

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Промышленная электроника»

(наименование)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки)

«Электроника и робототехника»

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**


на тему

«Устройство для тестирования аккумуляторных батарей»

Обучающийся

Ю.В. Виноградова

(Инициалы Фамилия)



(личная подпись)

Руководитель

Канд. техн. наук, доцент. А.В. Прядилов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

В процессе выполнения ВКР был разработан модуль контроля состояния АКБ, предназначенный для оценки текущих параметров работы аккумуляторной батареи. Основная цель использования данного устройства – повышение точности и надежности измерительных систем, а также автоматизация процессов управления. При проектировании этого устройства была использована современная элементная база и применены новейшие достижения в дизайне электронных систем.

Устройство отличается высокой надежностью, что является следствием отсутствия подвижных деталей и механизмов, защиты от импульсного шума высокого напряжения, наличия ЖК-индикатора и коммуникационных интерфейсов для отображения результатов измерений и настроек.

Ключевые слова: Система диагностики, термопары, микроконтроллер, АКБ, Li-Ion, программно-аппаратный комплекс

Содержание

| | |
|--|----|
| Аннотация | 2 |
| Введение..... | 5 |
| 1 Анализ состояния вопроса | 8 |
| 1.1 Методы оценки состояния аккумуляторной батареи..... | 8 |
| 1.2 Типы АКБ | 9 |
| 1.3 Постановка задачи на проектирование..... | 13 |
| 2 Структурная схема устройства для тестирования аккумулятора | 14 |
| 3 Выбор и обоснование элементной базы | 17 |
| 4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства..... | 26 |
| 5. Разработка программного обеспечения..... | 30 |
| 6 Разработка конструкции устройства..... | 35 |
| 7 Организационно-экономическая часть..... | 38 |
| 7.1 Затраты на материалы..... | 38 |
| 7.2 Затраты на покупные изделия и полуфабрикаты | 38 |
| 7.3 Расчет затрат на электроэнергию | 40 |
| 7.4 Основная заработная плата | 40 |
| 7.5 Дополнительная заработная плата производственных рабочих .. | 41 |
| 7.6 Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих..... | 41 |
| 7.7 Расчет амортизационных отчислений. | 42 |
| 7.8 Расходы на подготовку и освоение производства | 42 |
| 7.9 Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и специальные расходы | 42 |
| 7.10 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования..... | 43 |
| 7.11 Общепроизводственные расходы..... | 43 |
| 7.12 Прочие производственные расходы..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 7.13 Внепроизводственные расходы..... | 43 |
| 7.14 Смета проектируемого изделия..... | 43 |
| 8 Охрана труда и БЖД..... | 45 |
| 8.1 Обеспечение электробезопасности | 45 |
| 8.2 Требования к помещениям для эксплуатации генератора и ПЭВМ | 46 |
| 8.3 Организация рабочего места в соответствии с требованиями НОТ..... | 46 |
| Заключение | 49 |
| Список используемых источников..... | 50 |
| Приложение А Текст программы | 54 |

Введение

Актуальность темы. Одним из наиболее востребованных источников энергии на сегодняшний день является аккумуляторная батарея. Энергия, аккумулированная в этих устройствах может обеспечивать работу самых разнообразных устройств и машин: от автомобильной техники и транспортных средств, и космических спутников до сотовых телефонов и иных переносных устройств. Необходимость проверки и тестирования АКБ, при этом, не зависит от типа АКБ и устройств для которых она является источником энергии, поскольку необходима для всех сфер их применения. Так, при эксплуатации транспортных средств или иных технологических машин одним из параметров, требующих постоянного контроля является контроль параметров аккумуляторной батареи (АКБ), а также диагностирование ее текущего состояния и прогнозирование остаточного ресурса. Эксплуатация АКБ, которые обеспечивают электроснабжение транспортных средств при низкой частоте вращения коленчатого вала или в случае останова двигателя подразумевает проведение периодического контроля текущих параметров АКБ. Сегодня выполнение данных задач может быть возложено на специализированные системы автоматизации технологического процесса их эксплуатации. В свою очередь обеспечение работоспособности энергетических систем транспортных средств требует внедрения для АКБ системы контроля и диагностики (СКД АКБ) включаемых в элементную базу современных электроэнергетических комплексов.

Традиционной считается автоматизация контроля напряжения аккумуляторов и температуры электролита, а остальные параметры, такие как плотность электролита, его уровень и т.д., необходимо контролировать визуально или вручную.

Выполнить проектирование системы, имеющий широкий функционал и отвечающий широкому перечню технических требований до широкого внедрения интегральных микросхем и микроконтроллеров, было достаточно

сложной технической задачей поскольку это требовало использование высокоинтегрированной элементной базы, а также современных программно-инструментальные средства проектирования. [8] На современном этапе постановка задачи автоматизации контроля параметров и диагностики стала возможна с развитием методов интеграции, и в связи с этим признано целесообразным возложить задачи оценки и диагностики состояния АКБ непосредственно на создаваемую систему контроля и диагностики АКБ [22].

Таким образом, снижение трудоемкости и влияния человеческого фактора на эксплуатационные параметры являющихся неотъемлемым элементом систем современных автомобильных электроэнергетических комплексов, представляется важной задачей, которая решается созданием автоматизированной СКД АКБ. Поэтому тема выпускной работы: «Устройство для тестирования аккумуляторных батарей» является актуальной.

Цель работы – продление ресурса аккумуляторной батареи путем разработки автоматизированной системы контроля и диагностики их состояния.

Объект исследования – литиевая аккумуляторная батарея.

Предмет исследования – работоспособность аккумуляторной батареи как элемента системы современных электроэнергетических комплексов.

Методы исследования. Используются методы системного анализа, математического моделирования, математической статистики, теории старения машин, схемотехники, теории программирования. Задачи исследования:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить анализ устройств, реализующих подобные функции из представленных на рынке. Оценить их сильные и слабые стороны;
- Произвести проектирование структурой схемы проектируемого устройства тестирования АКБ;

- Выполнить анализ и реализовать выбор элементной базы, используемой для изготовления данной панели;
- Разработать принципиальную схему устройства;
- Разработать конструкцию устройства;

Проектируемая конструкция устройства должна обеспечивать его соответствие требованиям, заданным в техническом задании и обеспечивающих корректное функционирование устройства. Целесообразно также предусмотреть возможность простой замены отдельных элементов схемы и иных комплектующих на аналогичные, в случае если возникнут сложности с поставкой или данные элементы будут сняты с производства[11].

А так же произвести технико-экономическое обоснование данной разработки, сделать выводы о рентабельности и экономической эффективности.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Методы оценки состояния аккумуляторной батареи

Электрический аккумулятор представляет собой источник тока, генерируемый за счет протекающих химических процессов, многократного действия за счет обратимых химических процессов (заряд-разряд), который применяется для обеспечения электропитания различного электронного оборудования.

Электрический ток – это упорядоченное движение заряженных частиц (в твердых веществах, это электроны, а жидких и газообразных, это ионы). Ток не может существовать без влияния электродвижущей силы Э.Д.С. (разности потенциалов или напряжения). Таким образом, между электродами нечто должно создавать эту Э.Д.С.

Функционирование аккумулятора с химической точки зрения представляет собой процесс переноса электронов из массы одного электрода (за счет воздействия среды, например, кислотного или щелочного электролита) к другому. При этом происходит многократное циклическое разрушение и восстановление данных электродов. (Рисунок 1)

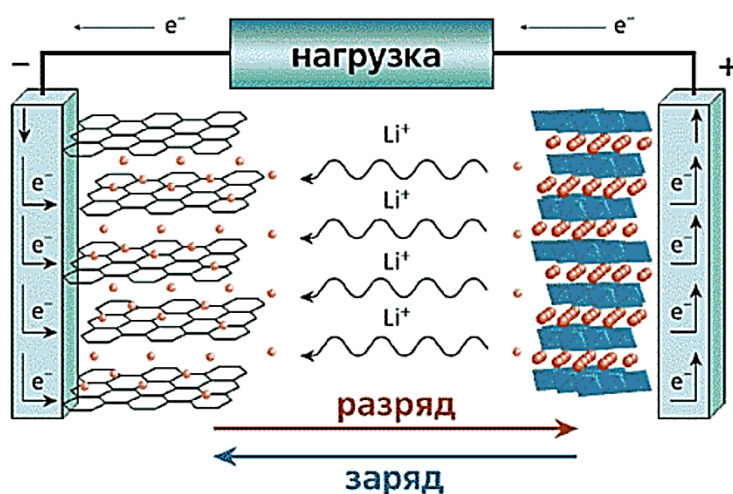


Рисунок 1 – Графическое отображения принципа функционирования аккумуляторной батареи

На другом электроде будет происходить противоположный процесс, когда ионы отрываются от первого электрода и движутся ко второму, несут положительный заряд и несколько раз присоединяются к электроду. Весь этот химический процесс окислительно-восстановительной реакции сопровождается превращением одних веществ в другие при зарядке и, наоборот, при разряде электрической батареи.

В результате на них воздействует внешний электрический источник (в процессе заряда), происходит трансформация одного источника энергии в другой. А отрицательный заряд (т.е. электрон) будет выводиться из батареи по внешней цепи.

Конечно, основная функция аккумулятора — запасать электроэнергию во время зарядки и отдавать ее при разрядке. Поэтому важнейшими характеристиками любого аккумулятора являются: емкость, КПД, напряжение, эксплуатационные требования и срок службы. В системе СИ емкость батареи измеряется в кулонах; на практике часто используется внешний системный блок - 1 ампер-час Ач = 3600°С.

Очень редко аккумулятор показывает энергоемкость — энергию, которую может дать полностью заряженный аккумулятор при разряде при минимально допустимом напряжении. В системе СИ он измеряется в джоулях; на практике иногда используется единица дистанционного управления — ватт-час. 1 Втч = 3600 Дж.

1.2 Типы АКБ

На текущий момент существует несколько различных типов АКБ, которые различаются методами накопления заряда, а также используемыми материалами. Традиционно наиболее старым является никель-кадмиевый (NiCd) тип АКБ, на смену которым пришли никель-металлгидридные

(NiMH). На сегодняшний день наиболее перспективными представляются литий-ионные (Li-ion) и литий-полимерные (Li-pol) АКБ [2]

Аккумуляторная батарея - это устройство для накопления энергии с целью последующего ее использования. Аккумуляторная батарея обладает свойством после разряда восстанавливать свою способность отдавать ток во внешнюю цепь, если через нее пропустить ток в обратном направлении, то есть произвести ее заряд [5].

Свинцово-кислотный аккумулятор - наиболее распространенный на сегодняшний день тип аккумуляторов, изобретен в 1859 году французским физиком Гастоном Планте [10]. Принцип работы свинцово-кислотных аккумуляторов основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в сернокислотной среде. Так же существуют несколько разновидностей классических свинцово-кислотных аккумуляторов с жидким электролитом [4].

Отличие батарей AGM (рисунок 2) от классических в том, что в них содержится абсорбированный электролит, а не жидкий, что даёт ряд изменений в свойствах аккумулятора [1]. Преимуществом является:

- устойчивость к вибрации;
- возможность установки в любом положении и в отсутствие необходимости обслуживания;
- конструкция, не требующая обслуживания;
- конструкция герметична и имеет клапанную регулировку, предотвращает утечку кислоты и коррозию клемм;
- уверенная работа при низких температурах (-30 °C);
- возможность работы в нестандартном положении (на боку).

Недостатками: - высокий вес; - оксид свинца, содержащийся в них токсичен, что делает их опасными для окружающей среды; - высокая цена.



Рисунок 2 - Свинцово-кислотный аккумулятор технологии AGM

На рисунке 3 представлена взаимосвязь напряжения и температуры АКБ AGM.

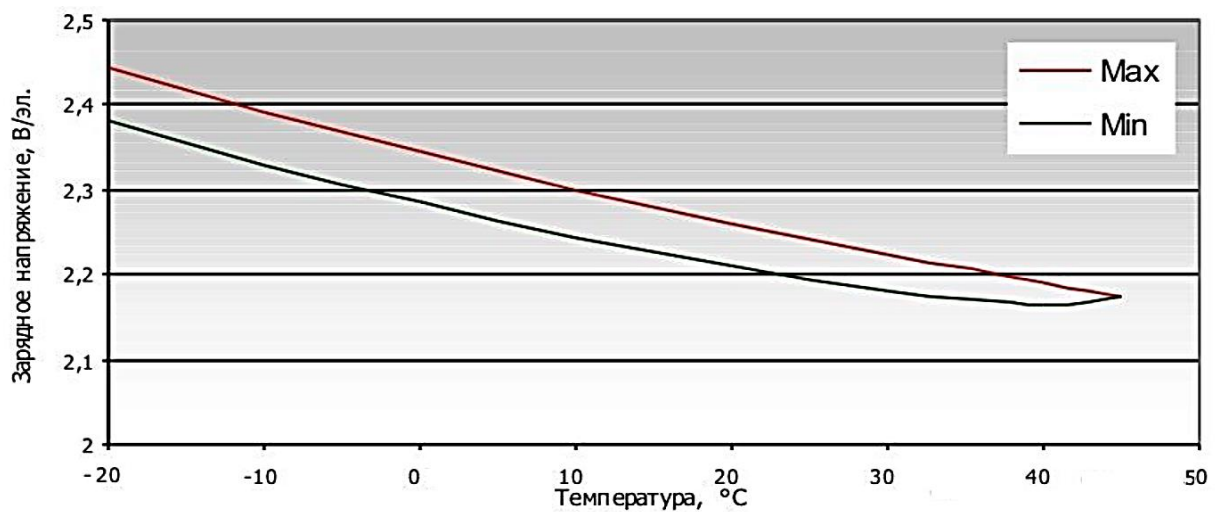


Рисунок 3 – Взаимосвязь напряжения и температуры АКБ AGM

На данном графике представлена зависимость зарядного напряжения от температуры окружающей среды, которая показывает, что чем ниже температура, тем большее напряжение требуется подать для полной зарядки аккумуляторной батареи.

