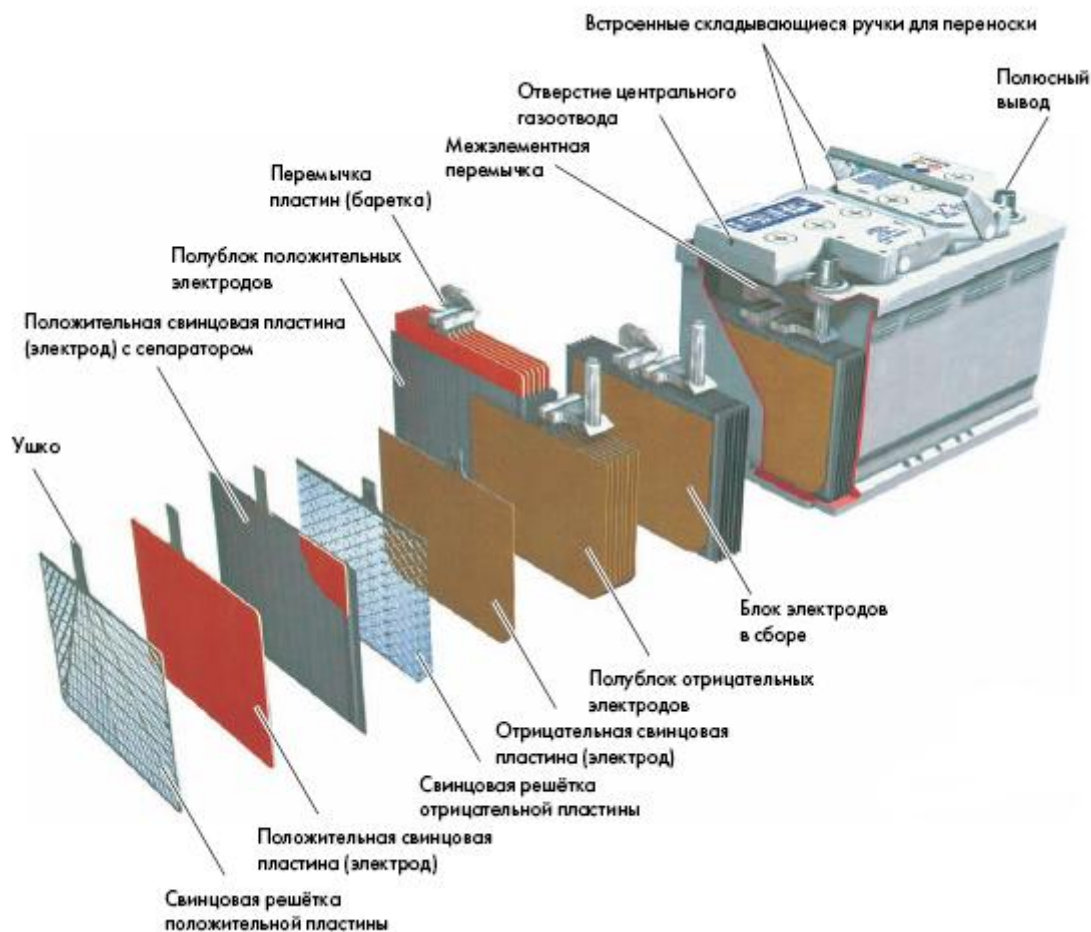


Рисунок 1.1 – Устройство аккумуляторной батареи

Чтобы электроды не замыкались, между ними располагается сепаратор - пористый изолирующий материал. Он не препятствует циркуляции электролита внутри блоков, но предотвращает соприкосновение разноименных электродов.

Перемычки между элементами, перемычки пластин (баретки) и выводы полюсов автомобильного аккумулятора также сделаны из свинца. Перемычки проходят сквозь перегородки между элементами. Полюсные выводы отличаются различными размерами. Диаметр положительного вывода всегда больше отрицательного вывода. Такое исполнение предотвращает неправильное подключение батареи. Наличие защиты от неверного соединения является обязательным. В результате переплюсовки срок службы аккумулятора уменьшается, т.к. происходит разрушение активных масс.

Целостность конструкции обеспечивает корпус АКБ. Он изготавливается из изолирующего материала, который устойчив к воздействию кислот, значительным колебаниям температуры и вибрации. Современные



аккумуляторы имеют корпус из синтетического материала – полипропилена. Состоит он всего из двух частей: основной емкости и крышки, которая ее герметично закрывает. Для удобного крепления батареи снаружи располагаются отбортовки.

Для достижения необходимого напряжения на выводах гальванические элементы соединяются последовательно при помощи межэлементных перемычек. Последовательное соединение предполагает, что отрицательный вывод одного блока подключается к положительному выводу следующего блока.

Пространство внутри аккумулятора заполняется раствором серной кислоты (электролитом). Жидкость заполняет ячейки свинцовых пластин и поры сепараторов. В конструкции старых АКБ были предусмотрены пробки гальванических элементов. Они давали возможность доливать в блоки дистиллированную воду. Современные батареи обслуживания не требуют.

При разряде аккумулятор отдает электрическую энергию потребителям бортовой сети автомобиля. Химическая энергия, накопленная в аккумуляторе, преобразуется в электрическую энергию. При подключении нагрузки батарея начинает разряжаться (рисунок 1.2), количество воды в электролите увеличивается, а серной кислоты уменьшается. Происходит химическая реакция вида:

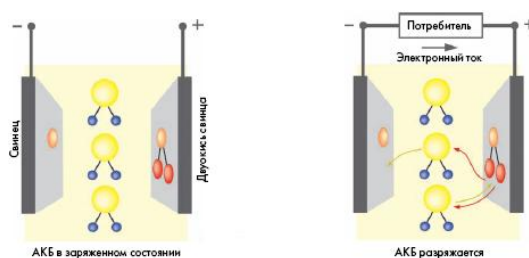


Рисунок 1.2 – Разряд аккумулятора

В процессе заряда (рисунок 1.3) аккумулятор накапливает электроэнергию, которая преобразуется в химическую реакцию. Зарядить батарею может генератор постоянного тока, внешний источник энергии или выпрямитель. Таким образом, автомобильный генератор начинает зарядку АКБ сразу после

запуска двигателя автомобиля. В современных электромобилях 12-вольтный аккумулятор заряжается от высоковольтной батареи.

Химическая реакция заряда АКБ выглядит следующим образом:



Вода (H<sub>2</sub>O) и сульфат свинца (PbSO<sub>4</sub>), который появился в процессе разряда, вновь образуют двуокись свинца (PbO<sub>2</sub>), свинец (Pb) и серную кислоту (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Концентрация серной кислоты увеличивается. Постепенно восстанавливается химическая энергия, которая в дальнейшем будет снова преобразована в электрическую.

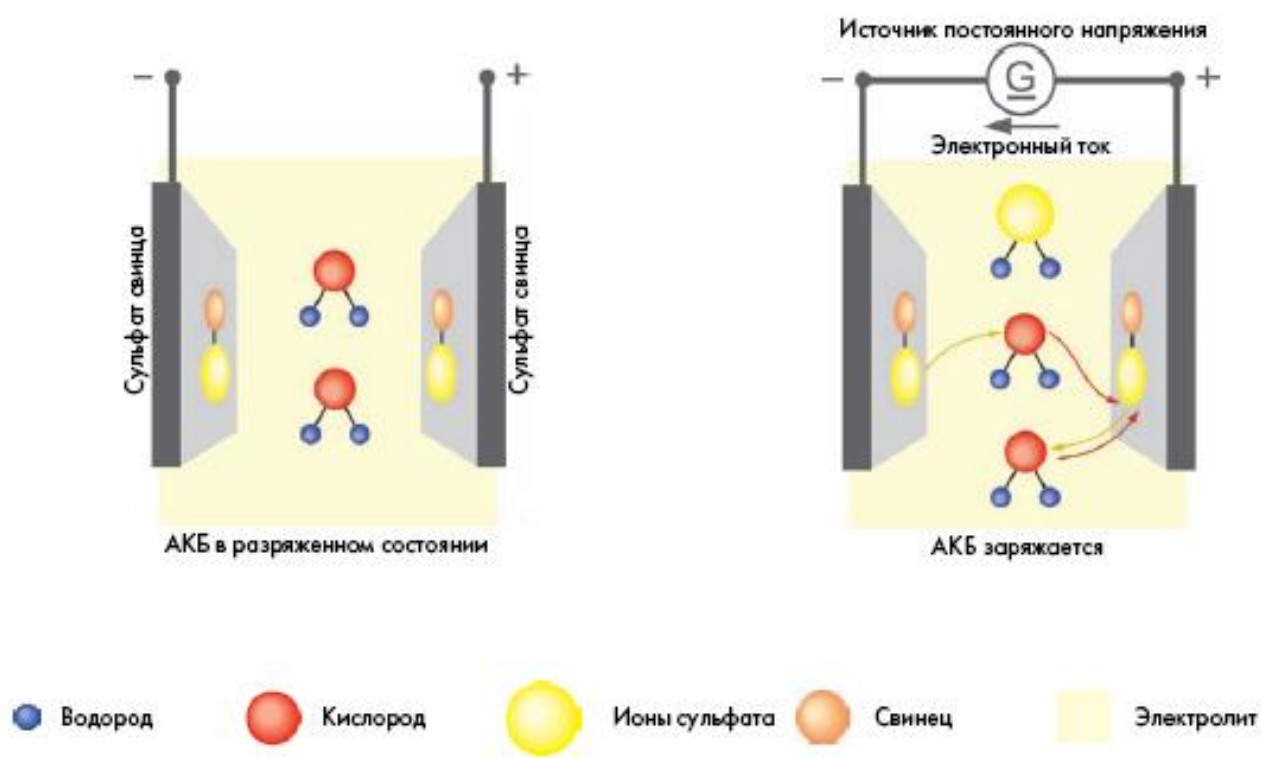


Рисунок 1.3 – Заряд аккумулятора

## 1.2 Технические характеристики автомобильного аккумулятора

Емкость. Значение емкости характеризует способность аккумулятора отдавать электрическую энергию. Рассчитать эту величину можно умножив значение силы тока на время. Измеряется в ампер-часах. Емкость АКБ зависит от конструктивных параметров (материала электродов, их толщины и качества,

материала сепараторов и др.), а также от температуры и плотности электролита, степени заряженности и режима разряда батареи. Величина емкости значительно снижается при низкой температуре и малой плотности электролита.

Номинальная емкость. Эта величина отражает количество электроэнергии, которое может отдать аккумулятор. Измеряется номинальная емкость при определенных условиях:

1. Аккумулятор должен быть полностью заряжен;
2. В течение 20-часового непрерывного разряда ток по величине должен быть равен  $1/20$  емкости;
3. Температура электролита около  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
4. Напряжение на выводах не меньше  $10,5\text{ В}$ .

Номинальная емкость – важная характеристика, при помощи которой можно определить параметры работающих приборов автомобиля и др.

Ток холодной прокрутки. Значение тока холодной прокрутки определяет пусковые свойства аккумулятора в условиях низкой температуры. Это значение измеряется при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При этом напряжение полностью заряженного аккумулятора не становится ниже заданного значения в течение определенного времени. Чем выше ток холодной прокрутки, тем легче двигатель будет запускаться зимой.

Коэффициент заряда. Во время заряда аккумулятора всегда используется большее количество энергии, чем то, которое впоследствии батарея способна отдать. Это происходит из-за наличия потерь при нагреве, а также сопутствующих химических реакций. Для зарядки АКБ на  $100\%$  придется потратить  $105\%-110\%$  электроэнергии, взятой у аккумулятора.

Напряжение гальванического элемента. Это значение величины напряжения между положительными и отрицательными выводами гальванического элемента. Зависит в большей степени от концентрации серной кислоты в электролите и температуры. Для аккумуляторов со свинцовыми пластинами напряжение любого гальванического элемента должно быть  $2\text{ В}$ .

Номинальное напряжение аккумулятора. Стандарт устанавливает номинальное напряжение одного элемента аккумулятора равным 2 В. Т.к. элементы соединены последовательно, то напряжение всей батареи будет равно сумме напряжений всех элементов. Автомобильные аккумуляторы имеют шесть гальванических элементов. Следовательно, номинальное напряжение будет 12 В.

Напряжение на выводах. Это значение напряжения, измеренного на полюсных выводах автомобильного аккумулятора.

Напряжение газовыделения. Это такая величина зарядного напряжения, при превышении которой в аккумуляторе начинает интенсивно выделяться газ. Значение напряжения газовыделения очень сильно связано с температурой. Для каждого отдельно взятого гальванического элемента оно составляет 2,4 В. Следовательно, для всей батареи это значение будет 14,4 В. При превышении этого напряжения начинается разложение воды, которая содержится в электролите. Образуется водород ( $H_2$ ) и кислород ( $O_2$ ). При смешивании они образуют взрывоопасный газ.

Напряжение холостого хода. Напряжение холостого хода, иначе называют напряжением покоя – это напряжение на выводах аккумулятора, когда нагрузка отсутствует. После того, как батарея зарядится или разрядится, напряжение холостого хода изменяет свое значение. Конечное значение это напряжение принимает только после того, как стабилизируется плотность электролита. Это значение и называется напряжением покоя.

Потеря воды. Если зарядное напряжение превышает значение 14,4 В, то вода, содержащаяся в электролите аккумулятора, начинает усиленно разлагаться и улетучиваться в виде газов. Скорость процесса разложения зависит от температуры. Согласно закону Аррениуса, скорость протекания химических реакций увеличивается в 2 раза при увеличении температуры на 10 °С. Уровень электролита снижается, содержание серной кислоты в электролите увеличивается, а срок службы аккумулятора уменьшается. Из-за снижения уровня электролита возникает возможность искрообразования. Может произойти взрыв аккумулятора.

Газоотвод. Для отвода газов, которые образуются в результате химических реакций, в конструкции аккумулятора предусмотрен газоотвод. Установка газоотводного шланга позволяет целенаправленно выводить газ в безопасное место. Отвод газов может производиться как со стороны положительного вывода, так и со стороны отрицательного. Все зависит от того, где установлен аккумулятор. Некоторые аккумуляторы имеют два отверстия для газоотвода, т.е. на стороне каждого вывода. Одно из отверстий должно быть всегда плотно закрыто. Это делается для целенаправленного вывода газов через специальный вентиляционный шланг. Если закрыть оба отверстия, то батарея лопнет. Практически у всех современных аккумуляторов газоотвод осуществляется на стороне отрицательного вывода.

Саморазряд. Это процесс, причиной которого являются химические процессы, происходящие в самом аккумуляторе. Саморазряд происходит даже в том случае, когда к аккумулятору не подключены внешние потребители. Степень саморазряда в большей степени зависит от температуры, а также от технологии, используемой при создании аккумулятора. Для того чтобы свести саморазряд к минимальным показателям в качестве материала для электродов используют сплав свинца с кальцием вместо сплава свинца с сурьмой. Одним из преимуществ сплава свинца с кальцием является то, что при старении аккумулятора значение саморазряда не увеличивается. Саморазряд для аккумулятора составляет примерно 3% в месяц. То есть, 0.1% в день. По закону Аррениуса коэффициент саморазряда увеличивается в два раза при повышении температуры на 10 °С. Особое значение саморазряд аккумулятора имеет для автомобилей, которые эксплуатируются посезонно. То есть, имеются промежутки времени, когда автомобиль не эксплуатируется совсем или же эксплуатируется крайне редко.

### 1.3 Причины ухудшения работы и выхода из строя АКБ

В подавляющем большинстве случаев ухудшение работы или выход из строя аккумуляторной батареи происходит, если:

- имеет место дефект производства (гарантийный случай);
- нарушены условия эксплуатации батареи (ускоренный износ);
- батарея полностью исчерпала свой естественный ресурс.

Производственные дефекты. Качество АКБ обеспечивают при ее разработке и изготовлении. На заключительном этапе производства все батареи, в зависимости от состояния поставки (залитая и заряженная или сухозаряженная), подвергают контрольным проверкам. Дефекты, которые не удалось выявить на заключительном этапе производства, обнаруживаются на начальном этапе эксплуатации — в первые 3-8 месяцев.

Снижение работоспособности в режиме пуска двигателя либо полный отказ батареи при достаточных плотности электролита и величине напряжения разомкнутой цепи (НРЦ), как правило, связаны с наличием производственных дефектов (они перечислены в предыдущей главе).

Батареи с производственными дефектами, в случае их выявления в течение гарантийного срока, подлежат замене на годные в установленном инструкцией порядке.

Ускоренный износ батареи всегда происходит вследствие нарушения условий ее эксплуатации, указанных в гарантийном талоне. Наиболее распространена эксплуатация в условиях перезаряда или недозаряда.

Перезаряд происходит при эксплуатации батарей на автомобилях, уровень зарядного напряжения которых превышает 14,5 В. Дело в том, что по мере повышения степени заряженности выше 75-80%, наряду с основным процессом заряда электродов АКБ, начинается вторичный процесс: разложение воды на водород и кислород. Причем, его скорость быстро растет с ростом зарядного напряжения на выводах батареи выше 14,5 В. Перезаряд является следствием нарушения режима работы регулятора напряжения по причине выхода из строя отдельных его элементов. В некоторых случаях, как показала практика, величина зарядного напряжения при неисправном регуляторе достигает 17-18 В. Это приводит к ускоренной потере воды и коррозии положительных токоотводов (решеток) батареи.