Как правило, средняя плотность энергии литий-ионных аккумуляторов почти вдвое превышает показатели NiCd АКБ. В дальнейшем планируется детальнейшее увеличение емкости, до значений втрое превосходящие АКБ, выполненных по технологии NiCd. Однако разрядные характеристики Li-ion и NiCd во многом совпадают, отличаясь только напряжением заряда и разряда.

Более высокая плотность энергии и, как следствие, более высокая емкость и аналогичные габариты по сравнению с аккумуляторами на основе никеля.

- низкий расход;
- высокое напряжение элемента, упрощающее конструкцию (3,6 В против 1,2 В для NiCd и NiMH)

Основная задача аккумулятора, конечно, накопление электричества при зарядке и его отдача, при разряде. Поэтому наиболее важными свойствами любого аккумулятора будут: емкость, КПД, напряжение, эксплуатационные требования и срок службы.

Указанная особенность позволяет упростить производственный процесс, а также обеспечить его большую безопасность для производства и сотрудников. Также применение сухого электролита дает возможность изготавливать аккумуляторы различной формы и размера.

Однако на сегодняшний день, сухие литий-полимерные аккумуляторы не имеют требуемой электропроводностью в нормальном диапазоне температур. Вследствие высокого внутреннего сопротивления данных аккумуляторов, величины выходного тока значительно ограничены. Величина сопротивления АКБ снижается при нагреве, при температуре более 50°C электропроводность литий-полимера повышается до приемлемых значений, однако данные условия зачастую являются трудно реализуемыми или непригодными для эксплуатации. [13]

Основные характеристики литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов очень похожи. Так, например, продолжительность заряда

данных типов аккумуляторов стандартным током, составляет порядка 3 часов. Индикатором полностью заряженного аккумулятора является снижение зарядного тока до 3-5% от номинального значения. При подобном типе заряда температура аккумулятора не увеличивается, и он остается холодным. Всю продолжительность заряда можно разбить на два этапа. На первом – происходит постепенное увеличение напряжения заряда при сохранении постоянным током заряда. При таком заряде происходит зарядка до 70% общей емкости. Во время второго этапа напряжение остается неизменным, но происходит постепенное снижение тока заряда для исключения его перегрева. Процесс заряда продолжается до снижения тока до 3 %. На этом заряд Li-ion считается окончанным.

1.3 Постановка задачи на проектирование

В данной работе ставится цель – выполнить проектирование устройства диагностирования состояния аккумуляторной батареи.

Реализация корректного функционирования АКБ, а также предотвращение выхода их из строя требует обеспечения мониторинга состояния аккумулятора, напряжения на его клеммах, температуры электролита. Система диагностики должна обеспечивать выполнения следующих функциональных возможностей [30]:

- выявление факта повышения температуры аккумулятора сверх установленных пределов;
- мониторинг текущего уровня заряда АКБ;
- выявление фактов внутреннего короткого замыкания в АКБ;
- оценка состояния отдельных элементов АКБ, своевременное выявление различий между ними.

Вывод по главе: В первой главе был произведен анализ существующих типов аккумуляторных батарей, более подробно, в соответствии с темой

выпускной работы, рассмотрены литий-ионные и литий-полимерные АКБ, которые по совокупности качеств имеют существенные преимущества перед АКБ других типов. В заключительной части главы сформулированы цели и задачи на все выпускную работу.

2 Структурная схема устройства для тестирования аккумулятора

Структурная схема устройства представлена на рисунке 4.

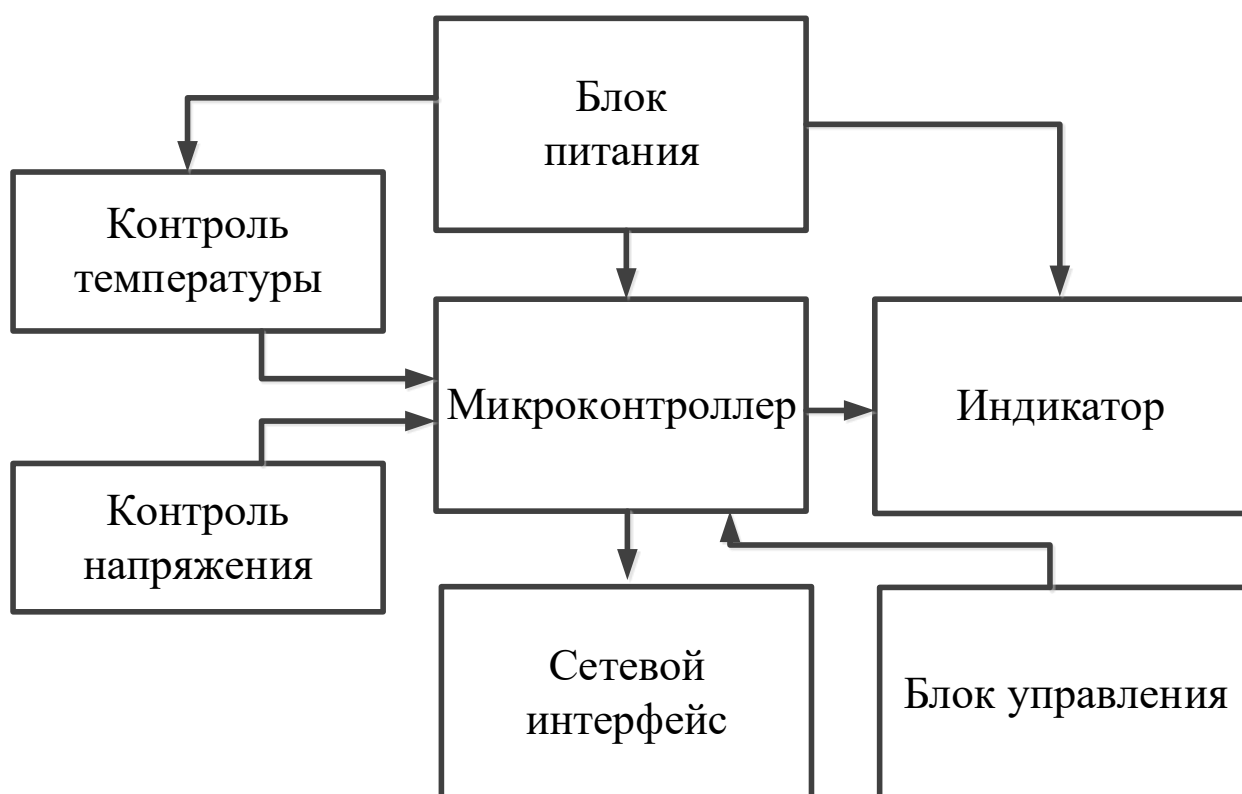


Рисунок 4 – Структурная схема системы тестирования АКБ

Как видно из представленной блок-схемы, устройство для тестирования АКБ состоит из следующих блоков:

Микроконтроллер – основная часть принципиальной схемы. Контроллер обеспечивает измерение обоих интервалов времени, когда батарея разряжена, а затем обрабатывает результаты. Контроллер также

контролирует работу индикаторов и обработку результатов измерений, полученных от датчика скорости.

Для измерения состояния АКБ происходит измерение их температуры и уровня напряжения. Они могут иметь различные величины, в зависимости от используемых для диагностики агрегатов.

Основой устройства является микроконтроллер, который выполняет роль управления работой отдельных блоков, считывает показания датчика, проводит первичную обработку полученных данных.

Функциональная схема представлена на рисунке 5.

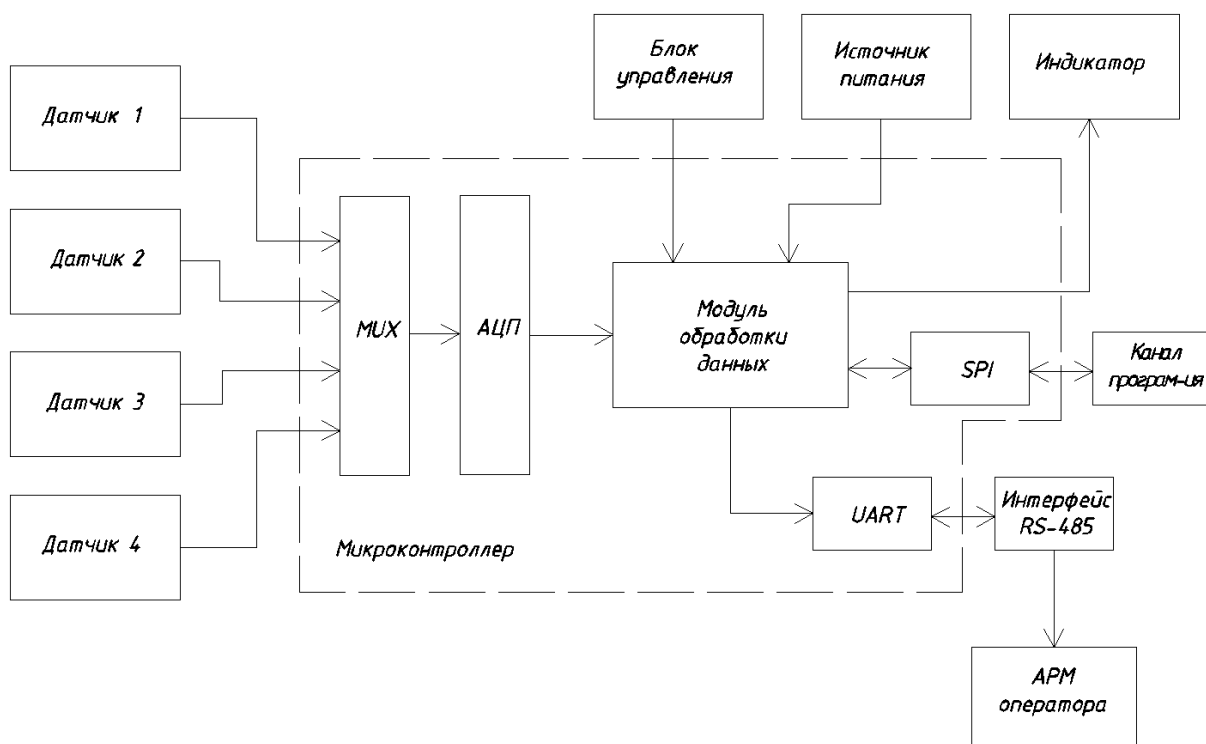


Рисунок 5 – Функциональная схема устройства

Блок питания предназначен для питания всего устройства. Его задача преобразовать стандартное промышленное напряжение 220 В или 12 В в напряжения необходимые для питания каждого блока устройства. Для

обеспечения стабилизированного питания всей схемы необходим блок питания. Он состоит из понижающих стабилизаторов напряжения на 5 В. Напряжение в 5 вольт необходимо для питания микроконтроллера, блока индикации и всей цифровой части схемы. [13]

Для вывода результата работы предназначен блок индикации. В данном случае индикация будет выполнена с помощью дисплея. Также, индикация необходима для сигнализации о текущем режиме работы. В качестве дисплея целесообразно использовать ЖК-индикатор [18].

Блок управления представляет собой устройства ввода, клавиши или, при необходимости, клавиатуру. Он необходим для задания или выбора определённого режима работы, задания технических параметров и т.д.

Для обеспечения возможности коммутации устройства с ПК необходимо применение дополнительных ИМС, выполняющих конвертацию уровней сигналов.

Вывод по главе: В данной главе выполнено проектирование структурной и функциональных схем разрабатываемого устройства. Для реализации требуемого функционала в работе устройства диагностики АКБ, принято решение выполнить его на базе микроконтроллера общего назначения, что позволит реализовать указанные функции, а также изменять их, или добавлять новые.

3 Выбор и обоснование элементной базы

3.1 Выбор микроконтроллера

Для выбора конкретной модели микроконтроллера, кроме проведенных расчетов, установим также ряд дополнительных критериев:

- Наличие аналоговых входов. Требуемое число разрядов и требуемое быстродействие такого АЦП было установлено выше и должно быть, не менее 10 разрядов и не менее 0,1мс соответственно.

- Минимальные габариты. Микроконтроллер представляет собой основную центральную часть схемы прибора. Габариты микроконтроллера определяют размеры печатной платы, которая в свою очередь, определяет размеры конструкции.

- Минимальная цена. Микроконтроллер должен по возможности иметь наименьшую стоимость.

Анализ микроконтроллеров, представленных на рынке, позволил сделать вывод, что в данном случае целесообразным будет использование микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel [20]. Микроконтроллеры данной компании отличаются большим разнообразием моделей в зависимости от функционального наполнения, невысокой стоимостью конечного контроллера и средств для программирования и отладки, а также высокой производительностью и надежностью.

Это реализуется посредством использования современной архитектуры, которая является одним стандартов на мировом рынке 8-разрядных микроконтроллеров.

Отличительные особенности:

- высокопроизводительный, маломощный 8-разрядный AVR-микроконтроллер;
- развитая RISC-архитектура;
- 133 мощных инструкций, большинство из которых выполняются за

один машинный цикл.

Ввод-вывод и корпуса (рисунок 6)

– 53 – программируемые линии ввода-вывода;

– 64-выв. корпус TQFP.

Рабочие напряжения

– 2.7 - 5.5В для ATmega164L;

– 4.5 - 5.5В для ATmega164.

Градации по быстродействию

– 0 - 8 МГц для ATmega164L;

– 0 - 16 МГц для ATmega164 [23].

Для реализации устройства управления выбираем микроконтроллер ATmega 164.

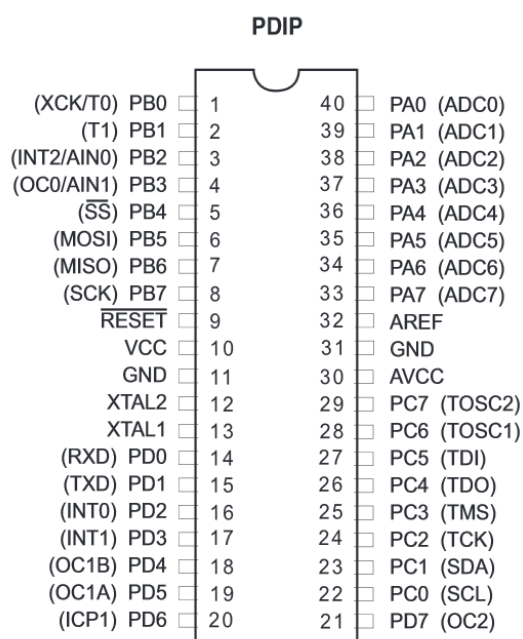


Рисунок 6 – Расположение выводов у ATmega164

Он представляет собой современный 8-ми битный КМОП микроконтроллер, который был построен с учетом расширенной AVR RISC-архитектуре. Это позволяет реализовывать выполнение подавляющего

большинства инструкций за один такт, что влечет за собой конечную производительность до 1 млн. операций в секунду в пересчете на один МГц. При этом нужно отметить, максимальная частота работы контроллера может достигать отметки в 16 МГц.[9]

Микроконтроллеры семейства AVR реализуют в своем составе различные интерфейсы передачи данных. Одним из них является интерфейс последовательной передачи данных – SPI. Он может применяться и для передачи данных, так и для программирования микроконтроллера.

Функциональная схема представлена на рисунке 7.

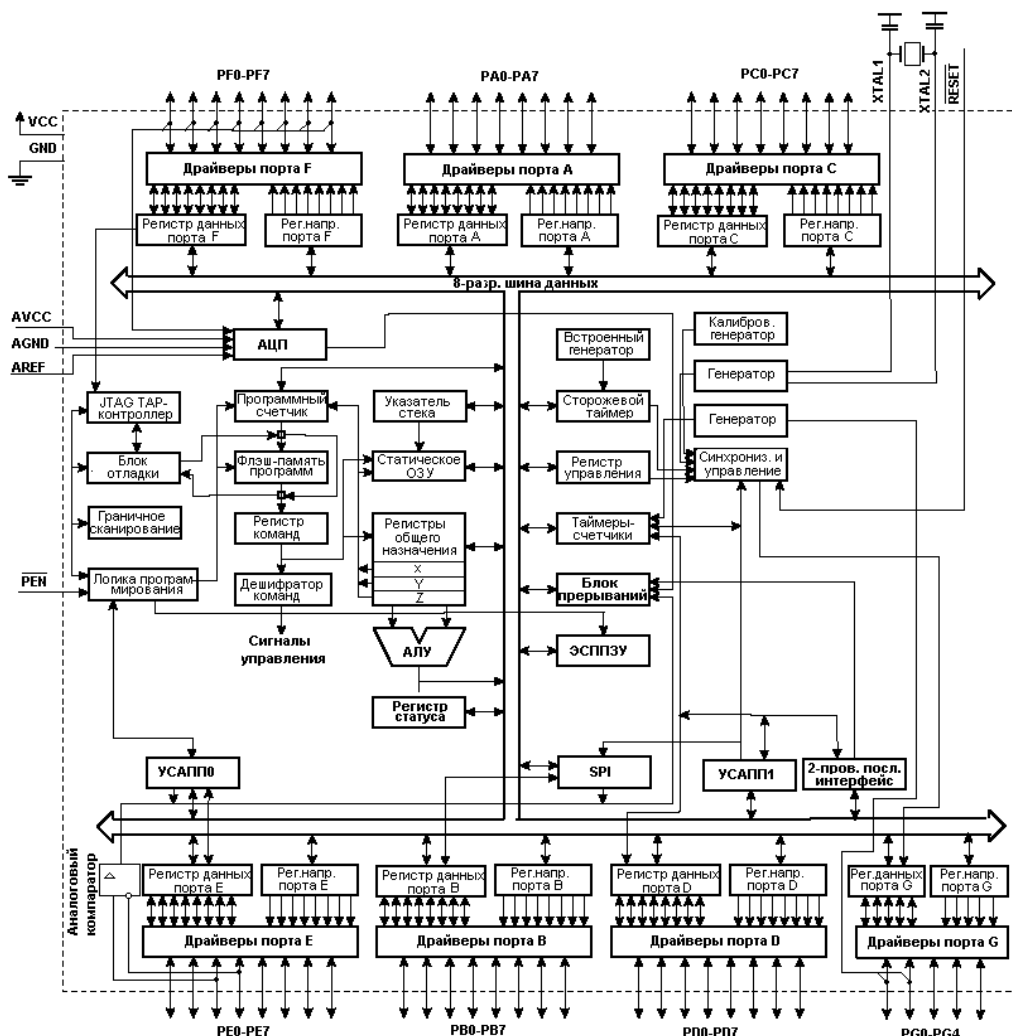


Рисунок 7 – Функциональная схема

Для всех входов имеется возможность подключения подтягивающего

резистора между входом и шиной питания V_{CC} (рисунок 8).

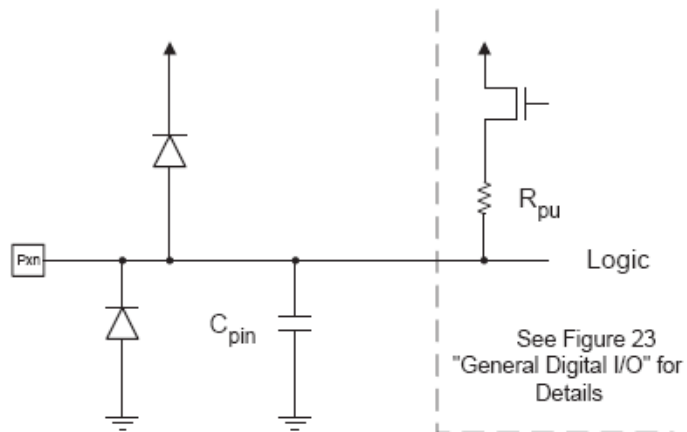


Рисунок 8 – Схема выводов портов ввода/вывода

На рисунке 9 показана схема включения керамических конденсаторов по питанию. Данное решение позволяет стабилизировать питание и снижать электромагнитные помехи.

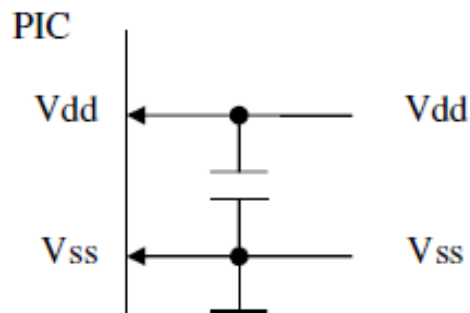


Рисунок 9 – Керамический конденсатор вблизи выводов питания

На следующих рисунках 10 и 11 представлены схемы подключения к МК керамических конденсаторов и кварцевого резонатора. Первые, при включении по цепям питания в непосредственной близости от МК позволяет существенно снизить уровень электромагнитных помех. Кварцевый

резонатор обеспечивает стабилизацию частоты работы МК. Особенно это является актуальным при измерении временных интервалов, управлении работой второстепенных устройств, передачи данных по сети [16].

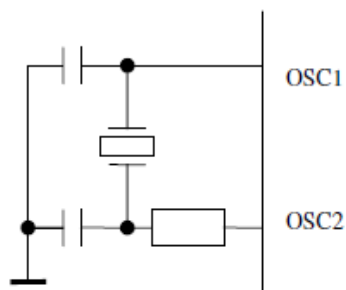


Рисунок 10 – Схема включения кварцевого резонатора

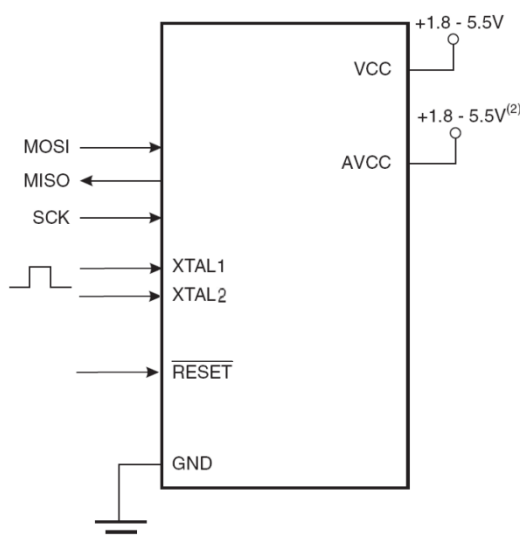


Рисунок 11 – Схема включения микроконтроллера

3.2 Выбор интегральных микросхем

Для обеспечения возможности подключения устройства к персональному компьютеру необходимо применение дополнительных ИМС, выполняющих конвертацию уровней сигнала. Для связи посредством интерфейса USB используем ИМС FT232R(Рисунок 12)

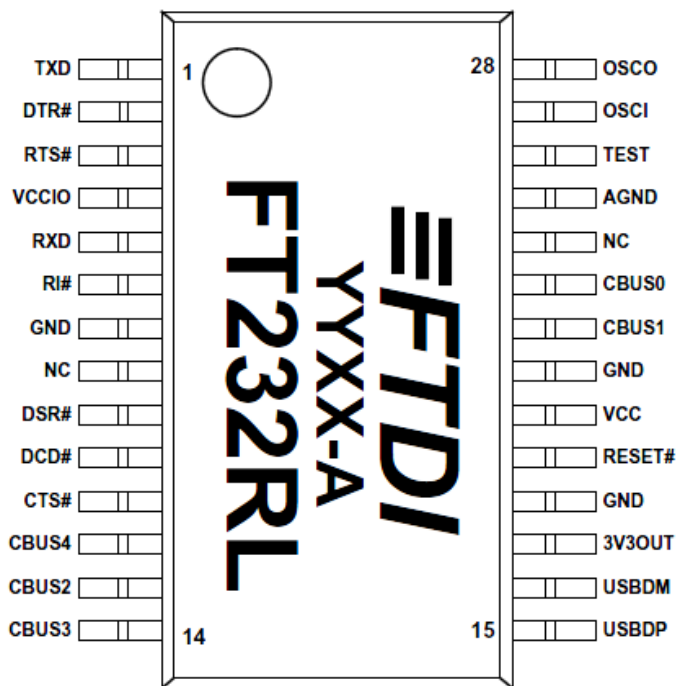


Рисунок 12 – Цоколевка микросхемы FT232R

Для обеспечения возможности контроля температуры АБ, необходимо реализовать подключение к микроконтроллеру термопар, выполняющих функцию датчиков температуры. Для реализации этого используем ИМС LM339. Цоколевка микросхемы представлена на рисунке 13.[17]

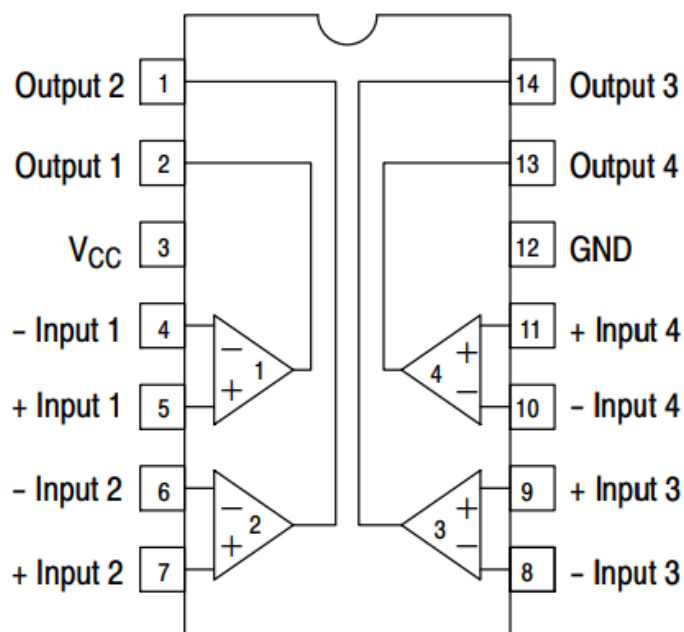


Рисунок 13 – Цоколевка микросхемы LM339N

3.3 Выбор дисплея

В качестве устройства для отображения информации используем ЖК дисплей MT-16S2H. Помимо того, что данный дисплей отечественного производства, он также имеет хорошие показатели параметров/стоимость. Данный дисплей MT-16S2H состоит из контроллера LSI и ЖК-панели. Между символами являются интервалы шириной одной отраженной точки. Внешний вид показан на рисунке 14.