Под действием перезаряда уровень электролита быстро уменьшается. Поэтому его необходимо своевременно довести до нормы доливкой, в аккумуляторы только дистиллированной воды. Доливать в аккумуляторы электролит категорически запрещается. Затем необходимо незамедлительно найти причину повышения напряжения и устранить неисправность в системе электрооборудования автомобиля.

При длительном перезаряде или при значительном превышении зарядного напряжения (выше 15,5 В) потеря воды бывает так велика, что оголяются верхние кромки пластин и сепараторов. Это часто приводит к взрыву батареи (см. заключительную часть страницы).

Эксплуатация батареи на автомобиле, у которого уровень зарядного напряжения меньше 13,8 В, приводит к прогрессирующему недозаряду. При этом работоспособность батареи постепенно ухудшается, так как степень ее заряженности снижается пропорционально времени эксплуатации, пока не достигнет величины, соответствующей уровню зарядного напряжения. Например, при зарядном напряжении 13,6 В и средней интенсивности эксплуатации степень заряженности батареи при положительной температуре составит около 65%, а при отрицательной — менее 50%. Напомним, что степень заряженности батареи зимой составляет 70-75%, если напряжение на клеммах батареи равно 13,9-14,3 В при работающем двигателе и включенном ближнем свете.

Нередко причиной снижения уровня зарядного напряжения и, следовательно, степени заряженности АКБ, становится ослабление натяжения ремня привода генератора. Поэтому не реже 1-го раза в месяц рекомендуется проверять натяжение ремня и, при необходимости, производить регулировку согласно инструкции по эксплуатации автомобиля.

Длительная эксплуатация батарей при степени заряженности 50-60% приводит к быстрой потере работоспособности из-за ускоренного оплывания активной массы аккумуляторных электродов. Кроме того, при низких температурах электролит в сильно разряженных АКБ может замерзнуть, что приведет к разрушению корпуса батареи и полному выходу ее из строя.

Ускоренный износ может быть настолько велик, что батарея выходит из строя еще в период гарантийного срока, вследствие неблагоприятных условий эксплуатации из-за неисправностей изделий электрооборудования автомобиля или нарушения требований инструкции по эксплуатации батарей.

Выход из строя АКБ в период гарантийного срока вследствие ускоренного износа не относится к гарантийным отказам. Поэтому такие батареи не подлежат замене на новые по гарантийным обязательствам производителей батарей.

Отдельно отметим несколько самых распространенных современных причин ускоренного износа автомобильного аккумулятора:

Причина большинства неисправностей связана не с собственными его дефектами, а с наличием дополнительного оборудования, например, сигнализации и телефона. Эти устройства особенно любят преподносить «сюрпризы» во время длительных стоянок автомобиля.

Однако, если Ваш аккумулятор вдруг начал барахлить, не спешите его выбрасывать. Опыт показывает, что огромное количество автомобильных аккумуляторов, считавшихся неисправными, были просто-напросто разряжены. Попробуйте зарядить разряженный аккумулятор, причем как можно скорее. Чем дольше аккумулятор остается незаряженным, тем сильнее сульфатация пластин, и тем проблематичнее будет его восстановление.

Простаивание автомобиля зимой в «пробках» — настоящая проблема для аккумулятора. Работающие одновременно вентилятор, фары, обогреватель заднего окна и стеклоочистители способны забрать больше тока, чем производит генератор.

Подсчитано, что за 45 минут такой работы средний аккумулятор может истощиться настолько, что повторный запуск выключенного двигателя окажется уже невозможным. Для восстановления потребуется не меньше 30 минут нормальной езды, прежде чем можно будет снова остановиться.

Казалось бы, следует просто убрать аккумулятор подальше от двигателя, но это ведет к дополнительным расходам. Придется тянуть к стартеру более длинный провод, который будет «съедать» часть энергии, что потребует



увеличить мощность аккумулятора. К тому же этот «ящик с кислотой» окажется тогда близко к пассажирскому отсеку, что небезопасно.

#### 1.4 Ухудшение свойств АКБ в результате старения

Вследствие естественного износа в процессе эксплуатации изменяются основные параметры АКБ. Под воздействием коррозии уменьшается сечение основных конструктивных элементов решетки положительного электрода. Это приводит к увеличению внутреннего сопротивления батареи, то есть к некоторому снижению разрядного напряжения даже когда она полностью заряжена.

Емкость аккумуляторной батареи в процессе эксплуатации постепенно снижается. Это происходит от того, что при чередующихся зарядах и разрядах, которые имеют место во время работы батареи на автомобиле, положительная активная масса постепенно оплывает вследствие деструкции, и ее количество, участвующее в химической реакции, уменьшается. Ускоряет процесс оплзания положительной активной массы частое повторение глубоких разрядов, причина которых либо в утечке тока в электросети, либо в недозаряде по причине неисправности генератора или регулятора напряжения. Особенно быстро снижается емкость при глубоких разрядах у батарей с решетками положительных электродов из свинцово-кальциевых сплавов.

Емкость отрицательных электродов также снижается, если батарея длительное время эксплуатировалась при повышенном зарядном напряжении и плотность электролита поднялась выше 1,3-1,31 г/см<sup>3</sup>. Кроме того, как уже было сказано ранее, длительная эксплуатация батареи при низкой степени заряженности (40-60%) приводит к ускоренному оплыванию активной массы на обоих электродах.

По мере износа аккумуляторной батареи увеличивается скорость ее саморазряда и расход воды при эксплуатации. Через год использования АКБ эти величины возрастают в 1,5-2 раза, а через два года — в 2-4 раза. Скорость увеличения саморазряда и расхода воды максимальная у батарей

традиционного исполнения, а минимальная — у батарей с токоотводами из свинцово-кальциевого сплава. Из всего вышесказанного напрашивается очень важный вывод: по мере старения батарея требует к себе более внимательного отношения. Так, например, при нормальной эксплуатации со средней годовой интенсивностью пробега 15-20 тыс. км, достаточно проверять состояние АКБ один раз в год, лучше всего осенью перед началом зимней эксплуатации. После двух лет работы (30-40 тыс. км пробега) желательно проверять состояние аккумуляторной батареи не реже одного раза в 3-4 месяца. Если же батарея проработала более трех лет (45-60 тыс. км), контроль ее состояния в зимний период желательно проводить ежемесячно.

Критерием пригодности аккумуляторной батареи, проработавшей в условиях эксплуатации в течение продолжительного времени, может служить тестовый разряд, который возможно выполнять в специализированных сервисных центрах. Полностью заряженную батарею подвергают разряду при положительной температуре током, равным половине тока холодной прокрутки по EN или SAE.

Если на 30-й секунде разряда напряжение на выводах больше 9,6 В, батарея пригодна для дальнейшего использования. Если же оно меньше или равно 9,6 В, значит аккумуляторная батарея исчерпала свой ресурс и подлежит замене.

### 1.5 Особенности зимней эксплуатации АКБ

Исполнение стартерных батарей — общеклиматическое, допускающее их круглогодичную эксплуатацию в широком диапазоне изменения температуры окружающего воздуха. Температура в подкапотном пространстве автомобиля в значительной мере дополняется теплом от двигателя, выделяющимся при его работе.

Предельные значения температуры окружающего воздуха (от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$  для АКБ, герметизированных мастикой, и от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $70^{\circ}\text{C}$  для АКБ с общей крышкой) определены для работы батарей по условиям сохранения их как изделий (прочность материалов). Однако длительное воздействие предельных

температур способствует снижению работоспособности и ресурса стартерной батареи. Наиболее резко снижается работоспособность АКБ в режиме пуска двигателя в зимнее (холодное) время.

Зимняя эксплуатация АКБ сопровождается следующими факторами:

Понижается температура электролита (возрастает его вязкость, снижается скорость его диффузии в поры активного материала пластин, уменьшается электропроводность) и по этой причине снижается эффективность процесса заряда от генератора при тех же величинах зарядного напряжения на автомобиле.

Запуск холодного двигателя требует большей мощности и энергии от АКБ за счет увеличения значений разрядного тока и более продолжительной работы стартера. Это приводит к более глубокому разряду АКБ, снижению ее заряженности.

Увеличивается число включенных в работу потребителей электроэнергии как для комфорта в салоне, так и для безопасного движения, питание которых происходит от генератора, а при холостых оборотах двигателя — от АКБ.

Сокращение продолжительности светового дня вызывает необходимость более продолжительной работы приборов освещения, что снижает возможность генератора для эффективной подзарядки аккумуляторной батареи.

Ухудшение дорожных условий приводит к снижению динамики движения автомобиля, что уменьшает отдачу энергии генератором. Это, в свою очередь, сокращает возможность полного заряда аккумуляторной батареи.

Влияние перечисленных факторов на снижение заряженности АКБ объективно усиливается в значительно большей мере, если генератор автомобиля по причинам износа деталей не обеспечивает отдачу номинальных показателей (ток нагрузки). Владелец автомобиля, как правило, после многолетней эксплуатации не проверяет генератор на отдачу и, в результате, в зимнее время оказывается перед фактом наполовину разряженной АКБ, не способной запустить холодный двигатель.

Изменения температуры и высокая влажность окружающего воздуха под капотом в зимнее время способствуют ухудшению работы изделий

электрооборудования, на возникновение «утечек» по влажным проводам, способствующих повышению разряда батареи. При этом снижается ее работоспособность в пусковом режиме.

Для устранения негативных последствий зимних условий на состояние заряженности аккумуляторной батареи полезно проводить следующие мероприятия:

- контролировать натяжение ремня привода генератора, при котором, согласно инструкции на автомобиль, обеспечивается полная отдача энергии для питания включенных потребителей и подзаряд АКБ;
- не допускать длительную работу включенных потребителей на автомобиле при неработающем двигателе;
- периодически контролировать отсутствие «утечки» тока от АКБ на различные изделия электрооборудования. Если условия хранения (стоянки) автомобиля позволяют отключать аккумуляторную батарею, то это целесообразно делать при длительном бездействии (снимать один наконечник);
- «массовый» провод от АКБ полезно дополнительно подсоединить к двигателю с целью уменьшения потерь напряжения на стартере при пуске двигателя, поскольку переходы напряжения от клеммы на кузов, с кузова на двигатель и стартер при пусковом токе приводят к его снижению, а также к потере мощности, потребляемой от АКБ;
- периодически контролировать плотность электролита (при наличии пробок на крышке АКБ), а при отсутствии такой возможности — измерять напряжение на полюсных клеммах батареи через 8-10 часов после остановки двигателя. Если значение напряжения разомкнутой цепи (НРЦ) будет менее 12,6 В, то аккумуляторную батарею целесообразно подзарядить.

Выполнение перечисленных мероприятий в зимних условиях позволит исключить отказы в работе стартерных АКБ, сохранить их ресурс на длительный срок работы.

У каждой АКБ есть свой конструктивный ресурс. Его использование индивидуально для каждого автомобиля. Безотказность работы батареи зависит от технических показателей электрооборудования, режима и условий эксплуатации машины. Отказ АКБ в работе может наступить по причине низкой заряженности, при которой ее работоспособность недостаточна для пуска двигателя. Необходимо отметить, что именно в этом режиме работы большинство водителей оценивают ее пригодность. Но при наступлении отказа приговаривать батарею к замене следует только после тщательной проверки ее показателей — замера плотности электролита, наличия его над пластинами, замера напряжения на полюсных выводах АКБ без нагрузки и с нагрузкой (на нагрузочную вилку-пробник, либо на стенде). Если плотность электролита во всех ячейках АКБ нормальная или близка к норме (1,25-1,28 г/см), то необходимо проверить на обрыв цепи внутри АКБ. Если обрыва нет, значит отказ в пуске двигателя произошел по другим причинам (например, из-за стартера или проводки). При низкой плотности электролита во всех ячейках батарею следует зарядить до стабилизации плотности. Время заряда будет зависеть от величины тока, а значение плотности электролита у заряженной батареи при нормальном уровне электролита должно быть  $1,27 \pm 0,1$  г/см. Проверку заряженной АКБ можно осуществить в режиме пуска двигателя. Если АКБ работоспособна (уверенно крутит стартер), менять ее рано. Когда измерение плотности электролита показало, что в одной из ячеек она очень низкая, при подзарядке в этой ячейке нет «кипения» электролита, а его плотность не повышается, АКБ следует менять. При малом сроке эксплуатации такое возможно из-за заводского дефекта, а по истечении более 2-3 лет работы — вследствие естественного износа. Одновременно все шесть аккумуляторов в АКБ достигают состояния низкой работоспособности (кроме глубокого разряда) при длительной работе в режиме избыточного заряда (перезаряда) — это происходит при нарушении работы регулятора напряжения, а также при высокой интенсивности использования автомобиля (режим «такси»). В этом состоянии изношенные электроды обладают повышенным сопротивлением в режиме пуска (при наличии нормальной плотности электролита), напряжение

АКБ резко снижается за одну-две попытки пуска двигателя, после чего наступает отказ. Электролит в ячейках АКБ приобретает темный (иногда красноватый) цвет, связанный с разрушением активного вещества пластин. В этом случае АКБ также необходимо менять. Сложнее проводить диагностику батарей, не имеющих пробок заливных горловин. При отказе измерение напряжения на полюсных выводах АКБ (НРЦ) не дает ответа о причинах его снижения: глубокий разряд или дефект. Поэтому аккумуляторную батарею надо сначала зарядить. Если заряд возможен в режиме инструкции по эксплуатации, а напряжение в конце заряда достигло рекомендованных величин (15,5-16,0 В), АКБ проверяют на автомобиле в режиме пуска двигателя. Возможна также проверка в техцентре или гарантийной мастерской на стенде, либо специальными приборами, например, ВАТ 121 фирмы Bosch. По результатам испытания принимают решение о пригодности АКБ для ее дальнейшего использования.

У свинцовых стартерных АКБ два жестко фиксированных состояния: разряженное и заряженное. При переходе от одного состояния в другое, показатели напряжения и плотности электролита линейно изменяются в определенных пределах (рис. 4 и следующий раздел). Напряжение на полюсных выводах АКБ (НРЦ) в заряженном состоянии составляет 12,7-12,9 В, а в разряженном — 12 В и ниже. При неисправностях электрооборудования автомобиля несанкционированный разряд может приводить к тому, что напряжение на полюсных выводах ниже 6 В.

При разряде активных материалов с участием серной кислоты на электродах образуется сульфат свинца, концентрация электролита уменьшается, вследствие чего происходит снижение его плотности. Чем глубже происходит разряд АКБ, тем ниже плотность электролита. В электроды конструктивно заложено такое количество активного материала, которое необходимо для обеспечения заданных электрических характеристик АКБ. Соответственно, в объеме электролита содержится количество серной кислоты, необходимое для полного использования в реакции активного вещества пластин.

Так что в конце полного разряда АКБ серной кислоты в электролите очень мало. В конце глубокого разряда плотность электролита достигает значения близкого к плотности воды (1,08 г/см). Известно, что электролит плотностью 1,28 г/см замерзает при температуре  $-65^{\circ}\text{C}$ , плотностью 1,20 г/см — при  $-28^{\circ}\text{C}$ , а плотностью 1,1 г/см — при  $-7^{\circ}\text{C}$ . Изготовители АКБ считают недопустимым использовать в зимнее время АКБ с заряженностью ниже 75% (плотность электролита 1,24 г/см, НРЦ  $-12,6$  В). Это продиктовано необходимостью поддержания работоспособности АКБ, исключения возможности появления льда внутри нее, уменьшения вредного влияния глубокого разряда при зимней эксплуатации на ресурс АКБ, связанного с разрушением пластин. Получается, что если произошло замерзание АКБ (лед во всех ячейках), значит она разрядилась в процессе работы ниже допустимого значения (нет контроля плотности электролита, неисправно электрооборудование, снизилась мощность генератора — причин много). Бывают случаи, когда замерзает только одна ячейка из шести. Это возможно, когда у АКБ дефект (короткое замыкание) в одной ячейке, из-за которого в ней снижается плотность электролита и он застывает при низкой температуре окружающего воздуха. При этом в других ячейках АКБ электролит может не застыть, так как его плотность осталась нормальной. Этот случай образования льда вызван производственным дефектом и относится к гарантийным случаям, а не к режиму эксплуатации. Такую АКБ не следует эксплуатировать — она подлежит вскрытию для установления дефекта и замене. Зимой доливать дистиллированную воду в АКБ для восстановления уровня электролита над блоками пластин следует только перед выездом автомобиля, либо при стационарном подзаряде АКБ. Это исключает возможность образования льда в ячейках АКБ вследствие замерзания долитой воды до того, как она успеет перемешаться с холодным электролитом.