Рисунок 14 – ЖКИ MT-16S2H

Описание выводов дисплея и технические параметры представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Назначение внешних выводов

| Вывод | Обозначение | Назначение вывода |
|-------|-------------|--|
| 1 | GND | Общий вывод (0V) |
| 2 | Vcc | Напряжение питания (5V) |
| 3 | Vo | Управление контрастностью |
| 4 | A0 | Адресный сигнал — выбор между передачей данных и команд управления |
| 5 | R/W | Выбор режима записи или чтения |
| 6 | E | Разрешение обращений к модулю (а также строб данных) |
| 7 | DB0 | Шина данных (8-ми битный режим) (младший бит в 8-ми битном режиме) |
| 8 | DB1 | Шина данных (8-ми битный режим) |
| 9 | DB2 | Шина данных (8-ми битный режим) |
| 10 | DB3 | Шина данных (8-ми битный режим) |
| 11 | DB4 | Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы) (младший бит в 4-х битном режиме) |
| 12 | DB5 | Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы) |
| 13 | DB6 | Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы) |
| 14 | DB7 | Шина данных (8-ми и 4-х битные режимы) (старший бит) |
| 15 | +LED | + питания подсветки |
| 16 | -LED | - питания подсветки |

Контроллер управления KB1013VG6 товары ОАО «АНГСТРЕМ», аналогичный HD44780 от HITACHI и KS0066 от Samsung [7]. Модуль доступен со встроенной светодиодной подсветкой. Модуль отображает 2 строки из 16 символов. Символы отображаются в матрице 5x8 точек.

Таблица 2 – Основные технические характеристики МТ–16S2Н

| Наименование | | Обозначение | Мин. | Ном. | Макс. | Единицы измерения |
|---|------------|---------------------------------|------|------|----------------------|-------------------|
| Напряжение питания | логическое | V _{CC} -GND | 4,5 | 5,0 | 5,5 | В |
| | ЖКИ | V _{CC} -V ₀ | 4,8 | 5,0 | 5,2 | В |
| Ток потребления | | I _{CC} | — | 0,8 | 1,0 | мА |
| Входное напряжение высокого уровня | | U _{IH} | 2,4 | — | V _{CC} +0,6 | В |
| Входное напряжение низкого уровня | | U _{IL} | -0,6 | — | 0,8 | В |
| Напряжение питания подсветки при токе 70 мА | | | — | 4,1 | 4,5 | В |
| Ток подсветки | | | — | — | 150,0 | мА |

Вывод по главе. В данной главе произведен выбор элементной базы в соответствии со схемами структурной и функциональной, разработанными в 2 главе. Для реализации проектируемого устройства выбран МК –АТМega 164.Он обладает требуемым быстродействием, необходимым набором портов ввода и вывода, а также иными встроенными функциями. Также в главе произведен выбор и иных ИМС, используемых в разрабатываемом устройстве.

4 Разработка принципиальной электрической схемы устройства

4.1 Расчет схемы контроля температуры АБ

Контроль текущего состояния АКБ будет выполняться посредством наблюдения не только текущего уровня напряжения и измерения емкости аккумулятора, но также и посредством контроля за температурой батареи. Для этого следует аккумуляторы оборудовать дополнительными термодатчиками, по изменению сопротивления которых схема управления сможет отслеживать текущую температуру.

В качестве термодатчиков целесообразно применить терморезисторы, которые обладают отрицательным температурным коэффициентом. Данный тип термосопротивлений имеет высокую чувствительность, а также малые габариты и стоимость.

Варианты термопар, которые представлены на рынке, обеспечивают точность измерения не более 0,1 °С. Это значение значительно превышает указанные значения. По критерию стоимости осуществим выбор в сторону ММТ-4[19].

Рекомендуется использовать отдельные модули с 4 цепями управления термисторами для контроля состояния 4 аккумуляторов. При этом максимальное напряжение подгруппы не будет превышать 10 В, а минимальное значение, необходимое для работы большинства компараторов, равно 3 В.

К инвертирующим входам 4, 6, 8, 10 компараторов подключено опорное напряжение, равное половине напряжения питания. Получается с помощью делителя на тех же резисторах. Учитывая обоснованное ранее требование, рассчитываем номиналы этих резисторов, чтобы избежать токов менее 1 мА.

$$R = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{сд}}}{I} = \frac{12 - 3}{3 \cdot 10^{-3}} = 3 \text{ кОм} \quad (1)$$

Так как резисторы идентичны, то минимальное сопротивление каждого равно 3 кОм. Поскольку нет причин стремиться к минимальному току в цепи этого делителя, примем с трехкратным запасом:

$$R_1 = R_2 = 1 \text{ кОм} \quad (2)$$

Таким образом, примем:

$$R_3 = R_5 = R_7 = 3,3 \text{ кОм} \quad (3)$$

4.2 Расчет схемы управления

Подробное описание использованных элементов было дано в предыдущем разделе.

Для питания микроконтроллера используется напряжение +5В.

В схеме для задания частоты используется встроенный в микроконтроллер генератор частоты 1МГц.

Включение всех микросхем, используемых в данной схеме, проводилось в соответствии с рекомендациями технической документации [23, 24]. Номиналы элементов обвязки также взяты из описания микросхем.

Для защиты выходных линий контроллера используем токоограничивающие резисторы. В соответствии с параметрами микроконтроллера, предельный ток вывода контроллера равен 10 мА[2]. Таким образом, резистор должен ограничивать максимальный ток в линии в пределах данного значения.

$$I = 10 \text{ мА}$$
$$R4 = \frac{U_{\text{ном}}}{I} = \frac{5}{10 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Ом} (560 \text{ Ом E24}) \quad (4)$$

Нормирующий усилитель выполним на операционном усилителе К140УД7.

Рассчитаем требуемую мощность для 1 блока питания:

1. Потребление микроконтроллера ATmega 164 при частоте работы 16 МГц составляет 9 мА. Следовательно, потребляемая мощность P_{DS1} равна:

$$P_{DS1} = I_{DS1} \cdot U_{num} = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 45 \text{ мВт} \quad (5)$$

где I_{DS1} – потребляемый ток микросхемы;

U_{num} – напряжение питания.

2. Потребление ИМС составляет 53 мА, следовательно потребляемая мощность равна:

$$P_{DD2,DD3} = I_{DD2,DD3} \cdot U_{num} = 53 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 165 \text{ мВт} \quad (6)$$

где $I_{DD2,DD3}$ – ток потребления микросхем.

3. Потребление блока индикации в максимальном режиме P_{SVD} :

$$P_{SVD} = I_{LCD} \cdot U_{num} = 150 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0.75 \text{ Вт} \quad (7)$$

I_{LCD} – ток потребления ЖК индикатора я подсветкой.

Суммарная потребляемая мощность $P_{сум}$ равна:

$$P_{сум1} = 45 + 165 + 750 = 960 \text{ мВт}. \quad (8)$$

4. Максимальный выходной ток стабилизатора I_{DA2}

$$I_{DA2} = P_{сум} / U_{num} = 960 / 5 = 192 \text{ мА} \quad (9)$$

где $P_{сум}$ – суммарная потребляемая мощность.

Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 15.

Аналоговая часть состоит из четырех одинаковых узлов разрядки А1—А4. На резисторе R25 и светодиоде HL5 собран источник образцового напряжения, кроме того, этот светодиод выполняет функции индикатора включения питающего напряжения. На операционных усилителях DA1, DA2, DA3 и DA4 собраны компараторы напряжения, которые сравнивают напряжение на аккумуляторе с образцовым. Подстроечным резистором R26 устанавливают на неинвертирующих входах всех ОУ напряжение 1 В, соответствующее напряжению разряженного аккумулятора[14].

Питание схемы будет осуществляться от стабилизированного источника напряжения 5В. Для ЖК индикатора необходимо напряжение питания около 2,5 В (при токе до 1 мА),

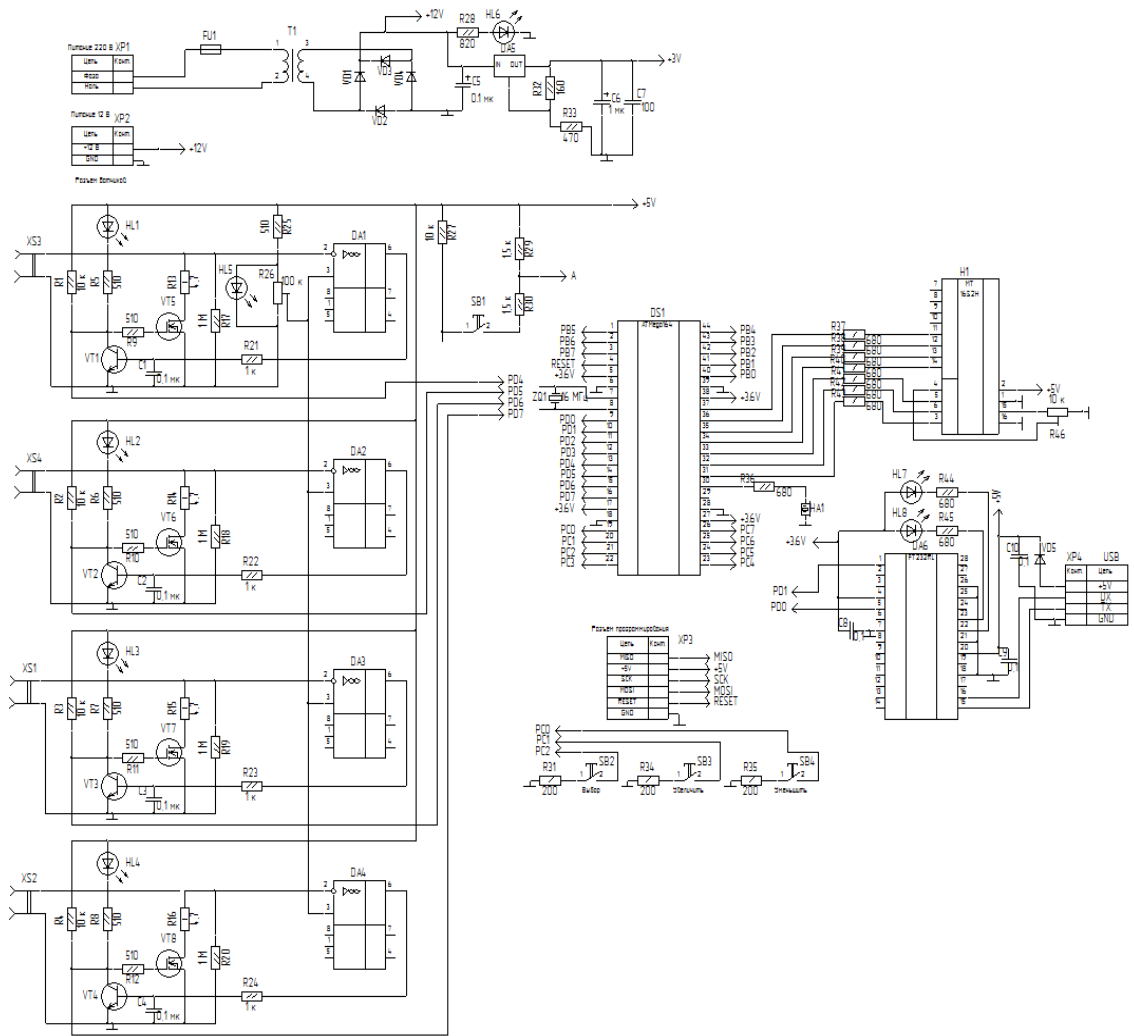


Рисунок 15 – Схема электрическая принципиальная

Но пока он не разряжен, его напряжение превышает 1 В и на выходе ОУ DA1 формируется низкий логический уровень, поэтому транзистор VT1 закрыт, а VT5 открыт и аккумулятор, подключенный к контактам SX1, разряжается через резистор R13 и транзистор VT5. В таком состоянии светодиод HL5 не светит, что свидетельствует о процессе разрядки аккумулятора.

Вывод по главе: в данной главе, на основании выбранных комплектующих, выполнена разработка принципиальной схемы устройства. Осуществлены необходимые расчеты. Схемы включения ИМС выбраны стандартные, рекомендуемые в документации на данные ИМС.

5. Разработка программного обеспечения

На рисунке 16 представлена блок схема алгоритма работы микроконтроллера системы диагностики АКБ.