У свинцовых стартерных аккумуляторных батарей, применяемых на автомобильной и тракторной технике различных типов, есть одна малоизвестная неприятная особенность, которую обязательно необходимо учитывать при эксплуатации. Дело в том, что в процессе заряда на его

заключительной стадии, в батарее начинается электролитическое разложение воды, содержащейся в электролите. При этом выделяются газы: водород и кислород. Часть выделяемого кислорода окисляет решетку положительных пластин, что приводит к ускорению ее коррозии. Это снижает электропроводность и сокращает срок службы батареи. Водород и большая часть выделившегося кислорода выходят из электролита на поверхность, создавая видимость его кипения, и скапливаются под крышками в каждой ячейке аккумуляторной батареи. Если отверстия в пробках не забиты грязью и нет других препятствий, через них эта смесь газов выходит наружу и легко рассеивается в окружающую среду. Соотношение кислорода и водорода таково, что представляет собой смесь, которая при наличии искры или открытого пламени горит во взрывном режиме. Сила взрыва и его последствия целиком зависят от количества (объема) газа, скопившегося к этому моменту. Например, при повышенном значении зарядного напряжения от генератора (нарушена работа регулятора напряжения) увеличивается интенсивность образования газа внутри аккумуляторной батареи и, следовательно, его выделение. При низком уровне электролита (нет регулярных доливок) увеличивается газовый объем под крышками ячеек.

Скоплению газа около аккумуляторной батареи может способствовать утепление, применяемое некоторыми водителями, забывающими при этом о необходимости свободного удаления газовой смеси.

В таком состоянии (режиме работы) появление искры от неисправной электропроводки либо открытого огня (сигареты) опасно для аккумуляторной батареи — происходит взрыв и ее разрушение. Детали АКБ при разрушении могут причинять повреждения окружающим предметам и людям. Возникновение искры возможно также от проводов в местах их соединения с полюсными выводами аккумуляторной батареи. Если длительное время полюсные выводы АКБ и внутренняя поверхность наконечников не очищались от окислов, нарушается нормальный электрический контакт.

Образование искры возможно также между деталями внутри АКБ, когда уровень электролита ниже верхних кромок пластин.



Таким образом, нарушение техники безопасности и режима обслуживания АКБ, длительная эксплуатация батареи на автомобилях с отклонениями технических показателей у изделий электрооборудования, служат причинами скопления выделяющегося «гремучего» газа и провоцируют возникновение взрыва, приводящего к разрушению корпуса свинцовых стартерных аккумуляторных батарей.

Опасность возгорания кислорода и водорода, выделяющихся во время зарядки (а также после ее завершения), вполне реальна.

Хотя большинство серьезных производителей оборудуют крышки аккумуляторов ограничителями пламени, призванными предотвратить его попадание внутрь аккумулятора, подобная вероятность по-прежнему сохраняется.

Следующий момент, на который следует обратить внимание, — вибрация. После высокой температуры и электрической перегрузки, это — основная причина износа батарей. Механизм данного воздействия прост: любая вибрация постепенно стряхивает активное вещество с пластин. Поэтому необходимо проследить, чтобы аккумулятор был прочно закреплен.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Выбор и обоснование схемы электрической структурной

По существующим нормам, основными критериями технического состояния аккумуляторной батареи являются ее фактическая емкость и величина снижения напряжения на её выводах, при протекании больших токов. Проблема заключается в том, что измерение емкости батареи требует больших затрат времени. Измерение величины снижения напряжения на аккумуляторной батарее при протекании большого тока требует меньших затрат времени, но не обеспечено необходимым, серийно выпускаемым измерительным оборудованием.

Величина снижения напряжения на элементах аккумуляторной батареи при протекании больших токов, определяется внутренним сопротивлением элементов. Известно, что состояние аккумуляторной батареи связано с ее внутренним сопротивлением и, получив опытным путем значение внутреннего сопротивления, можно оценить и емкость аккумуляторной батареи.

Предлагается устройство для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики на базе однокристального микроконтроллера PIC18F2550, структурная схема которого изображена на рисунке 2.1.

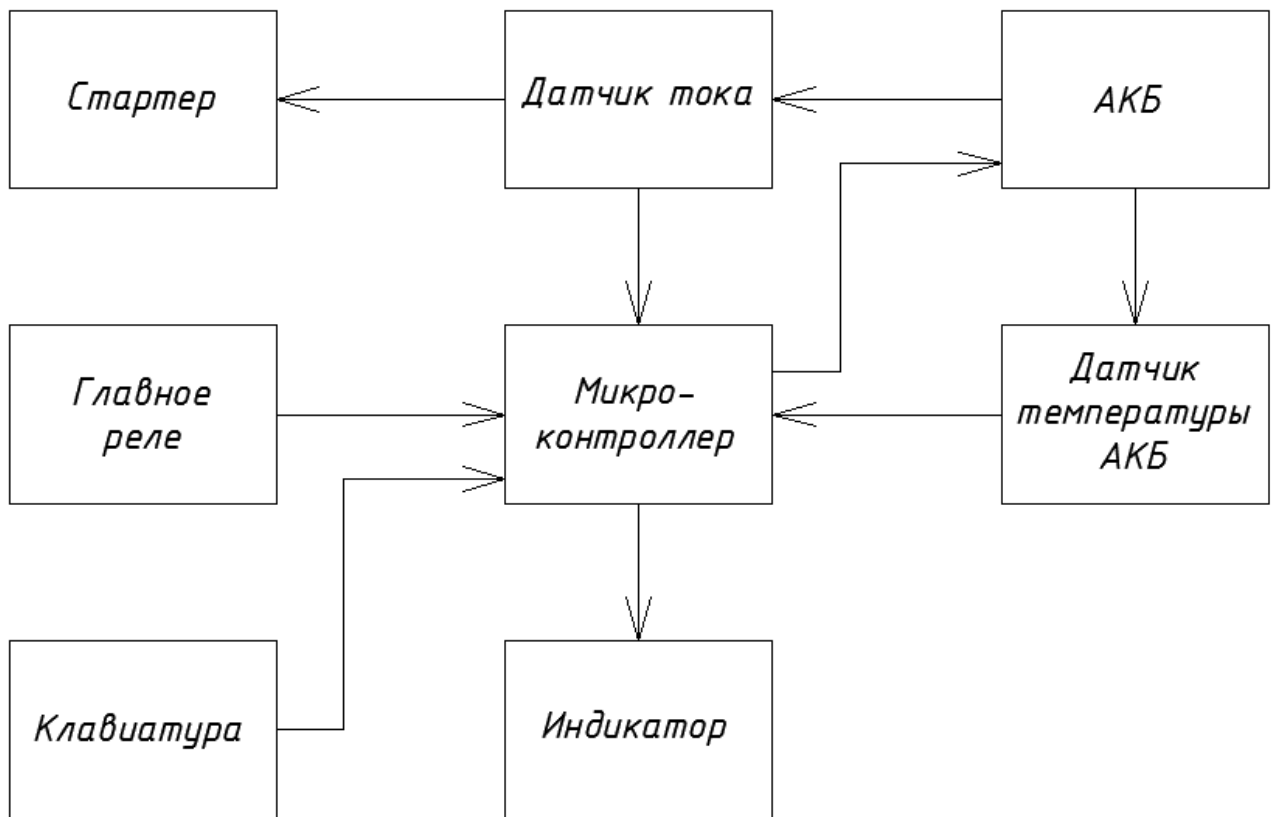


Рисунок 2.1 – Схема электрическая структурная устройство для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей

Схема электрическая структурная устройство для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей состоит из следующих блоков:

- однокристалльный микроконтроллер PIC18F2550;
- клавиатура;
- индикатор WH1602;
- датчик температуры АКБ;

Микроконтроллер PIC18F2550 предназначен для измерения тока, который отдает АКБ при пуске двигателя, расчета тока, который должна отдавать исправная АКБ при данной температуре электролита, анализа этих данных и вывода диагностической информации на дисплей.

## 2.2 Микроконтроллер PIC18F2550

Электронный блок устройства для десульфатации автомобильных АКБ строится на основе однокристального микроконтроллера DD1, который можно реализовать отечественными микросхемами серий К1816 и К1830 или импортными микросхемами серий Pic18f. Выбираем микросхему Pic18f2550 поскольку в этой серии внутреннее ПЗУ строится на основе Flash- памяти и позволяет легко перепрограммировать ОМЭВМ на этапе отладки и усовершенствования управляющей программы всей системы.

Условное графическое обозначение микросхемы Pic16f690 представлено на рисунке 2.1.

19	RA0	CPU Pic18 f2550	RC0	16
18	RA1		RC1	15
17	RA2		RC2	14
4	RA3		RC3	7
3	RA4		RC4	6
2	RA5		RC5	5
13	RB4		RC6	8
12	RB5			
11	RB6		RC7	9
10	RB7		RD4	25
21	RD0	RA6	5	
22	RD1	RD5	26	
23	RD2	RD6	27	
24	RD3	RD7	28	
1	Vcc	E24 DD1	GND	20

Рисунок 2.1 - Условное графическое обозначение микросхемы Pic18f2550

ОМЭВМ состоит из следующих основных узлов: блока управления, арифметико-логического устройства, блока таймеров/счетчиков, блока последовательного интерфейса и прерываний, программного счетчика, памяти данных и памяти программ. Двусторонний обмен информацией между функциональными блоками осуществляется с помощью внутренней 8-разрядной магистрали данных.

Блок управления ОМЭВМ предназначен для выработки синхронизирующих и управляющих сигналов, обеспечивающих координацию совместной работы блоков ОМЭВМ во всех допустимых режимах ее работы.

В состав блока управления входят: устройство выработки временных интервалов, логика ввода-вывода, регистр команд, регистр управления потреблением, дешифратор команд, ПЛМ и логика управления ЭВМ.

Устройство выработки временных интервалов предназначено для формирования и выдачи внутренних синхросигналов фаз, тактов и циклов. Количество машинных циклов определяет продолжительность выполнения команд. Практически все команды ОМЭВМ выполняются за один или два машинных цикла, кроме команд умножения MUL A, B и деления DIV A, B, продолжительность выполнения которых составляет четыре машинных цикла. Машинный цикл имеет фиксированную длительность и содержит шесть состояний SI-S6, каждое из которых по длительности соответствует такту, и, в свою очередь, состоит из двух временных интервалов, определяемых фазами P1 и P2. Длительность фазы равна периоду следования внешнего сигнала BQ, являющегося первичным сигналом синхронизации ОМЭВМ. Сигнал BQ вырабатывается либо встроенным тактовым генератором ОМЭВМ при подключении к ее выводам кварцевого резонатора или LC-цепочки, либо "внешним источником тактовых сигналов. Источник тактовых сигналов должен обеспечивать следующие характеристики внешнего синхросигнала ОМЭВМ:

- длительность низкого уровня сигнала - не менее 20 нс;
- длительность высокого уровня сигнала - не менее 20 нс;
- времена фронтов нарастания и спада сигнала - не более 20 нс.

Логика ввода-вывода предназначена для приема и выдачи сигналов, обеспечивающих обмен информацией ОМЭВМ с внешними устройствами через порты ввода-вывода P0-P3.

Регистр команд предназначен для записи и хранения 8-ми разрядного кода операции выполняемой команды, который с помощью дешифратора команд преобразовывается в 14-х разрядный код для ПЛМ, с помощью которой вырабатывается набор микроопераций в соответствии с микропрограммой выполнения команды. Регистр команд программно не доступен.

Логика управления ЭВМ в зависимости от режима работы ОМЭВМ вырабатывает необходимый набор управляющих сигналов.

Арифметико-логическое устройство (АЛУ). АЛУ представляет собой параллельное восьмиразрядное устройство, обеспечивающее выполнение арифметических и логических операций, а также операции логического сдвига, обнуления, установки и т. п.

АЛУ состоит из регистра аккумулятора, регистра временного хранения, ПЗУ констант, сумматора, дополнительного регистра (регистра В), аккумулятора, регистра состояния программы.

Регистр аккумулятора и регистр временного хранения являются восьмиразрядные регистры, предназначенные для приема и хранения операндов на время выполнения операций над ними. Программно не доступны.

ПЗУ констант обеспечивает выработку корректирующего кода при двоично-десятичном представлении данных, кода маски при битовых операциях и кода констант.

Параллельный восьмиразрядный сумматор представляет собой схему комбинационного типа с последовательным переносом, предназначенную для выполнения арифметических операций сложения, вычитания и логических операций сложения, умножения, неравнозначности и тождественности.

Регистр В - восьмиразрядный регистр, используемый во время операций умножения и деления. Для других инструкций он может рассматриваться как дополнительный сверхоперативный регистр.

Аккумулятор представляет собой восьмиразрядный регистр, предназначенный для приема и хранения результата, полученного при выполнении арифметико-логических операций или операций пересылки.

Регистр состояния программы (PSW) предназначен для хранения информации о состоянии АЛУ при выполнении программы.

Флаг переноса СУ может устанавливаться и сбрасываться как аппаратными, так и программными средствами. Флаг СУ может быть программно прочитан. Аппаратными средствами флаг СУ устанавливается, если в старшем бите результата возникает перенос или заем. При выполнении операций умножения и деления флаг СУ сбрасывается. Кроме того, флаг СУ выполняет функции "булева аккумулятора" в командах, работающих с битами.

Флаг дополнительного переноса AC программно доступен по записи ("0" и "1") и чтению.

Флаги F0, RS1, RS0 программно доступны по записи ("0" и "1") и чтению.

Флаг переполнения OV программно доступен по записи ("0" и "1") и чтению и устанавливается аппаратно, если результат операции сложения/вычитания не укладывается в семи битах и старший (восьмой) бит результата не может интерпретироваться как знаковый. При выполнении операции деления флаг OV аппаратно сбрасывается, а в случае деления на нуль устанавливается. При умножении флаг OV аппаратно устанавливается, если результат больше 255.

Флаг P является дополнением содержимого аккумулятора до четности. В 9-разрядном слове, состоящем из 8 разрядов аккумулятора и бита P, всегда содержится четное число единичных битов. В случае, если в аккумуляторе все разряды установлены в "0", флаг P примет нулевое значение. Он программно доступен только по чтению.

Блок таймеров/счетчиков. Регистры TMOD и TCON. Таймеры/счетчики (T/C) предназначены для подсчета внешних событий, для излучения программно управляемых временных задержек и выполнения задающих функций ОМЭВМ.

В состав блока T/C входят:

- два 16-разрядных регистра T/C 0 и T/C 1;
- восьмиразрядный регистр режимов T/C (TMOD);
- восьмиразрядный регистр управления (TCON);
- схема инкремента;
- схема фиксации INT0, intt, T0, T1;
- схема управления флагами;
- логика управления T/C.

Два 16-разрядных регистра T/C 0 и T/C 1 выполняют функцию хранения содержимого счета. Каждый из них состоит из пары восьмиразрядных регистров, соответственно TH0, TL0 и TH1, TL1. Причем регистры TH0, TH1 - старшие, а регистры TL0, TL1 - младшие 8 разрядов. Каждый из

восьмиразрядных регистров имеет свой адрес и может быть использован как РОН, если Т/С не используются (бит TR0 для Т/С 0 и бит TR1 для Т/С 1 в регистре управления TCON равны "0").

Код величины начального счета заносится в регистры Т/С программно. В процессе счета содержимое регистров Т/С инкрементируется. Признаком окончания счета, как правило, является переполнение регистра Т/С, т. е. переход его содержимого из состояния "все единицы" в состояние "все нули". Все регистры TH0, TH1, TL0, TL1 доступны по чтению, и, при необходимости, контроль достижения требуемой величины счета может выполняться программно.

Регистр режимов Т/С (TMOD) предназначен для приема и хранения кода, определяющего:

- один из 4-х возможных режимов работы каждого Т/С;
- работу в качестве таймеров или счетчиков;
- управление Т/С от внешнего вывода.

При работе в качестве таймера содержимое регистра Т/С инкрементируется в каждом машинном цикле, т. е. Т/С является счетчиком машинных циклов ОМЭВМ. Поскольку машинный цикл состоит из 12 периодов частоты синхронизации ОМЭВМ ( $f_{BQ}$ ), то частота счета в данном случае равна  $f_{BQ} / 12$ .

При работе Т/С в качестве счетчика внешних событий содержимое регистра Т/С инкрементируется в ответ на переход из "1" в "0" сигнала на счетном входе ОМЭВМ. (вывод T0 для Т/С 0 и вывод T1 для Т/С 1). Счетные входы аппаратно проверяются в фазе S5P2 каждого машинного цикла. Когда проверки показывают высокий уровень на счетном входе в одном машинном цикле и низкий уровень в другом машинном цикле, регистр Т/С инкрементируется. Новое (инкрементированное) значение заносится в регистр Т/С в фазе S3P1 машинного цикла, непосредственно следующего за тем, в котором был обнаружен переход из "1" в "0" на счетном входе ОМЭВМ. Т. к. для распознавания такого перехода требуется два машинных цикла (24 периода



частоты синхронизации ОМЭВМ  $f_{BQ}$ ), то максимальная частота счета Т/С в режиме счетчика равна  $f_{BQ} / 24$ .

Чтобы уровень сигнала на счетном входе был гарантировано зафиксирован, он должен оставаться неизменным в течение как минимум одного машинного цикла.

Регистр управления (TCON) предназначен для приема и хранения кода управляющего слова.

Флаги переполнения TF0 и TF1 устанавливаются аппаратно при переполнении соответствующих Т/С (переход Т/С из состояния "все единицы" в состояние "все нули"). Если при этом прерывание от соответствующего Т/С разрешено, то установка флага-TF вызовет прерывание. Флаги TF0 и TF1 сбрасываются аппаратно при передаче управления программе обработки соответствующего прерывания.

Флаги TF0 и TF1 программно доступны и могут быть установлены или сброшены программой. Используя этот механизм, прерывания по TF0 и TF1 могут быть вызваны (установка TF) и отменены (сброс TF) программой.

Флаги IE0 и IE1 устанавливаются аппаратно от внешних прерываний (соответственно входы ОМЭВМ INT0 и INT1) или программно и инициируют вызов программы обработки соответствующего прерывания. Сброс этих флагов выполняется аппаратно при обслуживании прерывания только в том случае, когда прерывание было вызвано по фронту сигнала. Если прерывание было вызвано уровнем сигнала на входе INT0 (INT1), то сброс флага IE должна выполнять программа обслуживания прерывания, воздействуя на источник прерывания для снятия им запроса.

Схема инкремента предназначена:

- для увеличения на 1 в каждом машинном цикле содержимого регистров Т/С 0, Т/С 1, для которых установлен режим таймера и счет разрешен;
- для увеличения на 1 содержимого регистров Т/С 0, Т/С 1, для которых установлен режим счетчика, счет разрешен и на соответствующем входе ОМЭВМ (Т0 для Т/С 0 и Т1 для Т/С 1) зафиксирован счетный

импульс.

Схема фиксации INT0, INT1, T0, T1 представляет собой четыре триггера. В каждом машинном цикле в момент S5P2 в них запоминается информация с выводов ОМЭВМ INT0, INT1, T0, T1.

Схема управления флагами вырабатывает и снимает флаги переполнения Т/С и флаги запросов внешних прерываний.

Логика управления Т/С синхронизирует работу регистров Т/С 0 и Т/С 1 в соответствии с запрограммированными режимами работы и синхронизирует работу блока Т/С с работой ОМЭВМ.

Режим работы каждого Т/С определяется значением битов M0, M1 в регистре TMOD. Т/С 0 и Т/С 1 имеют четыре режима работы. Режимы работы 0, 1, 2 одинаковы для обоих Т/С; Т/С 0 и Т/С 1 в этих режимах полностью независимы. Работа Т/С 0 и Т/С 1 в режиме 3 различна. При этом установка режима 3 в Т/С 0 влияет на режимы работы Т/С 1.

Установка битов M0=0, M1=0 определяет режим работы 0. Т/С в режиме 0 представляет собой устройство на основе 13-разрядного регистра и функционально совместим с таймером/счетчиком семейства МК48 (восьмиразрядный таймер/счетчик с предварительным делителем на 32).

Тринадцатизначный регистр состоит для Т/С 0 из 8 разрядов регистра TH0 и 5 младших разрядов регистра TL0, а для Т/С 1 - из 8 разрядов регистра TH1 и 5 младших разрядов регистра TL1.

В этом режиме функцию делителя на 32 выполняют регистры TL0, TL1. Они являются программно доступными, но значащими в режиме 0 являются только пять младших разрядов регистров TL0, TL1.

Блок последовательного интерфейса и прерываний (ПИП) предназначен для организации ввода-вывода последовательных потоков информации и организации системы прерывания программ.

В состав блока ПИП входят: буфер ПИП, логика управления ПИП, регистр управления, буфер передатчика, буфер приемника, приемник/передатчик последовательного порта, регистр приоритетов прерываний, регистр

разрешения прерываний, логика обработки флагов прерываний и схема выработки вектора.

Буфер ПИП обеспечивает побайтовый обмен информацией между внутренней магистралью данных и шиной ПИП.

Логика управления ПИП предназначена для выработки сигналов управления, обеспечивающих четыре режима работы последовательного интерфейса, и организации прерывания программ.

Последовательный интерфейс (последовательный порт) может работать в следующих четырех режимах.

Режим 0. Информация передается и принимается через вход приемника RxD (вывод P3.0 ОМЭВМ). Через выход передатчика TxD (вывод P3.1 ОМЭВМ) выдаются импульсы синхронизации, стробирующие каждый передаваемый или принимаемый бит информации. Формат посылки - 8 бит. Частота приема и передачи -  $fBQ/12$ , где  $fBQ$  - тактовая частота ОМЭВМ.

Режим 1. Информация передается через выход передатчика TxD, а принимается через вход приемника RxD. Формат посылки - 10 бит: старт-бит (ноль), восемь бит данных и стоп-бит (единица). Частота приема и передачи задается T/C 1.

Режим 2. Информация передается через выход передатчика TxD, а принимается через вход приемника RxD. Формат посылки - 11 бит: старт-бит (ноль), восемь бит данных, программируемый девятый бит и стоп-бит (единица). Передаваемый девятый бит данных принимает значение бита TB8 из регистра специальных функций SCON. Бит TB8 в регистре SCON может быть программно установлен в "0" или в "1", или в него, к примеру, можно поместить значение бита P из регистра PSH для повышения достоверности принимаемой информации (контроль по паритету). При приеме девятый бит данных принятой посылки поступает в бит RB8 регистра SCON. Частота приема и передачи в режиме 2 задается программно и может быть равна  $fBQ/32$  или  $fBQ/64$ .

Режим 3. Режим 3 полностью идентичен режиму 2 за исключением частоты приема и передачи, которая в режиме 3 задается T/C 1.

Регистр управления (SCON) предназначен для приема и хранения кода восьмибитового слова, управляющего последовательным интерфейсом. Все разряды регистра SCON программно доступны по записи ("0" и "1") и чтению.

Разряды SM0, SM1 определяют режим работы ПИП. Остальные биты регистра имеют следующее назначение:

SM2 - разрешение многопроцессорной работы. В режимах 2 и 3 при SM2=1 флаг RI не активизируется, если девятый принятый бит данных равен "0". В режиме 1 при SM2=1 флаг RI не активизируется, если не принят стоп-бит, равный "1". В режиме 0 бит SM2 должен быть установлен в "0".

REN - разрешение приема последовательных данных. Устанавливается и сбрасывается программным обеспечением соответственно для разрешения и запрета приема.

TB8 - девятый бит передаваемых данных в режимах 2 и 3. Устанавливается и сбрасывается программным обеспечением.

RB8 - девятый бит принятых данных в режимах 2 и 3. В режиме 1, если SM2=0, RB8 является принятым стоп-битом. В режиме 0 бит RB8 не используется.

TI - флаг прерывания передатчика. Устанавливается аппаратно в конце времени выдачи 8-го бита в режиме 0 или в начале стоп-бита в других режимах. Сбрасывается программным обеспечением.

RI - флаг прерывания приемника. Устанавливается аппаратно в конце времени приема 8-го бита в режиме 0 или через половину интервала стоп-бита в режимах 1, 2, 3 при SM2=0. При SM2=1 см. описание для бита SM2.

Буфер передатчика предназначен для приема с шины ПИП параллельной информации и выдачи ее в виде последовательного потока символов на передатчик последовательного порта.

Буфер приемника предназначен для приема данных в виде последовательного потока символов с последовательного порта, преобразования их в параллельный вид, хранения и выдачи в параллельном виде на внутреннюю шину ПИП.

Буфер приемника и буфер передатчика при программном доступе имеют одинаковое имя (SBUF) и адрес (99H). Если команда использует SBUF как регистр источника, то обращение происходит к буферу приемника. Если команда использует SBUF как регистр назначения, то обращение происходит к буферу передатчика.

Во всех четырех режимах работы последовательного порта передача инициируется любой командой, которая использует SBUF как регистр назначения. Прием в режиме 0 инициируется условием RI=0 и REN=1. В остальных режимах прием инициируется приходом старт-бита, если REN=1.

Приемник/передатчик последовательного порта предназначен для приема последовательного потока символов со входа последовательного порта, выделения данных и выдачи их в буфер приемника, а также для приема последовательных данных с буфера передатчика, преобразования их в последовательный поток символов и выдачи его на выход последовательного порта.

Регистр приоритетов прерываний (IP) предназначен для установки уровня приоритета прерывания для каждого из пяти источников прерываний. Обозначение разрядов регистра IP:

- PX0 - установка уровня приоритета прерывания от внешнего источника INT0.
- PT0 - установка уровня приоритета прерывания от T/C 0.
- PX1 - установка уровня приоритета прерывания от внешнего источника INT1.
- PT1 - установка уровня приоритета прерывания от T/C 1. PS – установка уровня приоритета прерывания от последовательного порта. X - резервный разряд.

Наличие в разряде IP "1" устанавливает для соответствующего источника высокий уровень приоритета, а наличие в разряде IP "0" - низкий уровень приоритета. При чтении резервных разрядов соответствующие линии магистрали данных не определены. Пользователь не должен записывать "1" в

резервные разряды, т. к. они зарезервированы под дальнейшее расширение семейства МК51.

Регистр разрешения прерываний (IE) предназначен для разрешения или запрещения прерываний от соответствующих источников:

- EA - управление всеми источниками прерываний одновременно. Если EA=0, то прерывания запрещены. Если EA=1, то прерывания могут быть разрешены индивидуальными разрешениями EX0, ET0, EX1, ET1, ES;
- X - резервный разряд;
- ES - управление прерыванием от последовательного порта. ES=1 – разрешение. ES=0 – запрещение;
- ET1 - управление прерыванием от Т/С 1. ET1=1 - разрешение. ET1=0 – запрещение;
- EX1 - управление прерыванием от внешнего источника INT1. EX1=1 – разрешение. EX1=0 – запрещение;
- ET0 - управление прерыванием от Т/С 0. ET0=1 - разрешение. ET0=0 – запрещение;
- EX0 - управление прерыванием от внешнего источника INT0. EX0=1 – разрешение. EX0=0 – запрещение.

Логика обработки флагов прерываний осуществляет приоритетный выбор запроса прерывания, сброс его флага и инициирует выработку аппаратно реализованной команды перехода на подпрограмму обслуживания прерывания.

Схема выработки вектора прерывания вырабатывает двухбайтовые адреса подпрограмм обслуживания прерывания в зависимости от источника прерываний.

Счетчик команд (PC) предназначен для формирования текущего 16-разрядного адреса программной памяти и 8/16-разрядного адреса внешней памяти данных. В состав счетчика команд входят 16-разрядные буфер PC, регистр указателя данных DPTR, регистр PC, схема инкремента, регистр адреса памяти.

Буфер РС осуществляет связь между 16-разрядной шиной РС и восьмиразрядной магистралью данных, обеспечивая запись, хранение и коммутацию информации.

Регистр указателя данных (DPTR) предназначен для хранения 16-разрядного адреса внешней памяти данных. Состоит из двух восьмиразрядных регистров DPH и DPL, входящих в блок регистров специальных функций. Они программно доступны и могут использоваться в качестве двух независимых РОН, если нет необходимости в хранении 16-разрядного адреса внешней памяти данных. В регистре РС хранится текущий 16-разрядный адрес памяти программ.

Схема инкремента увеличивает текущее значение 16-разрядного адреса памяти программ на единицу.

Регистр адреса памяти предназначен для записи и хранения исполнительного 16-разрядного адреса памяти программ или 8/16-разрядного адреса внешней памяти данных, а также для передачи данных на порт P0 при выполнении команд `MOVX @Ri,A` и `MOVX @DPTR, A`, обеспечивающих запись данных через порт P0 во внешние устройства.

Порты P0, P1, P2, P3 являются двунаправленными портами ввода-вывода и предназначены для обеспечения обмена информацией ОМЭВМ с внешними устройствами, образуя 32 линии ввода-вывода. Каждый из портов содержит фиксатор-защелку, который представляет собой восьмиразрядный регистр, имеющий байтовую и битовую адресацию для установки (сброса) разрядов с помощью программного обеспечения.

Физические адреса фиксаторов P0, P1, P2, P3 составляют для:

- P0 - 80H, при битовой адресации 80H-87H;
- P1 - 90H, при битовой адресации 90H-97H;
- P2 - A0H, при битовой адресации A0H-A7H;
- P3 - B0H, при битовой адресации B0H-B7H.

Помимо работы в качестве обычных портов ввода/вывода, линии портов P0-P3 могут выполнять ряд дополнительных функций, описанных ниже.

Через порт P0:

- выводится младший байт адреса A0-A7 при работе с внешней памятью программ и внешней памятью данных;
- выдается из ОМЭВМ и принимается в ОМЭВМ байт данных при работе с внешней памятью (при этом обмен байтом данных и вывод младшего байта адреса внешней памяти мультиплексированы во времени);
- задаются данные при программировании внутреннего ППЗУ и читается содержимое внутренней памяти программ. Через порт P1;
- задается младший байт адреса при программировании внутреннего ППЗУ и при чтении внутренней памяти программ. Через порт P2;
- выводится старший байт адреса A8-A15 при работе с внешней памятью программ и внешней памятью данных (для внешней памяти данных – только при использовании команд MOVX A,@DPTR и MOVX @DPTR,A, которые вырабатывают 16-разрядный адрес);
- задается старший байт (разряды A8-A14) адреса при программировании внутреннего ППЗУ и при чтении внутренней памяти программ.

Каждая линия порта P3 имеет индивидуальную альтернативную функцию:

- P3. 0 - RxD, вход последовательного порта, предназначен для ввода последовательных данных в приемник последовательного порта;
- P3. 1 - TxD, выход последовательного порта, предназначен для вывода последовательных данных из передатчика последовательного порта;
- P3. 2 -  $\sim$ INT0, используется как вход 0 внешнего запроса прерывания;
- P3. 3 - INT1, используется как вход 1 внешнего запроса прерывания;
- P3. 4 - T0, используется как вход счетчика внешних событий T/C 0;
- P3. 5 - T1, используется как вход счетчика внешних событий T/C 1;
- P3. 6 - WR, строб записи во внешнюю память данных, выходной сигнал, сопровождающий вывод данных через порт P0 при использовании ком. MOVX cRi,Ai и MOVX @DPTR, A;
- P3. 7 - RD, строб чтения из внешней памяти данных, выходной сигнал, сопровождающий ввод данных через порт P0 при использовании команд MOVX A,@Ri и MOVX A,@DPTR.



Альтернативная функция любой из линий порта P3 реализуется только в том случае, если в соответствующем этой линии разряде фиксатора-защелки содержится "1". В противном случае на линии порта P3 будет присутствовать "0".

Память данных предназначена для приема, хранения и выдачи информации, используемой в процессе выполнения программы. Память данных, расположенная на кристалле ОМЭВМ, состоит из регистра адреса ОЗУ, дешифратора, ОЗУ и указателя стека.

Регистр адреса ОЗУ предназначен для приема и хранения адреса выбираемой с помощью дешифратора ячейки памяти, которая может содержать как бит, так и байт информации.

ОЗУ представляет собой 128 восьмиразрядных регистров, предназначенных для приема, хранения и выдачи различной информации.

Указатель стека представляет собой восьмиразрядный регистр, предназначенный для приема и хранения адреса ячейки стека, к которой было последнее обращение. При выполнении команд LCALL, ACALL содержимое указателя стека увеличивается на 2. При выполнении команд RET, RETI содержимое указателя стека уменьшается на 2. При выполнении команды PUSH direct содержимое указателя стека увеличивается на 1. При выполнении команды POP direct содержимое указателя стека уменьшается на 1. После сброса в указателе стека устанавливается адрес 07H, что соответствует началу стека с адресом 08H.

В ОМЭВМ предусмотрена возможность расширения памяти данных путем подключения внешних устройств емкостью до 64 Кбайт. При этом обращение к внешней памяти данных возможно только с помощью команд MOVX.

Команды MOVX @Ri,A и MOVX A,@Ri формируют восьмиразрядный адрес, выдаваемый через порт P0. Команды MOVX @DPTR,A и MOVX @A,DPTR формируют 16-разрядный адрес, младший байт которого выдается через порт P0, а старший - через порт P2.

Байт адреса, выдаваемый через порт P0, должен быть зафиксирован во внешнем регистре по спаду сигнала ALE, т. к. в дальнейшем линии порта P0

используются как шина данных, через которую байт данных принимается из памяти при чтении или выдается в память данных при записи. При этом чтение стробируется сигналом ОМЭВМ RD, а запись- сигналом ОМЭВМ WR. При работе с внутренней памятью данных сигналы RD и WR не формируются.

Память программ предназначена для хранения программ и имеет отдельное от памяти данных адресное пространство объемом до 64 Кбайт.

Если на вывод ОМЭВМ DEMA подано напряжение питания  $U_{cc}$ , то обращение к внешней памяти программ происходит автоматически при выработке счетчиком команд адреса, превышающего 0FFFH. Если адрес находится в пределах 0000H-0FFFH, обращение происходит к памяти программ, расположенной на кристалле (внутренней памяти программ).

Если на вывод ОМЭВМ DEMA подан "0", внутренняя память программ отключается и начиная с адреса 0000H все обращения выполняются к внешней памяти программ.

Чтение из внешней памяти программ стробируется сигналом ОМЭВМ PME. При работе с внутренней памятью программ сигнал PME не формируется. ОМЭВМ не имеют инструкций и аппаратных средств для программной записи в память программ.