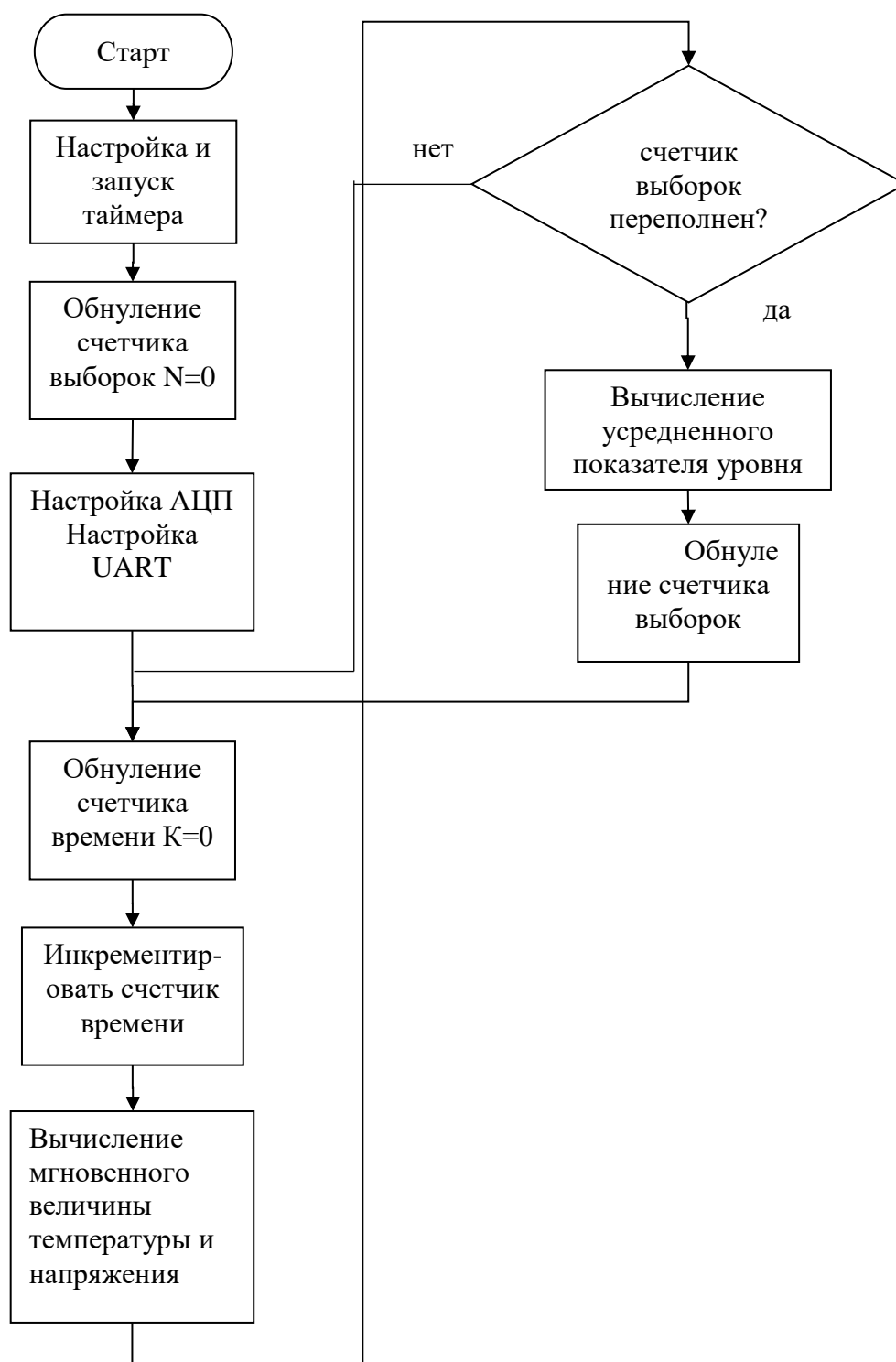


Рисунок 16 – Блок схема работы системы

В блок-схеме применены условные обозначения:

N – счетчик выборок, переменная в которой хранится текущее количество сделанных выборок;

K – счетчик времени.

При подаче питания микроконтроллер инициализирует порты ввода-вывода, переводя их в высокоимпедансное состояние, производит настройку и запуск таймера. Блок-схема подпрограммы таймера представлена на рисунке 17.

После измерения временных интервалов происходит обработка результатов – вычисление температуры и давления, вывод результата измерения на экран.

Функция обработки запросов по интерфейсу UART-USB реализована в виде подпрограммы обработки прерываний (рисунок 18) После сохранения измеренных значений происходит возврат в основную программу [16].

Скорость обмена определяется формулами, представленными в таблице 3, 4, 5 где BAUD – скорость передачи в бодах, $f_{СК}$ - тактовая частота микроконтроллера, UBRR – содержимое регистра контроллера скорости передачи (0 - 4095).

Все настройки приемопередатчика хранятся в регистрах конфигурации - UCSRA, UCSRB и UCSRC. А скорость задается в паре UBBRH: UBBRL.

Таблица 3 – Режимы схемы контроля и формирования четности

| UPM1 | UPM0 | Режим работы |
|------|------|--|
| 0 | 0 | Выключен |
| 0 | 1 | Зарезервирован |
| 1 | 0 | Включен, проверка на четность (Even Parity) |
| 1 | 1 | Включен, проверка на нечетность (Odd Parity) |

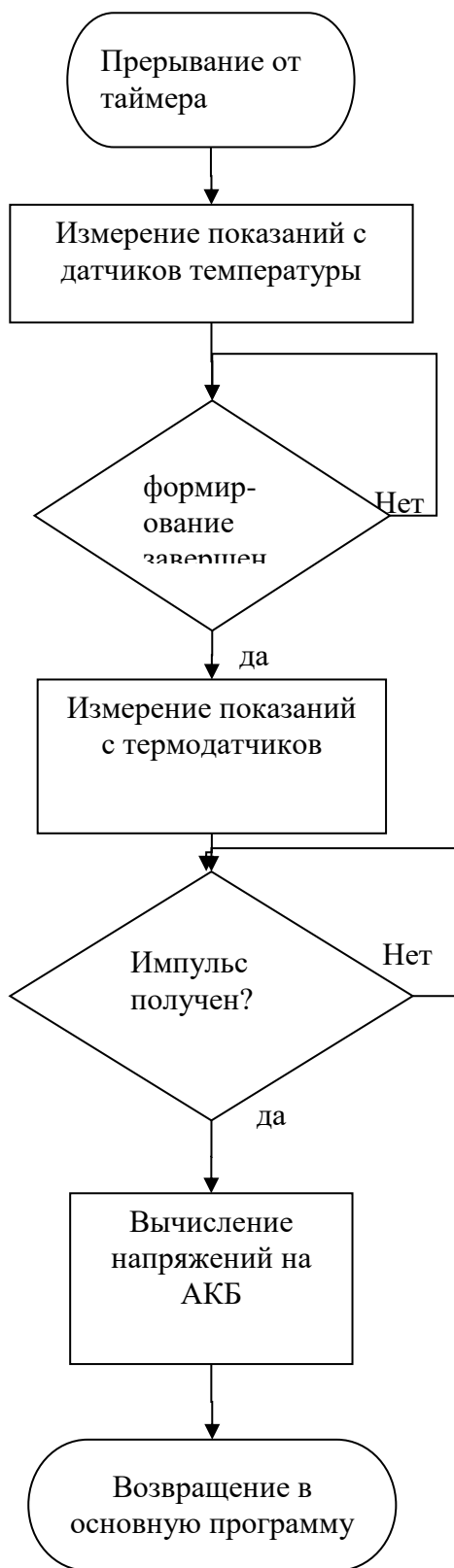


Рисунок 17 – Блок-схема подпрограммы таймера

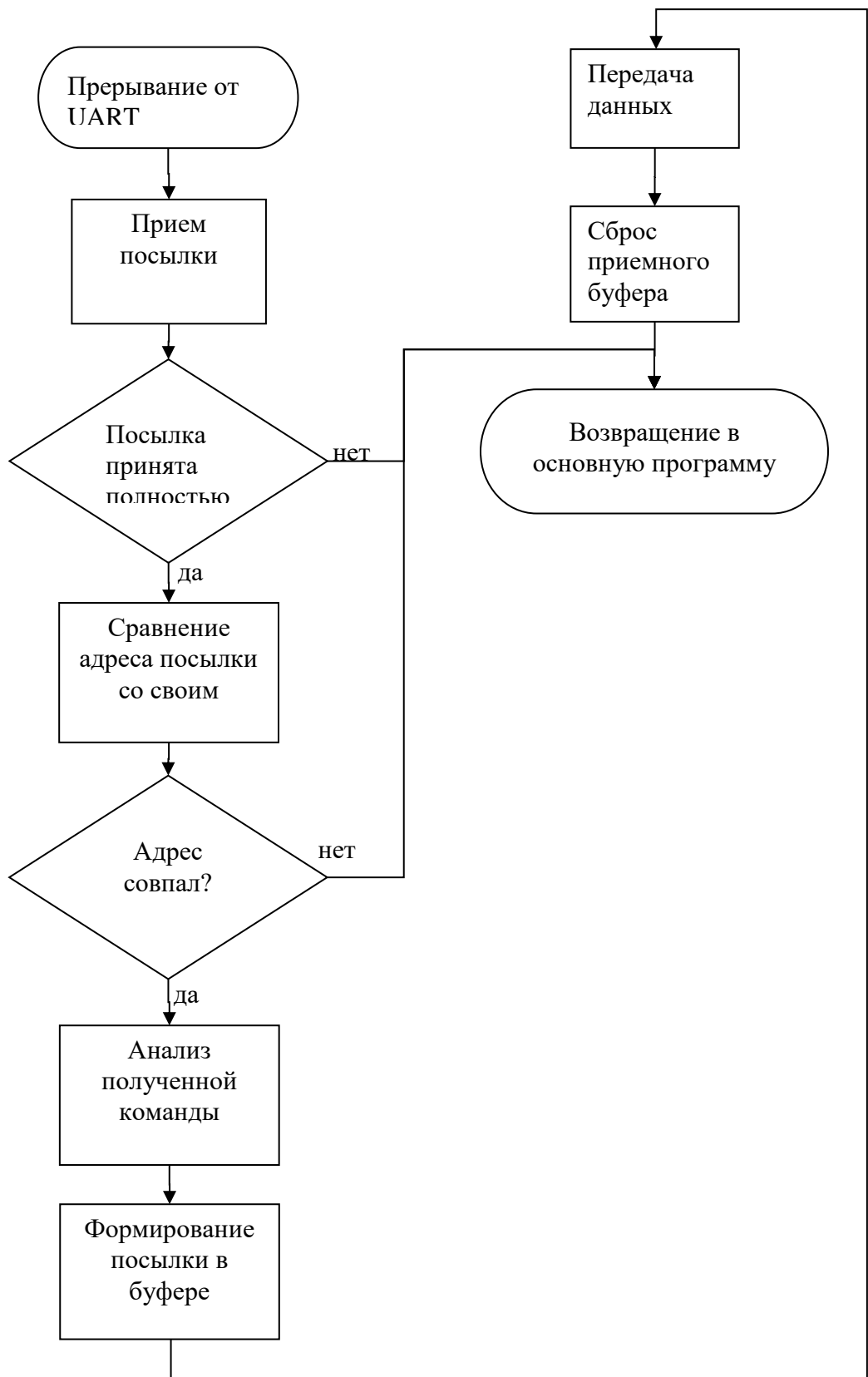


Рисунок 18 – Блок схема подпрограммы приема данных

Таблица 4 – Режимы передачи информации через интерфейс USART

| UCSZ2 | UCSZ1 | UCSZ0 | Размер передаваемого символа |
|-------|-------|-------|------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 5 бит |
| 0 | 0 | 1 | 6 бит |
| 0 | 1 | 0 | 7 бит |
| 0 | 1 | 1 | 8 бит |
| 1 | 0 | 0 | зарезервировано |
| 1 | 0 | 1 | зарезервировано |
| 1 | 1 | 0 | зарезервировано |
| 1 | 1 | 1 | 9 бит |

Таблица 5 – Вычисление скорости передачи USART

| Режим | Вычисление скорости передачи, бод | Вычисление требуемого значения регистра UBRR |
|--|--------------------------------------|--|
| Асинхронный нормальный (U2X = 0) | $BAUD = \frac{f_{СК}}{16(UBRR + 1)}$ | $UBRR = \frac{f_{СК}}{16BAUD} - 1$ |
| Асинхронный режим ускоренный (U2X = 1) | $BAUD = \frac{f_{СК}}{8(UBRR + 1)}$ | $UBRR = \frac{f_{СК}}{8BAUD} - 1$ |
| Синхронный режим ведущего | $BAUD = \frac{f_{СК}}{2(UBRR + 1)}$ | $UBRR = \frac{f_{СК}}{2BAUD} - 1$ |

Последовательный периферийный интерфейс (SPI) - это специальный последовательный интерфейс, разработанный для связи микроконтроллеров между собой. Канал SPI использует для передачи информации три линии: линию MISO (Master Input / Slave Output); линию MOSI (Master Output / Slave Input); линию SCK (Тактовый сигнал)[20].