При обращениях к внешней памяти программ всегда формируется 16-разрядный адрес, младший байт которого выдается через порт P0, а старший - через порт P2. При этом байт адреса, выдаваемый через порт P0, должен быть зафиксирован во внешнем регистре по спаду сигнала ALE, т. к. в дальнейшем линии порта P0 используются в качестве шины данных, по которой байт из внешней памяти программ вводится в ОМЭВМ

### 2.3 Дисплей WH1602

Знакосинтезирующие индикаторы WH1602 отображают информацию в виде знакомест определенной разрядности. Одно знакоместо отображает один символ. Количество знакомест определяет разрядность индикатора. Информация на индикаторах может выводиться на нескольких строках,

поэтому для индикаторов такого типа всегда указывается число символов в строке и число строк, для данного индикатора число символов 16, строки две.



Рис. 2.2 Дисплей WH1602

Отображение информации происходит на жидкокристаллической матрице со светодиодной подсветкой. Подсветка значительно оживляет монохромную текстовую информацию.

Для управления жидкокристаллической матрицей и организации интерфейса индикатора используется встроенный контроллер HD44780 или его полные аналоги. Этот контроллер определяет сигналы интерфейса индикатора и команды управления.

HD44780 стал де-факто стандартом для символьных жидкокристаллических (LCD) дисплеев.

#### 2.4 Датчик тока CSNK500M

Измерение и контроль протекающего тока являются принципиальным требованием для широкого круга приложений, включая схемы защиты от перегрузки по току, зарядные устройства, импульсные источники питания, программируемые источники тока и пр. Один из простейших методов измерения тока – использование резистора с малым сопротивлением, – шунта между нагрузкой и общим проводом, падение напряжения на котором пропорционально протекающему току. Несмотря на то, что данный метод очень прост в реализации, точность измерений оставляет желать лучшего, т.к.

сопротивление шунта зависит от температуры, которая не является постоянной. Кроме того, такой метод не позволяет организовать гальваническую развязку между нагрузкой и измерителем тока, что очень важно в приложениях, где нагрузка питается высоким напряжением.

В качестве датчика тока предлагается прецизионный интегральный датчик тока CSNK500M, принцип его работы, основанный на эффекте Холла.

Датчик тока CSNK500M основан на принципе, открытом в 1879 году Эдвином Холлом (Edwin Hall), и названным его именем. Эффект Холла состоит в следующем: если проводник с током помещен в магнитное поле, то на его краях возникает ЭДС, направленная перпендикулярно, как к направлению тока, так и к направлению магнитного поля. Эффект иллюстрируется рисунком 2.4. Через тонкую пластину полупроводникового материала, называемую элементом Холла, протекает ток  $I$ . При наличии магнитного поля на движущиеся носители заряда (электроны) действует сила Лоренца, искривляющая траекторию движения электронов, что приводит к перераспределению объемных зарядов в элементе Холла. Вследствие этого на краях пластины, параллельных направлению протекания тока, возникает ЭДС, называемая ЭДС Холла. Эта ЭДС пропорциональна векторному произведению индукции  $B$  на плотность тока  $I$  и имеет типовое значение порядка нескольких микровольт.

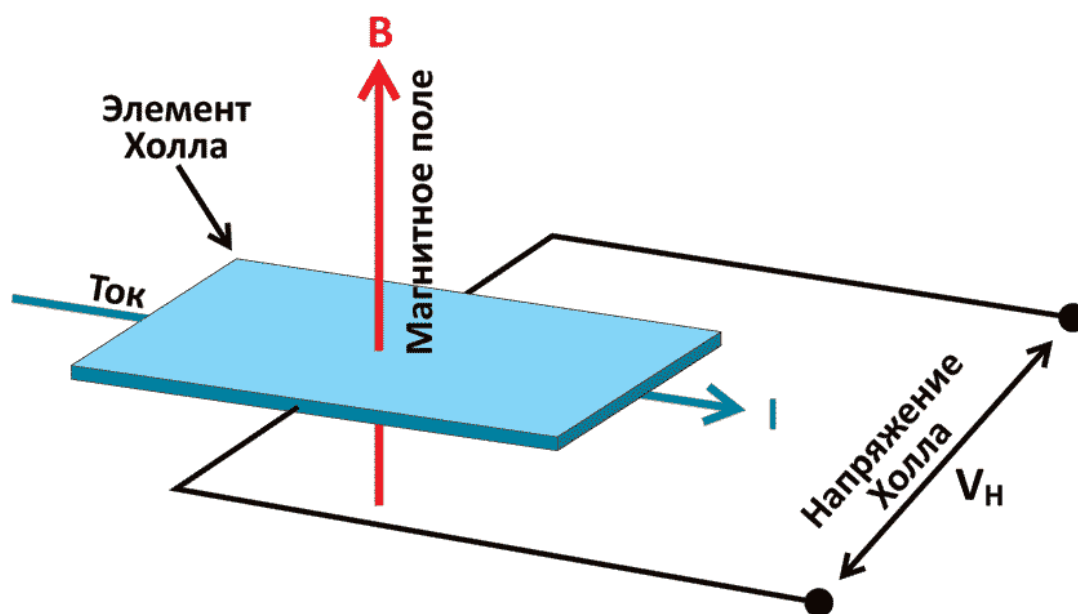


Рисунок 2.5 – Эффект Холла

Выходное напряжение датчика пропорционально току, протекающему через проводящий путь (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Датчик тока CSNK500M

При нулевом токе, протекающем через датчик, выходное напряжение равно половине напряжения питания ( $V_{cc}/2$ ). Необходимо заметить, что выходное напряжение при нулевом токе и чувствительность CSNK500M пропорциональны напряжению питания. Это особенно полезно при использовании датчика совместно с АЦП.

Точность любого АЦП зависит от стабильности источника опорного напряжения. В большинстве схем на микроконтроллерах в качестве опорного используется напряжение питания. Поэтому при нестабильном напряжении питания измерения не могут быть точными. Однако если опорным напряжением АЦП сделать напряжение питания датчика CSNK500M, его выходное напряжение будет компенсировать любые ошибки аналого-цифрового преобразования, обусловленные флуктуациями опорного напряжения.

## 3 ОХРАНА ТРУДА

### 3.1 Основы электробезопасности

Электробезопасность— система организационных и технических мероприятий и средств, которые обеспечивают защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009—76 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения»).

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека: прикосновении к открытым токоведущим частям оборудования и проводам; прикосновении к корпусам электроустановок, случайно оказавшихся под напряжением (повреждение изоляции); шаговом напряжении; освобождении человека, находящегося под напряжением; действии электрической дуги; воздействии атмосферного электричества во время грозových разрядов.

Проходя через организм, электрический ток оказывает следующие воздействия: термическое (нагревает ткани, кровеносные сосуды, нервные волокна и внутренние органы вплоть до ожогов отдельных участков тела); электролитическое (разлагает кровь, плазму); биологическое (раздражает и возбуждает живые ткани организма, нарушает внутренние биологические процессы).

Электрический удар — поражение организма человека, вызванное возбуждением живых тканей тела электрическим током и сопровождающееся судорожным сокращением мышц. В зависимости от возникающих последствий электрические удары делят на четыре степени: I— судорожное сокращение мышц без потери сознания; II— судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимися дыханием и работой сердца; III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого); IV — состояние клинической смерти.

К местным электротравмам относят локальные нарушения целостности

тканей организма:

- электрический ожог (токовый и дуговой) — токовый ожог является следствием преобразования электрической энергии в тепловую (как правило, возникает при относительно невысоких напряжениях электрической сети); дуговой ожог возникает при высоких напряжениях электрической сети между проводником тока и телом человека, когда образуется электрическая дуга;
- электрические знаки — пятна серого или бледно-желтого цвета овальной формы, диаметром 1—5 мм на поверхности кожи человека, образующиеся в месте контакта с проводником тока. Эта травма не представляет серьезной опасности и быстро проходит;
- металлизация кожи — проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. В зависимости от места поражения эта травма может быть очень болезненной, с течением времени пораженная кожа сходит, а если поражены глаза, то возможно ухудшение или потеря зрения;
- электроофтальмия — воспаление наружных оболочек глаз под действием потока ультрафиолетовых лучей, испускаемых электрической дугой; по этой причине нельзя смотреть на сварочную электродугу. Травма сопровождается сильной болью и режью в глазах, временной потерей зрения, при сильном поражении потребуются сложное и длительное лечение. Нельзя смотреть на электрическую дугу без специальных защитных очков;
- механические повреждения возникают в результате резких судорожных сокращений мышц под действием проходящего через тело человека тока (расслаивает, разрывает различные ткани, стенки кровеносных и легочных сосудов; возможны вывихи суставов, разрывы связок и даже переломы костей; кроме того, в состоянии испуга и шока человек может упасть с высоты и получить травму).

### 3.2 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

Параметры, определяющие тяжесть поражения электрическим током, зависят от ряда факторов, основными из которых являются: род и величина электрического тока, длительность его воздействия на организм; величина напряжения, воздействующего на организм; частота тока; путь протекания тока в теле человека; электрическое сопротивление тела человека; психофизиологическое состояние организма, его индивидуальные свойства; состояние и характеристика окружающей среды (температура воздуха, влажность, загазованность, запыленность) и др.

Сила тока. Протекающий через организм переменный ток промышленной частоты (50 Гц) человек начинает ощущать с малых значений, с увеличением силы тока растет его отрицательное действие на организм:

- 0,6... 1,5 мА вызывается зуд и легкое пощипывание кожи (пороговый ток ощущения)',
- 2...3 мА — наблюдается сильное дрожание пальцев рук;
- 5...7 мА — фиксируются судороги и болевые ощущения в руках;
- 8...10 мА — резкая боль охватывает всю руку и сопровождается судорожными сокращениями мышц кисти и предплечья;
- 10...15 мА — судороги мышц руки становятся настолько сильными, что человек не может их преодолеть и освободиться от проводника тока (пороговый неотпускающий ток);
- 20...25 мА — происходят нарушения в работе легких и сердца, при длительном воздействии такого тока может произойти остановка сердца и прекращение дыхания;
- более 100 мА — протекание тока через человека вызывает фибрилляцию сердца — судорожные неритмичные сокращения сердца; сердце перестает работать как насос, перекачивающий кровь (пороговый фибрилляционный ток);
- более 5 А вызывает немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции.



Сила тока зависит от напряжения, приложенного к человеку, и сопротивления тела. Чем выше напряжение и меньше сопротивление, тем больше сила тока.

Наиболее опасен ток, проходящий через жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг), т.е. голова — рука, голова — ноги, рука — рука, руки — ноги.

Ток, проходящий по пути «нога — нога», часто возникающий при шаговом напряжении, не воздействует на сердце и легкие, но влияет на них рефлекторно и, при определенной силе и длительности, способен привести к тяжелому исходу. Кроме того, он может вызвать судороги ног, падение человека и образование более опасного пути (руки — ноги) с большим шаговым напряжением, так как длина тела больше ширины шага.

При напряжении до 500 В более опасен переменный ток. Это подтверждается тем, что одинаковые с постоянным током воздействия на организм человека он вызывает при силе тока в 4—5 раз меньшей.

При напряжении свыше 500 В более опасен постоянный ток.

Время воздействия электрического тока. С увеличением длительности воздействия тока растет вероятность тяжелого или смертельного исхода. Наиболее опасная продолжительность действия тока — 1 с и более, т.е. не менее периода сердечного цикла (0,75... 1 с).

Тяжесть поражения электрическим током зависит от ряда факторов и неодинакова в различных ситуациях. Известны случаи гибели людей от слабых токов при напряжении 12 В и благополучного исхода при действии напряжением 1000 В и более. Это зависит от состояния нервной системы, физического развития человека. Для женщин, например, пороговые значения силы тока примерно в 1,5 раза ниже, чем для мужчин.

Электрическое сопротивление цепи равно сумме сопротивлений всех участков, составляющих цепь (проводников, пола, обуви и др.); в общее электрическое сопротивление входит и сопротивление тела человека.

На исход поражения сильно влияет сопротивление тела человека, которое изменяется в очень больших пределах. Наибольшим сопротивлением обладает

верхний слой кожи толщиной около 0,2 мм, состоящий из мертвых ороговевших клеток. Общее электрическое сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповрежденной коже, измеренное при напряжении 15...20 В, находится примерно в пределах 3...1000 кОм и больше; сопротивление внутренних тканей тела — 300...500 Ом. Поэтому люди с нежной, влажной и потной кожей, а также с повреждениями и ссадинами на коже более уязвимы для электрического тока.

При различных расчетах, связанных с обеспечением электробезопасности и расследованием электротравм, сопротивление тела человека принимают равным 1 кОм.

Электрическое сопротивление изоляции проводников тока, если она не повреждена, составляет, как правило, 100 кОм и более.

Электрическое сопротивление обуви и основания (пола) зависит от материала, из которого сделано основание и подошва обуви, и их состояния — сухие или мокрые. Например, сухая подошва из кожи имеет сопротивление примерно 100 кОм, влажная подошва — 0,5 кОм; из резины — соответственно 500 и 1,5 кОм. Сухой асфальтовый пол имеет сопротивление около 2000 кОм, мокрый — 0,8 кОм; бетонный — соответственно 2000 и 0,1 кОм; деревянный — 30 и 0,3 кОм; земляной — 20 и 0,3 кОм; из керамической плитки — 25 и 0,3 кОм. Очевидно, что при влажных и мокрых основаниях и обуви значительно возрастает электробезопасность.

Напряжение прикосновения  $U_{пр}$ , В — разность электрических потенциалов между двумя точками тела человека, возникающая при его прикосновении к токоведущим частям, корпусу электроустановки или нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением.

Если корпус установки, оказавшейся под напряжением, изолирован от земли или человек находится на расстоянии более 20 м от точки стекания тока с корпуса в землю, то потенциал земли нулевой и напряжение прикосновения фактически равно потенциалу корпуса.

Если человек находится в зоне растекания тока, то чем дальше человек находится от точки стекания тока в землю, тем меньше потенциал земли и,

следовательно, больше напряжение прикосновения, под которым находится человек.

Если человек стоит рядом с точкой стекания тока, потенциал земли (потенциал ног) практически равен потенциалу корпуса (потенциалу руки), и напряжение равно нулю, т.е. человек находится в безопасности.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов для человека определены ГОСТ 12.1.038—82 при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц (табл. 6.2).

Напряжение шага  $U_{ш}$  возникает, когда человек находится в зоне растекания электрического тока в основании или земле (рис. 6.5). Если ноги человека удалены на различное расстояние от точки стекания тока (как правило на размер шага), то они будут находиться под разными потенциалами. В результате возникает напряжение шага, равное разности потенциалов, между точками земли или другой поверхности на которой стоит человек обеими ногами.

### 3.3 Классификация производственных помещений по опасности поражения электрическим током

К числу опасных и вредных производственных факторов относят повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышенный уровень статического электричества, электромагнитных излучений, повышенную напряженность электрического и магнитного полей.

В отношении опасности поражения людей электрическим током Правила устройства электроустановок классифицируют все помещения по следующим признакам.

Помещения с повышенной опасностью — характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырости, когда относительная влажность воздуха длительно превышает 75% (такие помещения называют сырими);
- токопроводящей пыли (угольной, металлической и т.п.);

- высокой температуры (такие помещения называют жаркими), когда температура воздуха длительно (более суток) превышает 35 °С, кратковременно 40 °С;
- токопроводящих оснований (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т.п.);
- возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам технологического оборудования или металлоконструкциям здания и металлическим корпусам электрооборудования.

Особо опасные помещения — характеризуются наличием высокой относительной влажности воздуха, близкой к 100%, или химически активной среды, разрушающе действующей на изоляцию электрооборудования, или одновременным наличием двух или более условий, соответствующих помещениям с повышенной опасностью.

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют все указанные выше условия. Опасность поражения электрическим током существует всюду, где используются электроустановки, поэтому помещения без повышенной опасности нельзя назвать безопасными.

Территории размещения наружных электроустановок. По степени опасности электроустановки вне помещений приравнивают к электроустановкам, эксплуатирующимся в особо опасных помещениях.

С учетом требований электробезопасности рекомендуются следующие номинальные напряжения для электроприемников:

12 В — для ручных светильников и переносного электроинструмента, применяемых в особо опасных помещениях;

42 В — для тех же целей — в помещениях с повышенной опасностью, а также для стационарных светильников, подвешенных ниже 2,5 м над полом, в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью;

65 В — для аппаратов дуговой электросварки.

### 3.4 Условия и причины поражения человека электрическим током

На вероятность поражения электрическим током и тяжесть исхода влияет множество факторов, в том числе и окружающая среда, в которой эксплуатируются электроустановки.