Вывод по главе: В данной главе осуществлены разработки блок-схем программ и подпрограмм работы устройства. Основной цикл работы устройства выполнен в базовой программе. Вызов отдельных функций

реализован посредством отдельных подпрограмм через прерывания. Программирование микроконтроллера выполнялось на языке C++.

6 Разработка конструкции устройства

Выбор и обоснование компоновочного решения

Разработанный проект оборудования должен соответствовать указанным требованиям: необходимо гарантировать технологичность проекта, снизить экономические затраты, а также предусмотреть возможность замены комплектующих на аналогичные в случае прекращения производства.

Основная задача при проектировании цифровой системы мониторинга - снизить влияние на качество измерений сигнала. Для этого были предприняты следующие шаги[6]:

- Длина дорожек аналогового сигнала уменьшена.
- Вывод заземления АЦП подключен к общему проводу только в одной точке.
- Аналоговые и цифровые треки максимально разделены.
- Источники питания тоже далеко.

Проектируемая конструкция устройства должна обеспечивать его соответствие требованиям, заданным в техническом задании и обеспечивающих корректное функционирование устройства. Целесообразно также предусмотреть возможность простой замены отдельных элементов схемы и иных комплектующих на аналогичные, в случае если возникнут сложности с поставкой или данные элементы будут сняты с производства[11].

Работы по проектированию и трассировке печатной платы системы выполняются при помощи ПО P-CAD 2006. Разобьём процесс работы с САПР P-CAD на последовательность из следующих действий:

- Создание библиотеки используемых элементов РЭА;

- Ввод принципиальной электрической схемы;
- Подготовка схемы к проектированию ПП;
- Размещение элементов РЭА по полю конструктива;

В данном случае используемая библиотека содержит необходимые элементы, используемые при проектировании РЭА. На рисунке 19 и 20 представлен процесс ввода принципиальной электрической схемы в программе Schematic[15].

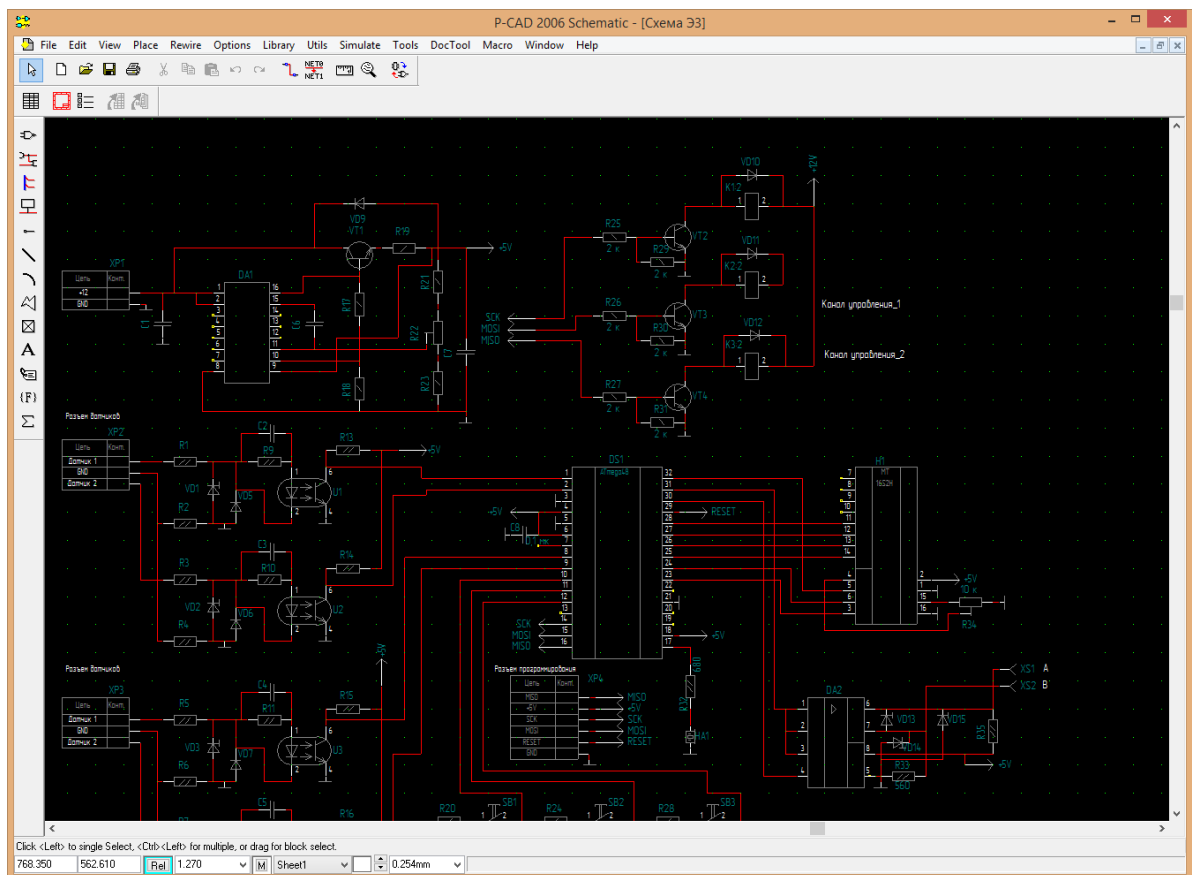


Рисунок 19 – Ввод схемы электрической-принципиальной цифровой части системы в программе Schematic

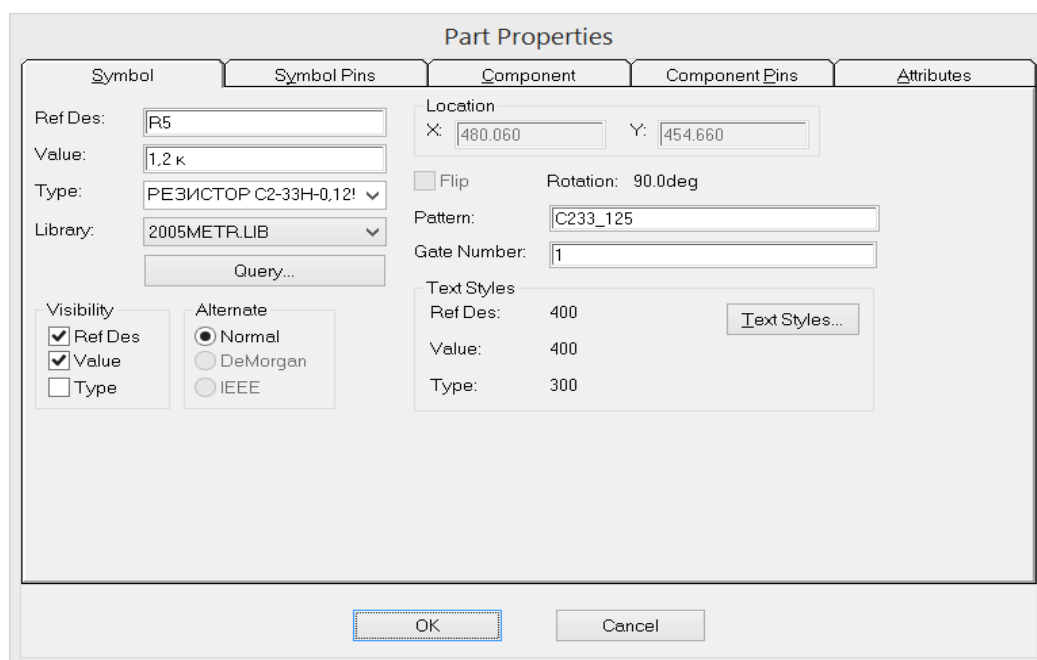


Рисунок 20 – Окно параметров элемента (Part Properties)

После распределения компонентов по поверхности печатной платы начинается трассировка, т.е. необходимые соединительные провода (проводники) размещаются между контактными площадками. Рекомендуется собирать печатную плату вручную, используя встроенную функцию автоматической трассировки [21]. Для ручного отслеживания система PCAD предлагает инструменты, которые можно разделить на группы:

- Ручной трекер
- Интерактивный трекер

В данном проекте технологический контроль при разработке топологии печатной платы помог выявить узкие места и нарушения зазоров. Топология фиксированная. Ошибка исправлена.

Выводы по главе: В данной главы была проведена разработка конструкции проектируемого устройства. Разводка печатной платы и проектирование сборочного чертежа выполнялось в ПО P-CAD 2006.

7 Организационно-экономическая часть

7.1 Затраты на материалы

Стоимость материалов определяется, исходя из норм расхода и стоимости единицы этих материалов. Результат расчета стоимости материалов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет стоимости материалов, расходуемых на изделие

| Наименование материала | Марка, ГОСТ, ТУ | Единица измерения | Норма расхода на изделие | Цена за единицу изделия, руб. | Стоимость материала на изделие в руб. |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Припой | ПОС-61 ГОСТ 21931-76 | кг | 0.08 | 550 | 33,30 |
| Флюс | ФКСП ГОСТ 19113-73 | л | 0.006 | 266 | 0,80 |
| Спирт этиловый | ГОСТ 172-99-71 | л | 0.2 | 300 | 6,00 |
| Дополнительные материалы | | | | | 36,00 |
| Итого: | | | | | 76,11 |

Транспортно-заготовительные расходы составляют 3% от стоимости материалов. Окончательная стоимость материалов будет составлять:

$$C_{mat} = 76,1 + 76,1 \cdot 0,03 = 83,71 \text{ руб.} \quad (10)$$

7.2 Затраты на покупные изделия и полуфабрикаты

Затраты на покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты рассчитываются прямым путем, исходя из норм их расхода и действующих оптовых цен.

Исходные данные для расчета:

- спецификация покупных изделий и полуфабрикатов, расходуемых на изделия;
- прейскуранты оптовых цен на комплектующие изделия;
- стоимость полуфабрикатов по бухгалтерским данным предприятия.

Результат расчета стоимости покупных изделий и полуфабрикатов представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет количества и стоимости покупных изделий и полуфабрикатов

| Наименование | Техническое обозначение и характеристика | Норма расхода на изделие, шт. | Цена за единицу, руб. | Сумма на изделие, руб. |
|-----------------|---|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Микроконтроллер | AVR ATМega | 1 | 368,00 | 368,00 |
| Микросхемы | Преобразователь сигналов USB FT232R | 1 | 376,00 | 376,00 |
| | Дисплей | 1 | 278,00 | 278,00 |
| | Интегральная микросхема LM339 | 3 | 126,00 | 378,00 |
| Прочие элементы | Резисторы, конденсаторы, диоды (укрупненно) | 1 | 400,00 | 400,00 |
| Итого | | | | 2223,00 |

Транспортно-заготовительные расходы составляют 3% от стоимости материалов. Окончательная стоимость покупных изделий и полуфабрикатов будет составлять:

$$C_{изд} = 2223,00 + 2223,00 \cdot 0,03 = 2445,30 \text{ руб.}$$

7.3 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_э \cdot t_{об} \quad (11)$$

где $\mathcal{E}_{об}$ – затраты на электроэнергию потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_э$ – тарифная цена за 1кВт·час,

$C_э = 4,65$ руб.; $t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

| Наименование оборудования | Потребляемая мощность, Вт | Время работы оборудования, час | Количество кВт/час | Тариф за кВт/час | Сумма, руб |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|------------|
| ПК | 340 | 8 | 2,720 | 4,65 | 12,65 |
| Паяльник | 0,04 | 8 | 0,32 | 4,65 | 1,49 |
| Свет | 0,014 | 8 | 0,112 | 4,65 | 0,52 |
| Итого | | | | | 14,66 |

7.4 Основная заработная плата

Основная заработная плата включает в себя заработную плату по тарифу и соответствующие доплаты:

$$Z_o = Z_m + Z_n \quad (12)$$

Заработная плата по тарифу определяется следующим образом:

$$Z_T = \sum_{i=1}^n t_i T_i \quad (13)$$

где t_i – трудоемкость по i -му виду работ, норм-ч;

T_i – тарифная ставка по -му виду работ, руб;

n – количество видов работ.

Доплаты определяются прямым путем или в процентах от заработной платы по тарифу. $Z_n = 20\%$ от заработной платы по тарифу.

Расчет основной заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет основной заработной платы производственных рабочих

| Виды работ | Тарифный разряд | Часовая ставка | Трудоемкость, час. | Зарплата, руб. |
|----------------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|
| Заготовительные | 73 | 73,00 | 1 | 73,00 |
| Изготовление корпуса | 282 | 94,00 | 3 | 282,00 |
| Монтажно-сборочные | 280 | 70,00 | 4 | 280,00 |
| Настройка | 210 | 105,00 | 2 | 210,00 |
| Итого Z_t | | | | 845,00 |

Доплаты:

$$Z_n = Z_m \cdot 0,2 = 169,00 \text{ руб} \quad (14)$$

Заработная плата:

$$Z_o = 845 + 169 = 1014,00 \text{ руб.} \quad (15)$$

7.5 Дополнительная заработная плата производственных рабочих

Она включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде или коллективными договорами, за непроработанное на производстве время.

Дополнительная заработная плата устанавливается от основной заработной платы в размере 10%.

$$Z_d = Z_o \cdot 0,1 = 1014,00 \cdot 0,1 = 101,40 \text{ руб.} \quad (16)$$

7.6 Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих

Отчисления на социальное страхование включают в себя: 22% на пенсионное страхование, 2,9% страхование временной нетрудоспособности, 5,1% медицинское страхование, от суммы основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих.

$$N_{\text{отч}} = (Z_o + Z_{\partial}) \cdot 0,3 = (1014,00 + 101,40) \cdot 0,3 = 334,62 \quad (17)$$

7.7 Расчет амортизационных отчислений.

Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчеты затрат на амортизацию

| Наименование оборудования | Первоначальная стоимость, руб | Норма амортизации, % | Сумма амортизационных отчислений, руб | ФВР О, час | Стоимость амортиз. руб | Время работы оборудования, час | Сумма амортизационных отчислений, руб |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| ПК | 50000,00 | 20,00 | 10000,00 | 1960 | 5,10 | 8 | 833,30 |
| Паяльник | 768,00 | 0,005 | 0,04 | 1960 | 0,002 | 8 | 0,02 |
| Итого | | | | | | | 833,32 |

Расчет годового ФВРО

$$T_{\text{ФВРО}} = 365 - 104 - 16 = 245 \text{ рабочих дней}$$

Прод. раб. для 8 час

$$245 \cdot 8 = 1960 \text{ часов}$$

7.8 Расходы на подготовку и освоение производства

Данные расходы могут быть определены по нормативным отраслевым коэффициентам, установленным в процентах к основной заработной плате. Для единичного производства они составляют 60%.

$$C_{\text{но}} = Z_o \cdot 0,6 = 1014,00 \cdot 0,60 = 608,40 \text{ руб.} \quad (18)$$

7.9 Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и специальные расходы

Для единичного производства они составляют 32%:

$$C_{\text{изн}} = Z_o \cdot 0,32 = 1014,00 \cdot 0,32 = 324,48 \text{ руб.} \quad (19)$$

7.10 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования принимают от 40% до 60% от основной заработной платы производственных рабочих. В нашем случае примем коэффициент равный 45%.

$$C_{с.э.} = Z_o \cdot 0,45 = 1014,00 \cdot 0,45 = 456,30 \text{ руб.} \quad (20)$$

7.11 Общепроизводственные расходы

Сюда включаются затраты, связанные с управлением предприятия и организацией производства.

Данные расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих. Для данного устройства общезаводские расходы будут 60% от заработной платы.

$$C_{op} = Z_o \cdot 0,6 = 1014,00 \cdot 0,6 = 608,40 \text{ руб.} \quad (21)$$

7.12 Прочие производственные расходы

Прочие производственные расходы определяются в размере 11% от основной заработной платы.

$$C_{nnp} = Z_o \cdot 0,11 = 1014,00 \cdot 0,11 = 111,54 \text{ руб.} \quad (22)$$

7.13 Внепроизводственные расходы

В данные расходы входят:

- затраты на тару и упаковку на складах готовой продукции;
- расходы на доставку продукции на место назначения;
- прочие расходы.

Они определяются как 3% от производственной себестоимости.

$$C_{вп} = C_{nc} \cdot 0,03 = 4822,02 \cdot 0,03 = 144,66 \text{ руб.} \quad (23)$$

7.14 Смета проектируемого изделия

Смета приведена в таблице 11

Таблица 11 – Смета себестоимости

| Наименование статей калькуляции | Затраты, руб. | Удельный вес, % |
|---|------------------|--------------------|
| Сырье и материалы | 83,71 | 1,18 |
| Покупные комплектующие изделия | 2445,30 | 34,61 |
| Затраты на электроэнергию | 14,66 | 0,23 |
| Основная заработная плата | 1014,00 | 14,35 |
| Дополнительная заработная плата | 101,40 | 1,44 |
| Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих | 334,62 | 4,74 |
| Расходы на амортизацию | 833,32 | 11,79 |
| Расходы на подготовку и освоение производства | 608,40 | 8,61 |
| Износ инструментов и приспособлений целевого назначения | 324,48 | 4,59 |
| Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | 456,30 | 6,46 |
| Общепроизводственные расходы | 608,40 | 8,61 |
| Прочие производственные расходы | 111,54 | 1,58 |
| Производственная себестоимость | 6921,5 | 97. 95 |
| Внепроизводственные расходы | 144,66 | 1,05 |
| Полная себестоимость | 7066,10 | 100 |

Вывод по главе: В данной главе произведено технико-экономическое обоснование данной разработки. В результате выполнения итоговые затраты на разработку техники составили 7066,10 рублей;

Приведенные результаты позволяют нам сделать выводы о том, что, во-первых, проводимая в данной работе разработка целесообразна, и, во-вторых, экономически рентабельна и эффективна.

8 Охрана труда и БЖД

8.1 Обеспечение электробезопасности

Определяющим моментом для разработки данного устройства являются требования безопасности, определяемые стандартами. Требования безопасности к оборудованию, определяемые образованием ряда опасных и вредных производственных факторов, изложены в соответствующих стандартах.

В процессе разработки источника вторичного питания предполагается рассмотрение следующих вопросов касательно безопасности жизнедеятельности и вопросов охраны труда [24]:

- Требования к организации рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ;
- Требование к электромагнитному излучению;
- Электробезопасность;
- Защита от производственного статического электричества;
- Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Любой вид механических повреждений, влияющих на срок эксплуатации, также, например, из-за недостаточного радиуса изгиба проводов, чрезмерную силу растяжения при прокладке и монтаже проводов, вибрацию и тому подобное. Климатические условия оказывают существенное влияние на состояние изоляции: температура, влажность, давление воздуха. В промышленных условиях воздух содержит различные примеси газы, пары, пыль и т.п., которые негативно влияют на изоляционные материалы электроустановок. Пары химически активных веществ разрушительно влияют на изоляцию, снижают ее электрическое сопротивление. Непроводящий пыль сам по себе не ухудшает качество изоляции, однако, как правило, имеет высокую гигроскопичность, при нанесении на поверхность изоляции он создает дополнительную электропроводность, а в некоторых случаях может вызвать разрушение

изоляции. Ведущий пыль создает еще более неблагоприятные условия для работы изоляции, поскольку это может привести к перекрытию изоляции электрической дугой, короткого замыкания проводников или короткого замыкания в корпус.[24]

В производственном помещении имеется электроустановка трехфазного тока в сети с заземленной нейтралью. Междупазное напряжение составляет 380В. Следуя рекомендациям ПУЭ, выбираем в качестве защитной меры зануление.

8.2 Требования к помещениям для эксплуатации генератора и ПЭВМ

Нормы и правила при проектировании освещения устанавливает СП 52.13330.2016[25] «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Из того документа следует, что работа за ЭВМ относится к третьему разряду по точности работ или к работам высокой точности. Нормируемый коэффициент естественного освещения для производственного помещения со зрительно–напряженными работами третьего разряда точности должен составлять два процента при боковом освещении. Освещенность рабочей поверхности при комбинированном (общем и местном) освещении должна быть от (300-500) люкс.

8.3 Организация рабочего места в соответствии с требованиями НОТ

Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [24] с помощью кондиционеров и обогревателей. Данные документы устанавливает оптимальные и приемлемые показатели микроклимата. Допустимые показатели устанавливаются в том случае, если технологические треб-

ования, технические или экономические причины не обеспечивают оптимальных нормативов.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды сведены в таблице 12.

Таблица 12 – Вредные и опасные факторы

| Факторы (ГОСТ 19.0.003-2015) | Нормативные документы |
|---|--|
| Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего. – Повышенный уровень инфра-, ультразвуковых колебаний; – Повышенная или пониженная подвижность воздуха; – Повышенная или пониженная температура воздуха (ниже 22 и выше 24 °С) | ГОСТ 19.9.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны |
| Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристиками шума. Уровни допустимого звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами указаны в СН 9.9.4/9.1.8.562-96 | СН 9.9.4/9.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки |
| Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения. Уровень освещения менее 200 лк или более 400 лк. Цветовая температура источника света 3500-5500°К | Требования к освещению устанавливаются СП 59.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. |
| Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | Защита от поражения электрическим током ГОСТ Р 50571.3-94. |

Микроклимат в помещении где выполняют работу сотрудники характеризуется в основном следующими показателями:

- температура воздуха (измеряется в градусах Цельсия);
- относительная влажность (измеряется в%);
- скорость движения воздуха на рабочем месте (измеряется в м / с);
- интенсивность теплового излучения.

Оптимальными показателями микроклимата для компьютерных залов являются:

- температура воздуха (22-24) ° С;
- относительная влажность (40-60)%;
- скорость воздуха не более 0,1 м / с.

Допускаются колебания температуры в рабочей зоне в течение дня до четырех градусов.

Вывод по главе: Характеристики оптимальных и допустимых показателей микроклимата устанавливаются в соответствии с ГОСТ 30494-2011 [30]. Для контроля основных параметров микроклимата в каждом замкнутом пространстве обязательно должны быть термометр и гигрометр. Температуру и влажность необходимо контролировать не реже одного раза в день (чаще всего в начале рабочего дня). Когда контролируемые параметры выходят за определенные пределы, необходимо срочно принять меры, возвращающие параметры в установленные пределы.

Заключение

В процессе выполнения ВКР было спроектировано устройство, предназначенное для выполнения тестирования аккумуляторных батарей и оценки их текущего состояния. Основная цель использования разработанного устройства – контроль работоспособности АКБ и оценка текущего состояния и остаточного ресурса последней.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Проведен анализ устройств, реализующих подобные функции и представленных на рынке. Рассмотрены их достоинства и недостатки;
- Разработана структурная схема проектируемого устройства тестирования АКБ;
- Выполнен анализ и выбор элементной базы, используемой для изготовления данной панели;
- На основании выбранных комплектующих, выполнена разработка принципиальной схемы устройства. Осуществлены необходимые расчеты. Схемы включения ИМС выбраны стандартные, рекомендуемые в документации на данные ИМС;
- Разработана конструкция устройства;

При проектировании этого устройства была использована современная элементная база и применены новейшие достижения в дизайне электронных систем.

Устройство отличается высокой надежностью, что является следствием отсутствия подвижных деталей и механизмов, защиты от импульсного шума высокого напряжения, наличия ЖК-индикатора и коммуникационных интерфейсов для отображения результатов измерений и настроек.

Технико-экономическое обоснование данной разработки позволяет нам сделать выводы о том, что, во-первых, проводимая в данной работе разработка целесообразна, и, во-вторых, экономически рентабельна и эффективна.

Список используемых источников

1. Агеев, О.А., Мамиконцова, В.М., Петров, В.В. Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин [Текст]: уч. пос./ О.А. Агеев, В.М. Мамиконцова, В.В. Петров. – Таганрог: Изд – во ТРТУ, 2000. – 153 с.
2. Белов, А. В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи [Текст]. – СПб.: Наука и Техника, 2013. – 528 с.: ил.
3. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст]. – М.: Высшая школа, 1988. – 448 с.
4. Балашов, К.Е., Донис, Е.О. Совершенствование методов градуировки пьезоэлектрических датчиков быстропеременных давлений[Текст] //Мир измерений. – 2007. №8. – С. 13 – 15.
5. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово – цифровых электронных устройств[Текст]. – М.: Издательский дом «Додэка – XXI», 2005. –528 с.
6. Гудко, Н.И. Синтез цифровых устройств циклического действия [Текст]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 96 с.: ил. – ISBN 978 – 5 – 9912 – 0427 – 9.
7. Гридчин, В.А., Драгунов, В. П. Физика микросистем : учеб. пособие ; в 2 ч. Ч. 1 / Новосибирск: Изд – во НГТУ, 2004. – 416 с.
8. Дятлова, Е.П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами [Текст].: учебно – методическое пособие/ Е.П. Дятлова. – Санкт – Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – 68 с.
9. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики. Справочник пер. с англ. / М.: Техно – сфера, 2007. – 380 с.

10. Кротова, Е. И. Основы конструирования и технологии производства. РЭС[Текст]: учебное пособие / Е. И. Кротова. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 192 с.
11. Косых, А.В. Моделирование полупроводникового датчика температуры, используемого в интегральных системах температурной стабилизации частоты источников опорных колебаний [Текст] / А.В. Косых, С.А. Завьялов, К.В. Мура – сов. Ползуновский вестник. – № 3/1. – 2011, – С. 43 – 47.
12. Кравченко, А.В. 10 Практических устройств на AVR – микроконтроллерах [Текст]: Книга 1. – М.: Издательский дом «Додэка – XXI», Киев «МК – Пресс», 2008. –224с.; ил.
13. Клаассен, К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике[Текст] / М.: Постмаркет, 2000 – 109 с.
14. Николайчук О.И. Современные средства автоматизации[Текст]. – М.: СОЛОН – Пресс, 2010. 256 с.
15. Нсанов, М. П. Цифровые устройства [Текст]: учебник для колледжей 2018. – 400 с.: 284 ил. – ISBN 9785449318817.
16. Поиск отказов в сложных технических системах / П.П. Павлов [и др.] // Актуальные вызовы современной науки: сб. науч. тр. IX Междун. науч. конф. Переяслав-Хмельницкий, 2017. Вып. 9., ч. 2. С. 65–67
17. Павлов П.П., Гараева А.Р., Истоппенников М.А. Определение технического состояния электротехнического оборудования // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: матер. Междунар. науч.-исслед. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. Самара – Оренбург, 2017. С. 37–38.
18. Павлов П.П. [и др.] Диагностирование отказов электротехнического оборудования // Вопросы образования и науки теоретический и методический аспекты: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Тамбов, 2015. Ч. 2. С. 108–109.