В соответствии с ГОСТ 12.1.013—78 все условия, в которых эксплуатируется электрооборудование, подразделяют на: условия с повышенной опасностью; особо опасные условия; условия без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

Условия с повышенной опасностью поражения людей электрическим током-

- наличие влажности (пары или конденсат выделяются в виде мелких капель, относительная влажность воздуха превышает 75%);
- наличие проводящей пыли (технологическая и другая пыль, оседая на проводах, проникая внутрь машин и аппаратов и отлагаясь на электроустановках, ухудшает условия охлаждения и изоляции, но не вызывает опасности пожара или взрыва);
- наличие токопроводящих оснований (металл, земля, и т.д.);
- наличие повышенной температуры (длительно 35 °С, кратковременно 40 °С) независимо от времени года и различных тепловых излучений;
- наличие возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п. с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

Особо опасные условия поражения людей электрическим током:

- наличие сырости (дождь, снег, опрыскивание);
- наличие химически активной среды (постоянно или длительно содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования);
- наличие одновременно двух или более условий повышенной

опасности.

Условия без повышенной опасности поражения людей электрическим током — отсутствие условий, создающих повышенную или особую опасность.

Поражение человека электрическим током возможно только при замыкании электрической цепи через тело человека. Это может произойти при:

- двухфазном включении в цепь;
- однофазном включении в цепь — провода, клеммы, шины и т.д.;
- контакте человека с токопроводящими частями оборудования (корпус станка, прибора), конструктивными элементами здания, оказавшимися под напряжением в результате нарушения изоляции проводки и токопроводящих частей.

Двухфазное включение в цепь. Наиболее редким, но и наиболее опасным, является прикосновение человека к двум фазным проводам или проводникам тока, соединенным с ними. В этом случае человек окажется под действием линейного напряжения  $U_{л}$ . Через человека потечет ток по пути «рука — рука», т.е. сопротивление цепи будет включать только сопротивление тела.

Это смертельно опасный ток. Тяжесть электротравмы или даже жизнь человека будет зависеть, прежде всего, от того, как быстро он освободится от контакта с проводником тока.

Чаще встречаются случаи, когда человек одной рукой соприкасается с фазным проводом или частью прибора, аппарата, который

случайно или преднамеренно электрически соединен с ним. Опасность поражения электрическим током в этом случае зависит от вида электрической сети (с заземленной или изолированной нейтралью).

Однофазное включение в цепь в сети с заземленной нейтралью. В этом случае ток проходит через человека по пути «рука — ноги» или «рука — рука», а человек будет находиться под фазным напряжением.

Воздействие тока человек может даже не почувствовать, но небольшая трещина или прокол на подошве сапога может резко уменьшить сопротивление резиновой подошвы и сделать работу опасной.

Перед тем как приступить к работе с электрическими устройствами их

необходимо тщательно осмотреть на предмет отсутствия повреждений изоляции. Электрические устройства необходимо протереть от пыли и, если они влажные, — просушить. Мокрые электрические устройства эксплуатировать нельзя! Электрический инструмент, приборы, аппаратуру лучше хранить в полиэтиленовых пакетах, чтобы исключить попадание в них пыли или влаги. Работать надо в обуви. Если надежность электрического устройства вызывает сомнения, надо подстраховаться — подложить под ноги сухой деревянный настил или резиновый коврик. Можно использовать резиновые перчатки.

Второй путь протекания тока возникает тогда, когда второй рукой человек соприкасается с электропроводящими предметами, соединенными с землей (корпусом заземленного станка, металлической или железобетонной конструкцией здания, влажной деревянной стеной, водопроводной трубой, отопительной батареей и т.п.). В этом случае ток протекает по пути наименьшего электрического сопротивления. Указанные предметы практически накоротко соединены с землей, их электрическое сопротивление очень мало.

При работе с электрическими устройствами не прикасайтесь второй рукой к предметам, которые могут быть электрически соединены с землей. Работа в сырых помещениях, при наличии вблизи от человека хорошо проводящих предметов, соединенных с землей, представляет исключительно высокую опасность и требует соблюдения повышенных мер электрической безопасности.

В аварийном режиме когда одна из фаз сети (другая фаза сети, отличная от фазы, к которой прикоснулся человек) оказалась замкнутой на землю, происходит перераспределение напряжения, и напряжение исправных фаз отличается от фазного напряжения сети. Прикасаясь к исправной фазе, человек попадает под напряжение, которое больше фазного, но меньше линейного. Поэтому при любом пути протекания тока этот случай более опасен.

Однофазное включение в цепь в сети с изолированной нейтралью. На производстве для электроснабжения силовых электроустановок находят применение трехпроводные электрические сети с изолированной нейтралью. В таких сетях отсутствует четвертый заземленный нулевой провод, а имеются

только три фазных провода.

При нарушении же изоляции какой-либо фазы прикосновение к сети с изолированной нейтралью становится более опасным, чем к сети с заземленным нулевым проводом. В аварийном режиме работы ток, проходящий через тело человека, прикоснувшегося к исправной фазе, будет стекать по цепи замыкания на земле на аварийную фазу.

Так как сопротивление замыкания аварийной фазы на земле обычно мало, то человек будет находиться под линейным напряжением, а сопротивление образовавшейся цепи будет равно сопротивлению цепи человека, что очень опасно.

По этим соображениям, а также из-за удобства использования (возможность получения напряжения 220 и 380 В) четырехпроводные сети с заземленным нулевым проводом на напряжение 380/220 В получили наибольшее распространение.

Рассмотрены далеко не все возможные схемы электрических сетей и варианты прикосновения. На производстве могут быть более сложные схемы электроснабжения, находящиеся под большими напряжениями, а значит, и более опасные. Однако основные выводы и рекомендации для обеспечения безопасности практически такие же.

Снизить ток, протекающий через тело человека в этом случае, можно либо за счет увеличения электрического сопротивления цепи (например, за счет применения СИЗ), либо за счет уменьшения потенциала корпуса и потенциала земли.

Основными нормативными документами по технике безопасности при производстве электромонтажных работ являются строительные нормы и правила СНиП Ш—4—80\* «Техника безопасности в строительстве» и разработанные на их основе Правила техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах.

### 3.5 Организационно-технические мероприятия по защите от поражения электрическим током



В соответствии с ГОСТ 12.1.009—76 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения» в качестве средств и методов защиты от поражения электрическим током применяют:

- изоляцию токоведущих частей (нанесение на них диэлектрического материала — пластмасс, резины, лаков, красок, эмалей и т.п.);
- двойную изоляцию — на случай повреждения рабочей;
- воздушные линии, кабели в земле и т.п.;
- ограждение электроустановок;
- блокировочные устройства, автоматически отключающие напряжение электроустановок, при снятии с них защитных кожухов и ограждений;
- малое напряжение (не более 42 В) для освещения в условиях повышенной опасности;
- изоляцию рабочего места (пола, настила);
- заземление или зануление корпусов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляций;
- выравнивание электрических потенциалов;
- автоматическое отключение электроустановок;
- предупреждающую сигнализацию (звуковую, световую) при появлении напряжения на корпусе установки, надписи, плакаты, знаки;
- средства индивидуальной защиты и др. [5].

Применение малых напряжений (до 42 В). Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях до 10 В, когда ток, как правило, не превышает 1...1,5 мА. Очень малые напряжения применяют в шахтерских лампах (2,5 В) и некоторых бытовых приборах (карманные фонари, игрушки и т.п.). Применение малых напряжений 12, 36 и 42 В ограничивается ручным электрифицированным инструментом, ручными переносными лампами и лампами местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

Электрическое разделение сетей. Если единую, сильно разветвленную сеть разделить на ряд небольших сетей такого же напряжения, которые будут обладать небольшой емкостью и высоким сопротивлением изоляции, то

опасность поражения резко снижается.

Обычно электрическое разделение сетей осуществляется путем подключения отдельных электроустановок через разделительные трансформаторы. Защитное разделение сетей применяется в электроустановках напряжением до 1000 В, эксплуатация которых связана с повышенной степенью опасности, например в передвижных установках, ручном электрифицированном инструменте и т.п.

Электрическая изоляция. В электроустановках применяют рабочую, дополнительную, двойную и усиленную изоляции. При вводе в эксплуатацию новых или прошедших ремонт электроустановок проводятся приемосдаточные испытания с контролем сопротивления изоляции.

Защита от прикосновения к токоведущим частям установок. В электроустановках напряжением до 1000 В применение изолированных проводов уже обеспечивает достаточную защиту от напряжения при прикосновении. При напряжениях свыше 1000 В опасно даже приближение к токоведущим частям. Для исключения опасности прикосновения к токоведущим частям необходимо обеспечить их недоступность посредством ограждения и расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Защитное заземление. Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.

Принцип действия защитного заземления — снижение напряжения прикосновения при замыкании на корпус за счет уменьшения потенциала корпуса электроустановки и подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по значению к потенциалу заземленной установки.

Заземление может быть эффективным только в том случае, если ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземления. В сетях с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В заземление неэффективно, так как ток замыкания на землю зависит от

сопротивления заземления и при его уменьшении ток возрастает.

Защитное заземление применяется в сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в сетях напряжением выше 1000 В как с изолированной, так и с заземленной нейтралью.

Заземляющее устройство — это совокупность заземлителя — металлических проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземленные части электроустановки с заземлителем. Заземляющие устройства бывают двух типов: выносные, или сосредоточенные, и контурные или распределенные.

Выносное заземляющее устройство характеризуется тем, что заземлитель вынесен за пределы площадки, на которой установлено заземляемое оборудование, или сосредоточен на некоторой части этой площадки. При работе выносного заземления потенциал основания, на котором находится человек, равен или близок к нулю (в зависимости от удаленности человека от заземлителя).

Защита человека осуществляется за счет малого электрического сопротивления заземления, так как в соответствии с законом Ома больший ток будет протекать по той ветви разветвленной цепи, которая имеет меньшее электрическое сопротивление. Такой тип заземляющего устройства в ряде случаев лишь уменьшает опасность или тяжесть поражения электрическим током. Его достоинством является возможность выбора места размещения заземлителя с наименьшим сопротивлением грунта (сырого, глинистого, в низинах и т.п.).

Выносное заземляющее устройство применяют только при малых значениях тока замыкания на землю и, в частности, в установках напряжением до 1000 В.

В контурном заземляющем устройстве одиночные заземлители размещают по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, или распределяют на всей площадке (зоне обслуживания оборудования) равномерно.

Безопасность при контурном заземлении обеспечивается выравниванием потенциала основания и его повышением до значений, близких к потенциалу корпуса оборудования. В результате обеспечивается высокая степень защиты от прикосновения к корпусу оборудования, оказавшегося под напряжением, и от шагового напряжения.

Внутри помещений выравнивание потенциала происходит естественным путем через металлические конструкции, трубопроводы, кабели и другие проводящие предметы, связанные с разветвленной сетью заземления.

Контурное заземление применяют при высокой степени электроопасности и при напряжениях свыше 1000 В.

Выполнение заземляющих устройств. Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные — находящиеся в земле предметы, используемые для других целей.

В качестве искусственных заземлителей применяют одиночные и соединенные в группы металлические электроды, забитые вертикально (стальные трубы, уголки, прутки) или уложенные горизонтально в землю (стальные полосы, прутки).

В качестве естественных заземлителей можно использовать проложенные в земле водопроводные и другие трубы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих и взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией; металлические конструкции и арматуру железобетонных конструкций зданий и т.п.

### 3.6 Расчет освещенности помещений

Определим количество светильников типа ОД с двумя люминесцентными лампами. Размеры помещения: длина  $A = 6$  м, ширина  $B = 4$  м.

$$N = \frac{E_n S K_{\Sigma} z}{\Phi}, \quad (1)$$

где  $\Phi$  — требуемый световой поток дуговой ртутной лампы (ДРЛ) или группы ламп люминесцентного светильника, лм

$E_n$  – требуемая минимальная нормируемая освещенность в помещении, лк, подбирается по СНиПу 23-05-95 в зависимости от условий и характера зрительной работы.

$S$  – площадь освещаемой поверхности, т.е. площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий старение лампы и запыленность воздуха в помещении. Определяется по СНиПу 23-05-95;

$z$  – коэффициент неравномерности освещения, представляющий собой отношение средней освещенности к минимальной, создаваемой лампой .

Для ДРЛ  $z = 1,15$ , для люминесцентных ламп  $z=1,1$ ;

$N$  – количество светильников, шт;

По СНиПу 23-05-95 определяем  $E_n$  в зависимости от характера зрительной работы:  $E_n = 200$  лк.

Вычисляем площадь освещаемой поверхности, т.е. помещения:

$$S=A \cdot B=6 \cdot 4=24 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Коэффициент запаса лампы в зависимости от содержания пыли в помещении принимаем  $K_z = 1,5$  мг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп  $z = 1,1$ .

По ГОСТу 6825–74 световой поток люминесцентной лампы ЛДЦ80 составляет 3560 лм.

$$N = \frac{200 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3560} = 3. \quad (3)$$

Таким образом для освещения помещения необходимо 3 люминесцентных ламп ЛДЦ80.

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Расчет экономических результатов разработки устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики.

Разрабатываемое устройство для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики должно быть экономически целесообразным и эффективным.

Важнейшими показателями, характеризующими экономическую целесообразность новой техники являются себестоимость единицы продукции и величина условно-годовой экономии от её внедрения.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу требуется рассчитать затраты на единицу проектируемого изделия и срок окупаемости.

Совокупность производственных затрат показывает, во что обходится предприятию изготовление выпускаемой продукции, т.е. составляет производственную себестоимость продукции.

При определении себестоимости отдельных видов продукции, работ, услуг, используется группировка затрат на единицу продукции по статьям калькуляции.

Для расчета производственной себестоимости проектируемого устройства для контроля содержания угарного газа на участке диагностики применяется следующая номенклатура статей калькуляции:

- сырьё и материалы;
- покупные полуфабрикаты и услуги кооперированных предприятий;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- начисления на заработную плату производственных рабочих;
- цеховые расходы;
- общезаводские расходы;
- прочие производственные расходы.

Материальные затраты неоднородны и включают расходы на сырьё, материалы, комиссионные вознаграждения, оплату брокерских и иных посреднических услуг (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Материальные затраты на сырьё

Наименование	Оптовая цена, руб./кг.	Норма расхода, кг	Суммарные затраты, руб.
Стеклотекстолит фальгированный	306,00	0,05	15,30
Припой ПОС-61	1330,00	0,02	26,60
Канифоль СФ	260,00	0,01	2,60
Лак ЭП-730	135,00	0,03	4,06
Итого:			48,56
Транспортно-заготовительные расходы 10%			4,87
Всего затрат на материалы			53,43

Покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, подвергающиеся в дальнейшем монтажу, сборке или дополнительной обработке на данном предприятии (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Материальные затраты на комплектующие изделия

Наименование	Кол-во; шт.	Цена за единицу, руб.	Суммарные затраты, руб.
1	2	3	4
Конденсатор	1	2,00	2,00
Р1С18F2550	1	520,00	520,00
Микросхема TL7805	1	43,00	43,00
CSNK500M	1	880,00	880,00
Резисторы	2	0,50	1,00
Терморезистор	1	30,00	30,00
Кнопка	3	5,00	15,00
LCD1602	1	154,00	154,00
Разъём	3	15,00	45,00
Итого:			1690,00
Транспортно-заготовительные расходы 12%			202,80
Всего затрат			1892,80

Основная заработная плата производственных рабочих включает выплаты заработной платы за фактически выполненную работу в соответствии с тарифными ставками (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Основная заработная плата производственных рабочих

Наименование работ	Тарифный разряд	Тарифная ставка, руб./час	Норма времени, час	Заработная плата, руб.
Заготовка ТЭЗа	3	66,12	1,0	66,12
Формовка	4	85,22	1,0	85,22
Монтаж	4	85,22	1,0	85,22
Покрытие лаком	3	66,12	0,5	33,06
Настройка	5	111,10	0,8	88,88
Контроль	5	111,10	0,4	44,44
Итого:				402,94

Дополнительная заработная плата производственных рабочих включает выплаты за период перерывов в работе в соответствии с действующим трудовым кодексом.

$$ЗП_{\partial} = \%ЗП_{\partial} \cdot \frac{ЗП_{o}}{100} = 10 \cdot \frac{402,94}{100} = 40,29 \text{ (руб.)} \quad (4.1)$$

где  $ЗП_{\partial}$  - дополнительная заработная плата производственных рабочих;

$\%ЗП_{\partial}$  - процент дополнительной заработной платы от основной;

$ЗП_{o}$  - основная заработная плата производственных рабочих.

Начисления на заработную плату производственных рабочих включают отчисления:

- в пенсионный фонд;
- в фонд социального страхования;
- в фонд медицинского страхования;
- в фонд страхования от несчастных случаев.

$$ЗП_{н} = \frac{\%ЗП_{н} \cdot (ЗП_{o} + ЗП_{\partial})}{100} = \frac{30 \cdot (402,94 + 40,29)}{100} = 132,97 \text{ (руб.)}, \quad (4.2)$$

где  $\%ЗП_{н}$  - процент начислений на заработную плату.

Цеховые расходы - это расходы каждого цеха на содержание его здания, оборудования и персонала.

$$P_{ц} = \frac{\%P_{ц} \cdot ЗП_{o}}{100} = \frac{70 \cdot 402,94}{100} = 282,06 \text{ (руб.)}, \quad (4.3)$$

где  $\%P_{ц}$  - процент цеховых расходов к прямому фонду заработной платы производственных рабочих.



Общезаводские расходы - это расходы на содержание общезаводских зданий и персонала завода управления.

$$P_{oz} = \frac{\%P_{хоз} \cdot ЗП_o}{100} = \frac{105 \cdot 402,94}{100} = 423,09 \text{ (руб.)},$$

где  $\%P_{oz}$  - процент общезаводских расходов от прямого фонда заработной платы производственных рабочих.

Прочие производственные расходы включают затраты на опыты и испытания на стороне и на гарантийный ремонт.

$$P_{np} = \frac{\%P_{np} \cdot ЗП_o}{100} = \frac{8 \cdot 402,94}{100} = 32,24 \text{ (руб.)},$$

где  $\%P_{np}$  - процент прочих производственных расходов от прямого фонда заработной платы производственных рабочих.

Калькуляция производственной себестоимости разработанного электронного блока автомобильного экономайзера (таблица 3.4)

Таблица 3.4 - Калькуляция производственной себестоимости

Номер статьи затрат	Наименование статей затрат	Сумма, руб
1	сырьё и материалы;	53,43
2	покупные изделия и полуфабрикаты	1892,80
3	основная заработная плата;	402,94
4	дополнительная заработная плата;	40,29
5	начисления на заработную плату производственных рабочих;	132,97
6	цеховые расходы;	282,06
7	общезаводские расходы;	423,09
	прочие производственные расходы	32,24
8	Итого: производственная себестоимость	3259,82

Экономический расчет показал, что себестоимость единицы продукции составит 3259,82 руб.

По данным статистики аккумуляторные батареи на сегодняшний день сохраняют свою работоспособность в течение двух-трех лет, тогда как нормативный их срок эксплуатации 5-7 лет. Предлагаемая разработка позволяет эксплуатировать АКБ в течение нормативного срока, т.е. практически в три раза дольше.

При средней стоимости батареи 4500 рублей расходы без предлагаемого устройства за 5 лет составят:

$$Q_1 = 4500 \cdot 3 = 13500 \text{ руб.} \quad (4.4)$$

Расходы с предлагаемым устройством за 5 лет составят:

$$Q_2 = 4500 + 3259,82 = 7759,82 \text{ руб.} \quad (4.5)$$

Экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = (Q_1 - Q_2) / 5 = (13500 - 7759,82) / 5 = 1148,20 \text{ руб./год.} \quad (4.6)$$

Полученные результаты расчета себестоимости продукции и срока окупаемости свидетельствует о целесообразности и эффективности разработки устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной квалификационной работе проведен научно-технический анализ литературы по устройству и характеристикам АКБ, выявлены перспективные и экономически целесообразные подходы диагностики АКБ.

Разработаны на базе аппаратной платформы Arduino UNO электрическая структурная и электрическая принципиальная схемы устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики.

Полученные результаты расчета экономических показателей свидетельствуют о целесообразности и эффективности разработанного устройства для диагностирования автомобильных аккумуляторных батарей в составе бортовой системы диагностики. Срок окупаемости составляет 1,44 года.

Рассмотрены основы электробезопасности и факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

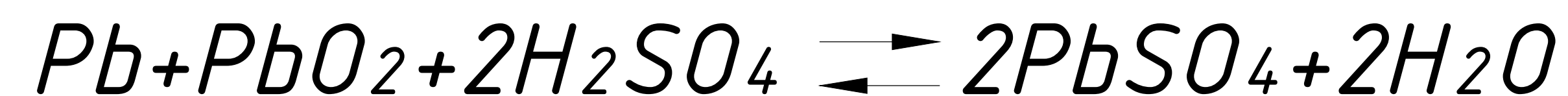
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кривошеев И. Н. Инспектору госпожнадзора о безопасности людей при пожаре. – М.: Стройиздат, 1990. – 111с.: ил.
2. Борисов В.Г. Партин А.С. Практикум радиолюбителя по цифровой технике. –М.: Патриот, 1991. -140с.
3. Бирюков С.А. Цифровые устройства на КМОП-интегральных микросхемах. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Радио и связь, 1995.
4. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.
5. ИгоТ. Arduino, датчики и сети для связи устройств: Пер. с англ. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 544 с.: ил.
5. Фигурнов В.Е. IBM PC для пользователя. Краткий курс. - М.:ИНФРА - М, 2001.
6. Фромберг Э.М. Конструкции на элементах цифровой техники. – МРБ, 2002, №1249.
7. Фрунзе А., Харкин С. Однокристалльные микро ЭВМ семейства 8051. – Радио, 1998.
8. Фрунзе А., Харкин С. Однокристалльные микро ЭВМ семейства 8052. – Радио, 1999.
9. Фрунзе Алексей и Александр однокристалльные микро ЭВМ семейства 8051. – Радио, 1998.
- 10 Фрунзе А. Микроконтроллеры 8xC51Fх, 8xL51Fх фирмы Intel. – Радио, 2001.
- 11 Цифровые и аналоговые интегральные схемы, Справочник, Под ред. С.В. Якубовского, - М.: Радио и связь, 2000.
- 12 Геворкян А. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах по технологическим специальностям. М, Высшая школа, 1990.
- 13 Ткачук К. Н., Себарно Р.В., Степанов А. Г., Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности

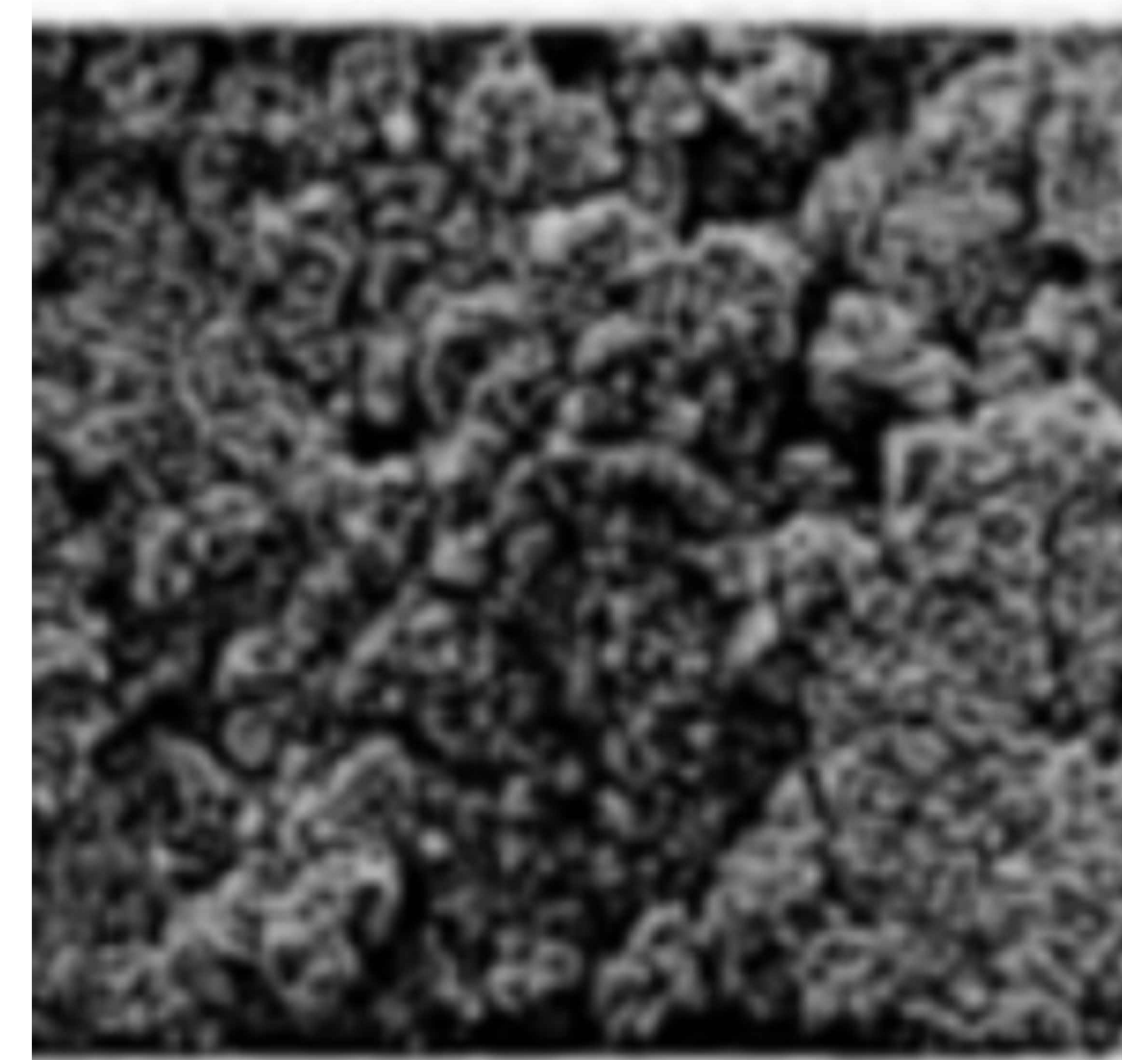
В настоящее время необходимость постоянного использования в светлое время суток на движущемся транспортном средстве ближнего света фар при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля в городском цикле приводит к постоянному недозаряду аккумуляторной батареи.

В зимних условиях эксплуатации автотранспортных средств недозаряд усиливается, т.к. АКБ принимает заряд в сильной зависимости от прогрева электролита. Холодный запуск зимой, редкие непродолжительные поездки на протяжении рабочего дня не дают прогреться электролиту и, следовательно, зарядиться АКБ.

Все это может привести к глубокой сульфатации АКБ. В эксплуатационных условиях это сложно определить.



Новая пластина



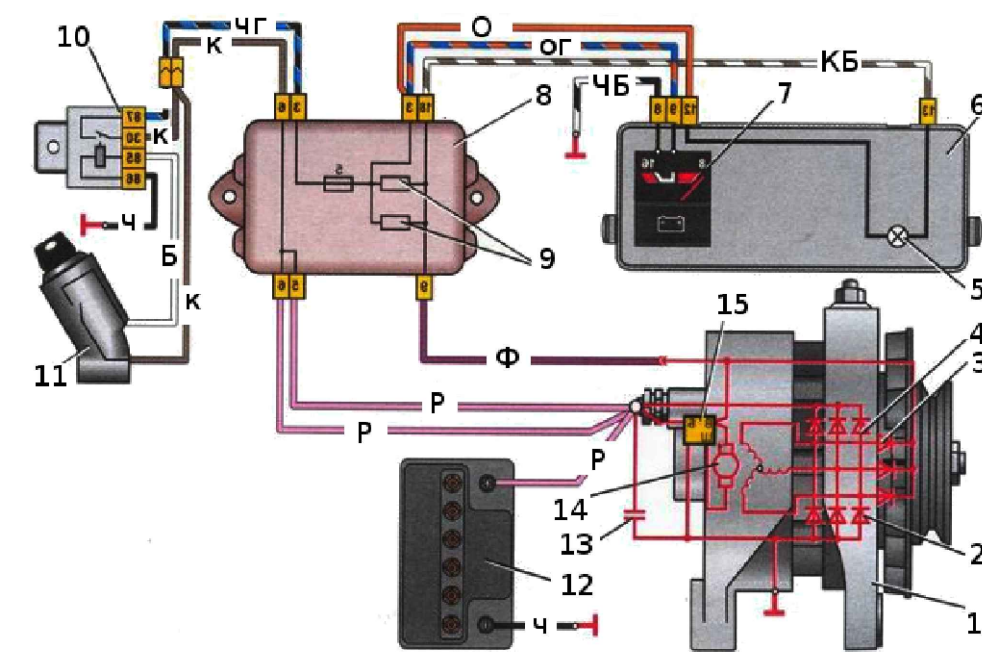
Нормальная сульфатация



Кристаллизованный сульфат

				18.51.01			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литер	Масса	Масштаб
Разраб.		Тарасов В.И.			Обоснование актуальности проекта		
Провер.		Шаманов Р.С.					
Т.контр.		Шаманов Р.С.					
Н. конт.		Захаров Ю.А.			Лист 1	Листов 6	
Утверд.		Радионов Ю.В.			ПЧАС 06-09-332 ЭТМК-41		

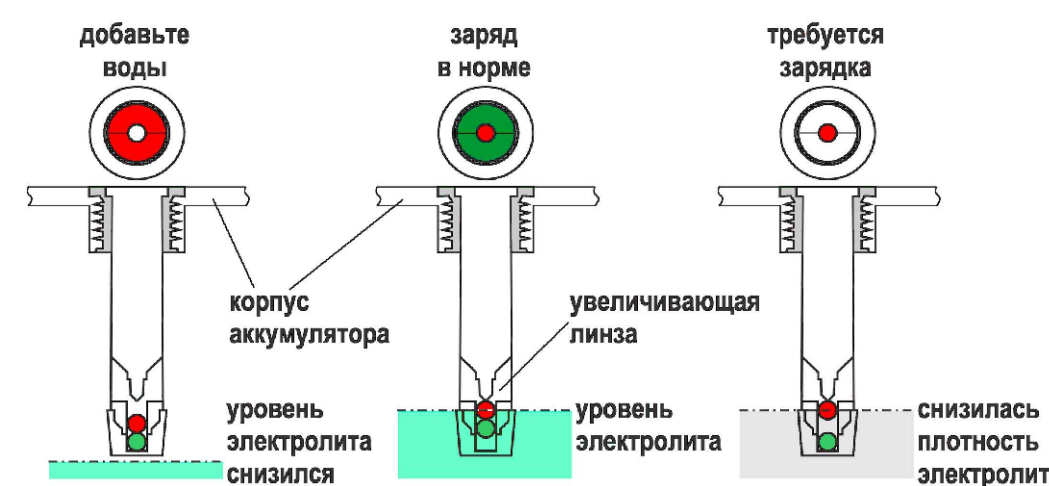




#### Штатная система контроля заряда

##### Характеристики:

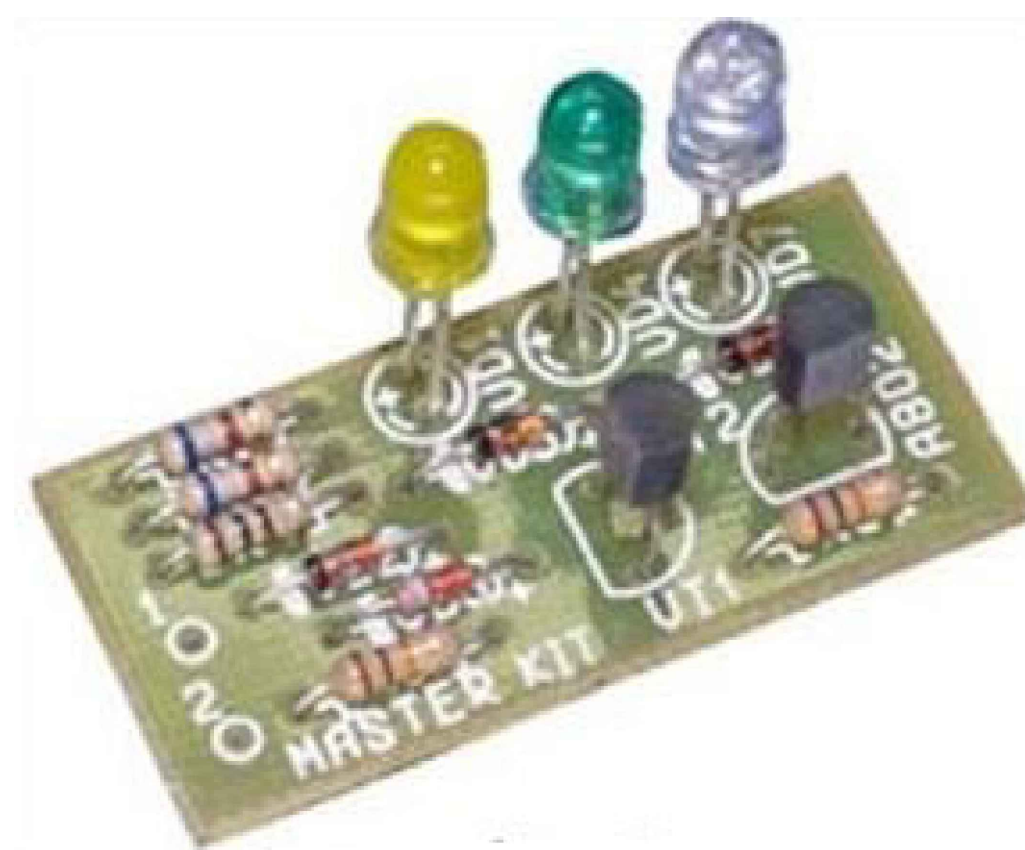
- способ сбора информации - аналоговый;
- прибор сбора информации - вольтметр;
- место подключения - бортовая сеть;
- способ сигнализации - визуальный.



#### Встроенный денсиметр

##### Характеристики:

- способ сбора информации - аналоговый;
- прибор сбора информации - денсиметр;
- место установки - АКБ;
- температурная компенсация - нет;
- способ сигнализации - визуальный.



#### Индикатор уровня заряда аккумуляторной батареи DC-12 В

##### Характеристики:

- способ сбора информации - аналоговый;
- прибор сбора информации - компаратор;
- место подключения - бортовая сеть;
- температурная компенсация - нет;
- способ сигнализации - визуальный.