19. Прокофьев, Е.В. Системы автоматизации и управления [Текст]. учебное пособие/ Е.В. Прокофьев. – Екатеринбург: Уральская государственная горно – геологическая академия, 2014. – 118 с. – ISBN 5 – 8019 – 0047 – 0.
20. Расчетно – графическая работа – Общие сведения о проектировании электроэнергетических систем, электроснабжения объектов и САПР. Работа в Diptrace [Текст]. – Севастополь: СНУЯЭиП 2013. – 17 с.
21. Сурина, Н.В. САПР технологических процессов [Текст]: учебное пособие/Н.В. Сурина. – М.: МИСиС, 2016. – 104 с. – ISBN 978 – 5 – 87623 – 959 – 4.
22. Сеньков, А.Г. Микропроцессорная техника систем автоматизации. Курсовое проектирование [Текст]: учебно – методическое пособие. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2019. – 96 с.
23. Трамперт, В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR–микроконтроллеров [Текст]: Пер. с нем.– Киев.: «МК – Пресс», 2006. – 208 с.; ил.
24. Харрисон, Л. Источники опорного напряжения и тока. Серия "Схемотехника" [Текст]/Л. Харрисон. – М.: НТФ "Энергопрогресс", 2015 г. – 215 с.
25. Шпак, Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров [Текст]. / Ю.А. Шпак. – К.: "МК – Пресс", СПб.: "Корона – Век", 2015. – 544 с. – 2 – е изд.
26. СанПиН 2.2.2 – 2.4.1340 – 03. Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы [Текст]: санитарные правила. – М.: Информ. – изд. центр Минздрава России, 2003.
27. Свод правил естественное и искусственное освещение: СП 52.13330.2011 : утв. М – вом регионального развития Рос. Федерации 27 12

2010 г. N 783 : введ. в действие с 20.05.2011 г. М.: Изд – во стандартов, 2011.

28. ГОСТ 8.009 – 84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 14 с.

29. ГОСТ 8.256 – 77 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых средств измерений. Основные положения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 6 с.

30. ГОСТ Р 8.673 – 2009 Государственная система обеспечения измерительные единства измерений. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Основные термины и определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 9 с.

31. Chan M.S.W., K.T. Chau and C.C. Chan. Coordination of Charging Stations for Electric Vehicles. Department of Electrical & Electronic Engineering, University of Hong Kong. 16th Electric Vehicle Symposium, 2014.

32. Кю J.S. Feasibility Survey of ES Battery Swapping & Leasing Business. Industrial Technology Research Institute. The 16th International Electric Vehicle Symposium, Beijing, October 12-16, 1999.

33. Bleijs C.A., Gaboreau C. The service battery renting program: an essential element for the success of the electric vehicle. EDF DTVE, battery service company. The 16th International Electric Vehicle Symposium, Beijing, October 12-16, 2012.

34. Singh P., Fennie C., Damodar S., Reisner D. Fuzzy logic-based determination of Pb-acid battery SOC by impedance interrogation methods. Villanova University, US Nanocorp, Inc. The 17th International Electric Vehicle Symposium, Montreal, October 2010.

35. Beya K.B. Maggetto G. Impedance-based state of charge indicator for EV & HEV batteries. Vrije Universiteit Brussel. The 17th International Electric Vehicle Symposium, Montreal, October 2000.

Приложение А

Текст программы

```
#include <iom164.h>
#include <fun90.h>
#define CLK_MHz 8
#define DELAY 5 // выдержка времени в мкс. между
включением полевика и ACD
```

Аналогично выполнены и другие части программы.
Программ не имеет конца и после входа в основной цикл
for (;;) { - выполняется циклически.

Реакция на внешние сигналы выполнена в виде прерываний и используемых в них функций.

```
#include <intrinsics.h>
//-----
/*          ПРИОСТАНОВКА (stop_interrupt()) И ПРОДОЛЖЕНИЕ
(continue_interrupt()) ПРЕРЫВАНИЙ          */
//-----
// в основе лежат готовые пары функций: __enable_interrupt(),
__disable_interrupt() и
//          __old_interrupt=__save_interrupt(),
__restore_interrupt(__old_interrupt)

#define stop_interrupt(old_i)
old_i=__save_interrupt();__disable_interrupt()
#define continue_interrupt(old_i) __restore_interrupt(old_i)
//-----
/*          ОПЕРАЦИИ С БИТАМИ
*/
//-----
/* преобр. номера бита в позицию в байте */
#define BIT(B) (1<<B)
__flash unsigned char secmas[]={ 86,66,79,69,75,82,73,78};
/* проверка бита на ноль */
#define TSTBIT0(ADDRESS,B) (! (ADDRESS & (BIT(B))))
/* проверка бита на единицу */
#define TSTBIT1(ADDRESS,B) (ADDRESS & (BIT(B)))
/* установка бита */
#define SETBIT(ADDRESS,B) (ADDRESS |= BIT(B))
/* сброс бита */
#define CLRBIT(ADDRESS,B) (ADDRESS&=~BIT(B))
/* установка битов по байтовой маске */
#define SETMASK(ADDRESS,BYTE) (ADDRESS |= BYTE)
/* очистка битов по байтовой маске */
#define CLRMASK(ADDRESS,BYTE) (ADDRESS &= ~(BYTE))

char tstsegm()
{
char c; c=11;
```

```

if(secmas[0]!=86) return(c);
if(secmas[1]!=66) return(c);
if(secmas[2]!=79) return(c);
if(secmas[3]!=69) return(c);
if(secmas[4]!=75) return(c);
if(secmas[5]!=82) return(c);
if(secmas[6]!=73) return(c);
if(secmas[7]!=78) return(c);
return(0);
}
/*
char * CharToHex(char c)
{
    static char m[3]; char Temp;
    m[2]=0;
    Temp=(__swap_nibbles(c))&0x0F;
    if(Temp>9)    m[0]=Temp+'A'-10;
    else         m[0]=Temp+'0';
    Temp=c&0x0F;
    if(Temp>9)    m[1]=Temp+'A'-10;
    else         m[1]=Temp+'0';
    return(m);
}
*/
//=====прерывание для UART =====
#pragma vector=USART_RX_vect
__interrupt void semp10(void);
#pragma type_attribute=__interrupt
void semp10(void)
{
    char data;
    data=UDR0;
        if(memcmp(plain, result, sizeof(plain)) != 0) {
            printf("encrypt/decrypt error\n");
        } else {
            printf("encrypt/decrypt success\n");
        }
    }
}
//макросы вычисления скорости
#define BAUD      2400
#define UBRR_VAL  F_CPU/16/BAUD-1

void  usart_init (unsigned int speed)
{
    // устанавливаем скорость Baud Rate: 4800
    UBRRH = (unsigned char)(speed>>8);
    UBRRL = (unsigned char) speed;
    UCSRA = 0X00;
    UCSRB|=(1<<TXEN) | (1<<RXEN); // Разрешение работы приемника
    // Установка формата посылки: 8 бит данных, 1 стоп-бит
    UCSRC =(1<<URSEL) | (1<<UCSZ1) | (1<<UCSZ0);
}

//функция передачи данных по USART
void  Uart_tr (char s[])

```

```

{
char k;
for (k=0;s[k]!=0;k++)
{
UDR =s[k];
while (!(UCSRA&(1<<TXC))); //ожидается конец передачи
UCSRA|=(1<<TXC); //сбрасываем флаг
}
}
//=====прерывание для Таймера0=====
#pragma vector=TIMER1_COMPA_vect
__interrupt void semp12(void);
#pragma type_attribute=__interrupt
void semp12(void) // РАЗ МЫ СЮДА ПОПАЛИ ТО ЗНАЧИТ ПРИШЛО
ВРЕМЯ ;)

#define a 6 //2^6=64 //определение постоянной фильтра

//=====определение глобальных переменных
char ser_num;
long Sum_U,Sum_I,Sum_P;
int n;
__eeprom int Pe;
__eeprom char cos_fe;

//----- прерывание от сторожевого таймера -----
#pragma vector=WDT_vect
__interrupt void WDT_interrupt(void)
{
on_led_line1(); // включить светодиод
}

//----- пуск или изменение настроек сторожевого таймера -----
void WDT_Prescaler_Change(void)
{ // по хорошему сначала запрещают прерывания(у нас их просто нет)
__watchdog_reset(); // сброс сторожевого
таймера
WDTCSR |= (1<<WDCE) | (1<<WDE); // старт сторожевого
таймера
WDTCSR = (1<<WDE) | (1<<WDP2) | (1<<WDIE); // настройка на
0.125 сек
} // по хорошему в конце разрешают прерывания(у нас их просто нет)

//----- Останов сторожевого таймера -----
void WDT_stop(void)
{ // по хорошему сначала запрещают
прерывания(у нас их просто нет)
__watchdog_reset(); // сброс сторожевого
таймера
WDTCSR = (1<<WDCE); // стоп сторожевого
таймера
WDTCSR = (1<<WDP0); // настройка на 4
сек
} // по хорошему в конце разрешают
прерывания(у нас их просто нет)

```



```

//=====измерение тока=====
SETBIT (ADMUX, MUX0);          // выбор источника ADC1 (PC1)
SETBIT (ADCSRA, ADSC);        //начало преобразования
while (TSTBIT0 (ADCSRA, ADIF));
Iv=ADC;          //созрание результата преобразования
SETBIT (ADCSRA, ADIF);
//=====измерение напряжения=====
CLRBIT (ADMUX, MUX0);          // выбор источника ADC0 (PC0)
SETBIT (ADCSRA, ADSC);        //начало преобразования
while (TSTBIT0 (ADCSRA, ADIF));
Uv=ADC;          //созрание результата преобразования
SETBIT (ADCSRA, ADIF);
//=====Обработка результатов=====
Si=Si+(Iv-(Si>>a));          //Вычисление среднего
                               //значения тока и напряжения

Su=Su+(Uv-(Su>>a));
i=Iv-(Si>>a);
u=Uv-(Su>>a);
Sum_T=Sum_T+i*i;          //Суммирование отсчетов мгновенных

//значений температуры напряжения и мощности
Sum_U=Sum_U+u*u;
Sum_P=Sum_P+(i*u);
n++;          //Счетчик отсчетов
}
//=====прерывание для UART =====
#pragma vector=USART_RX_vect
__interrupt void semp10(void);
#pragma type_attribute=__interrupt
void semp10(void)
{
char data;
data=UDR0;
if (data=ser_num)
{ }
}
//=====Основная программа=====
int main()
{
char k,z;
int Td,Ud,cosf,Sr_P;
long P,S;
char Sr_cosf;

```

```

n=0;          //Первоначальные значения переменных
SETBIT(DDR,PD0);
//=====Настройка таймера 1
SETBIT(TIMSK1,OCIE1A); // Разрешение прерывания при переполнении таймера
//TCCR1A=BIT(COM1A0);      //выбор режима работы
TCCR1B=BIT(WGM12);
OCR1A=20000;
__enable_interrupt();
TCCR1B|=BIT(CS10); // Запуск таймера и выбор частоты работы

//=====Настройка АЦП
ADCSRA=(BIT(2)|BIT(1)|BIT(7)); //Разрешение ADC, делитель
                                //на 64(время преобразования
                                //104 мкс)
//SETBIT(ADCSRA,ADSC);      //установка непрерывного
                                //преобразования
ADMUX=BIT(6);                //выбор источника опорного
                                //напряжения (питание Vcc)
//=====Настройка UART =====
SETBIT(UCSR0A,RXC0);          //Флаг завершения приема
SETBIT(UCSR0B,RXCIE0);        //Разрешение прерывания по завершению
приема
SETBIT(UCSR0B,RXEN0);         //Разрешение работы приемника
SETBIT(UCSR0B,TXEN0);         //Разрешение передачи
SETBIT(UCSR0C,USBS0);         //Включение 2 стоп-битов
SETBIT(UCSR0C,UCSZ01);
SETBIT(UCSR0C,UCSZ00);        //Разрядность посылки 8 бит
UBRR0=12;                      //Скорость передачи 76,8 kbit

for (;;) {
    if (n>=4096) {
        n=0;
        k++;
        Sum_T=Sum_T>>12;
        Sum_U=Sum_U>>12;
        P=Sum_P>>12;

        Td=(long) sqrt((double) Sum_I);
        Ud=(long) sqrt((double) Sum_U);
        S=Id*Ud;
        if (S!=0)
            cosf=(float) P/(float) S;
        (char) cos_f=cos_f<<8;
    }
}

```

```
Sr_P=Sr_P+P;  
Sr_cosf=Sr_cosf+cos_f  
};  
if (k==176){  
k=0;  
// пересылка в EEPROM  
};  
};  
}
```