#### Панель с индикатором

##### Характеристики:

- способ сбора информации - аналоговый;
- прибор сбора информации - вольтметр;
- место подключения - бортовая сеть;
- способ сигнализации - визуальный.



#### Панель со светодиодной шкалой

##### Характеристики:

- способ сбора информации - аналоговый;
- прибор сбора информации - компаратор;
- место подключения - бортовая сеть;
- способ сигнализации - визуальный.



#### Панель с цифровым индикатором

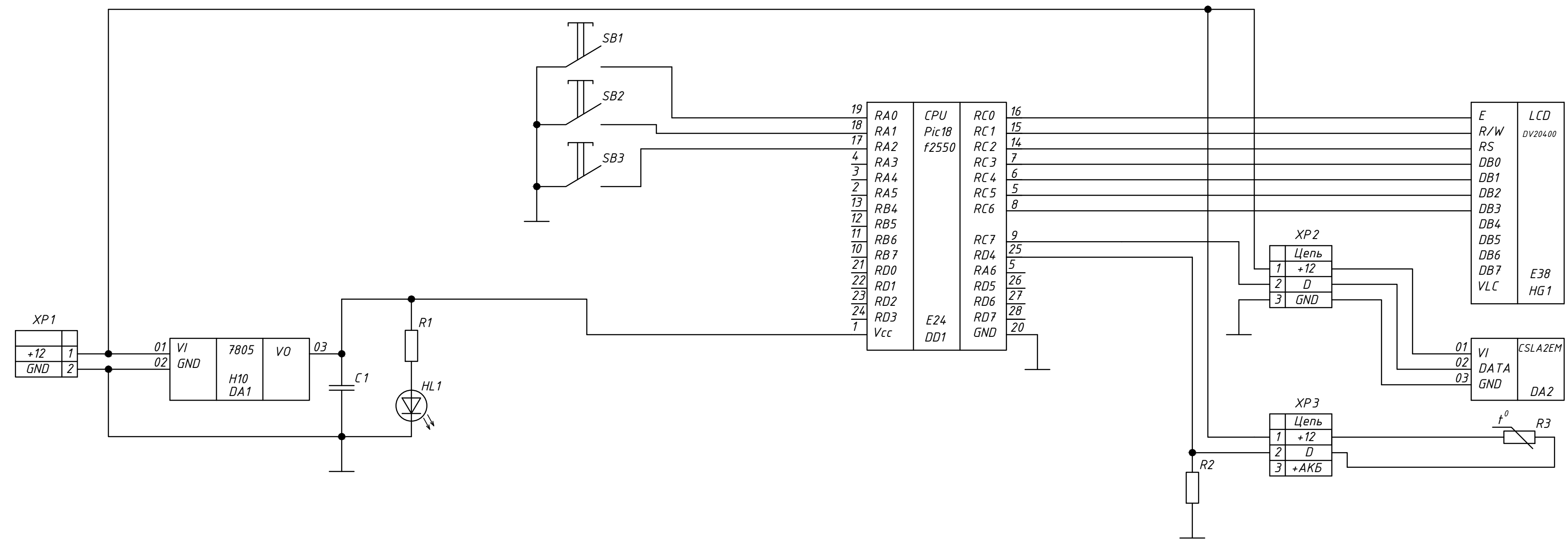
##### Характеристики:

- способ сбора информации - цифровой;
- прибор сбора информации - АЦП;
- место подключения - бортовая сеть;
- способ сигнализации - визуальный.

				18.51.01			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Литер	Масса	Масштаб
					Обзор аналогов		
Разраб.		Тарасов В.И.					
Провер.		Шаманов Р.С.					
Т.контр.		Шаманов Р.С.					
Н. конт.		Захаров Ю.А.			Лист 2		Листов 6
Утверд.		Радионов Ю.В.			ПГЧАС 06-09-332 ЭТМК-41		



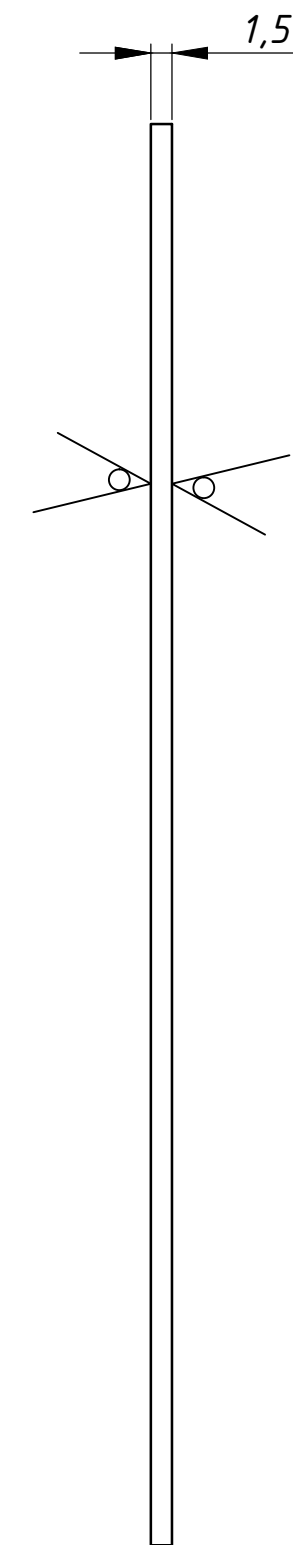
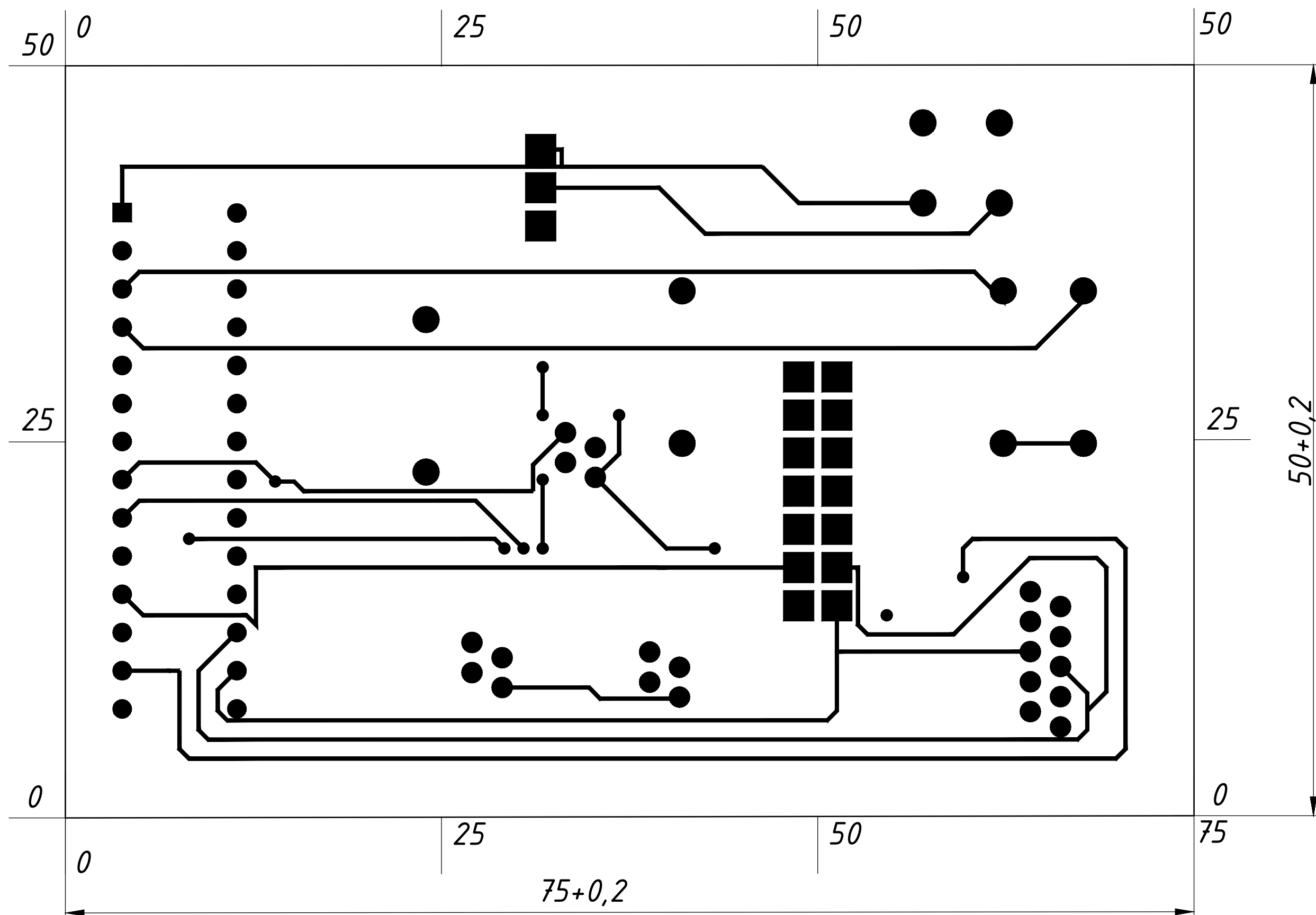
				<b>18.51.05</b>				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Схема электрическая структурная	Литер	Масса	Масштаб
Разраб.		Тарасов В.И.						
Провер.		Шанинов Р.С.				Лист 3	Листов 6	
Т.контр.		Шанинов Р.С.				ПГУАС		
Н. конт.		Захаров Ю.А.			06-09-332			
Утверд.		Радионов Ю.В.			ЭТМК-41			



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Резисторы</u>			
R1	ОМЛТ-0,25-1 кОм ±10% ОЖО.4.76.107ТУ	1	
R2	ОМЛТ-0,25-10 кОм ±10% ОЖО.4.76.107ТУ	1	
R3	MF52-10K	1	
<u>Конденсаторы</u>			
C1	КМ-5А-М75-5 мкФ ±10% ОЖО.4.60.043ТУ	1	
<u>Микросхемы</u>			
DA1	TL7805	1	
DA2	CSNK500M	1	
DD2	PIC18F2550	1	
<u>Прочие изделия</u>			
HD1	Индикатор ЖКИ WH1602	1	
XP1-XP3	Разъем	3	
SB1-SB3	Кнопка	3	

<b>18.51.05</b>				Литер	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Схема электрическая принципиальная Лист 4 Листов 6 ПГУАС 06-09-332 ЭТМК-41	
Разраб.	Тарасов В.И.					
Провер.	Шаманов Р.С.					
Т.контр.	Шаманов Р.С.					
И.конт.	Захаров Ю.А.					
Утверд.	Радионов Ю.В.					





- 1.\* Размеры для справок
2. Плату изготовить комбинированным позитивным методом.
3. Плата должна соответствовать ГОСТ23752-79
4. Шаг координатной сетки 2,5 мм вторая линия условно не показана.
5. Конфигурацию проводников выдержать по координатной сетке с отклонением от чертежа  $\pm 0,1$  мм.
6. Предельные отклонения расстояния между центрами двух любых отверстий 0,1 мм.
7. Покрытие печатных проводников, контактных площадок и металлизированных отверстий сплавом РОЗЕ, масса покрытия 0.006. Допускается применение покрытия без оплавления.
8. Надписи маркировать методом печати. Шрифт2-Пр3, кроме указанного начертания по ГОСТ26020-80.
9. Маркировать и клеить краской МКЭ черной по ОСТ4.Г0054205УХЛ1.1. Шрифт2-Пр-3 по ГОСТ26.008-85.
10. Место нанесения порядкового номера изменения проводящего рисунка.
11. Остальные технические требования по ОСТ4.50070.014
12. Параметры элементов печатного монтажа приведены в таблице 1 и 2.

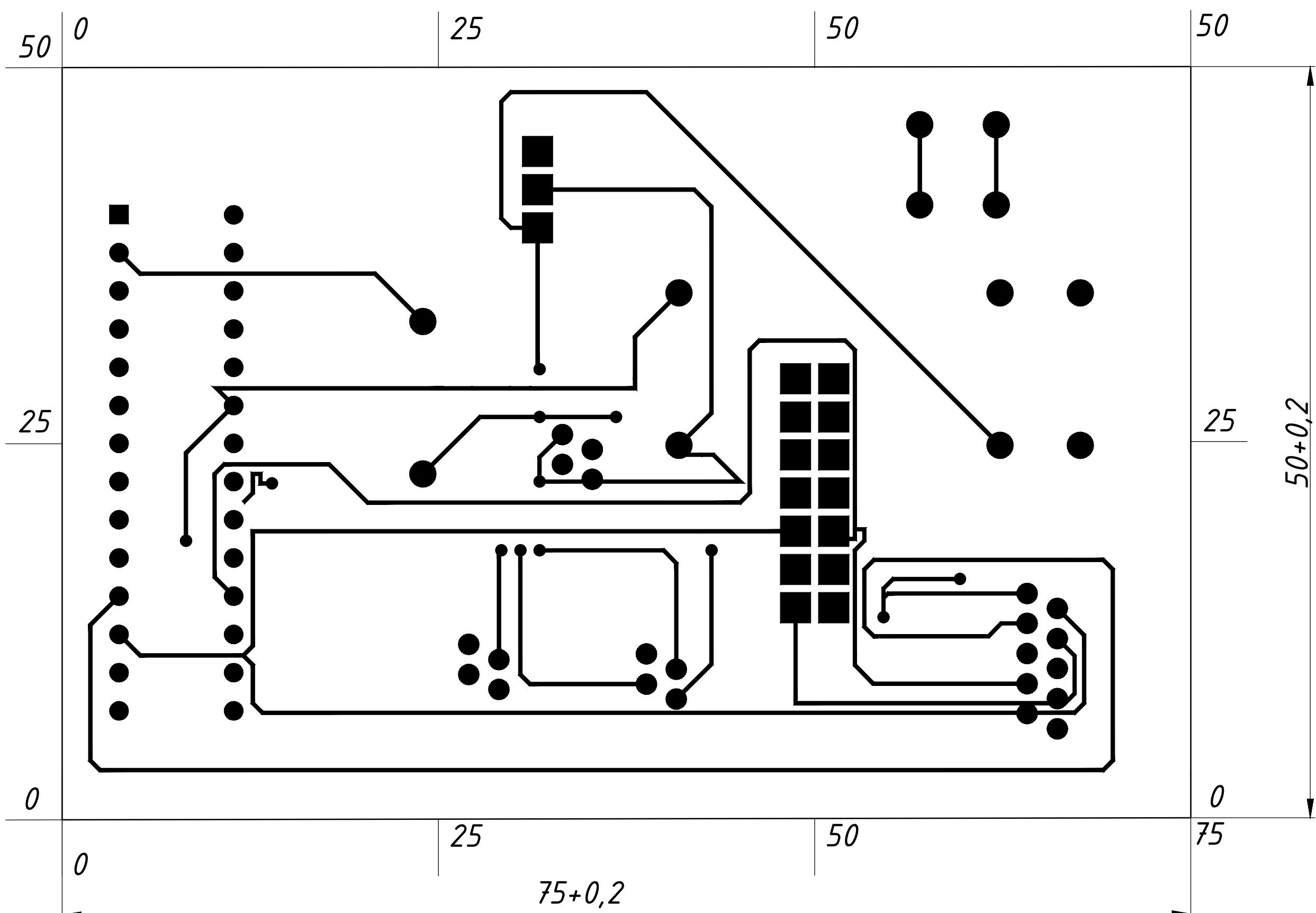


Таблица 1

Минимальная ширина сигнальных проводников, мм	Ширина сигнальных проводников, мм	Расстояние между проводниками, мм	Расстояние между проводником и контактной площадкой, мм	Расстояние между контактными площадками, мм
0,2625	0,267	2,13	1,186	0,24

Таблица 2

Обозначение отверстий	Диаметр отверстий, мм	Диаметр контактных площадок, мм	Наличие металлизации в отверстиях	Количество отверстий
•	0,7	1,1	Есть	60
•	0,9	1,82	Есть	450

				<b>18.51.05</b>			
Изм.	Лист	Имя документа	Подпись	Дата	Литер	Масса	Масштаб
							<b>4:1</b>
Разраб.		Тарасов В.И.					
Провер.		Шаманов Р.С.					
Т.контр.		Шаманов Р.С.			Лист 5	Листов 6	
Н.конт.		Захаров Ю.А.					
Утверд.		Радионов Ю.В.					
					ПГУАС 06-09-332 ЭТМК-41		

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Материальные затраты на комплектующие, руб.	1892,80
2	Материальные затраты на сырье, руб.	53,43
3	Заработная плата производственных рабочих, руб.	576,20
4	Себестоимость единицы продукции, руб.	3259,82
5	Экономия от внедрения разработки, руб.	2250,00
6	Срок окупаемости, лет	1,44

				18.51.06			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Тарасов В.И.					
Проб.		Шаманов Р.С.					
Т.контр.		Москвин Р.Н.			Лист 6	Листов 6	
Н.контр.		Захаров Ю.А.			ПГУАС		
Утв.		Родионов Ю.В.			06-09-332		
					ЭТМК-47		