МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет	*Кафедра*
Вычислительной техники	Вычислительная техника

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

на тему

Система контроля коэффициента поглощения тонированных стёкол

Студент _____ (подпись, дата) Селиванов Артем Сергеевич

Руководитель _____ (подпись, дата) Федюнин Р.Н

Нормоконтролёр 17.05.18 (подпись, дата) Кучин А.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 25 мая 2018г. № 38-09-12)

Заведующий кафедрой _____ (подпись) Пащенко Д.В.

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГАК от 28.06.18 № 14)

Секретарь ГАК _____ (подпись) Гурин Е.И.

Пенза 2018

высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет	*Кафедра*
Вычислительной техники	Вычислительная техника

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
Д.В. Пащенко
«__» _____ 2018г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

БАКАЛАВРА

1. Студент Селиванов Артем Сергеевич гр. 14ВВ1 факультета вычислительной техники.

2.Тема работы: «Система контроля коэффициента поглощения тонированных стекол».

Тема утверждена приказом ПГУ № 398а/о от "03" мая 2018 г.

3. Руководитель работы, доцент каф. ВТ ПГУ Федюнин Р.Н.

4. Задание на работу

Назначение: Система предназначена для измерения коэффициента поглощения тонированных стекол

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав системы, разработать структурную схему системы, осуществить

выбор элементной базы, разработать принципиальную с
работы системы. Предусмотреть два режима работы сист
калибровки. Устранить влияние паразитной подсветки
измерения.

выбор элементной базы, разработать принципиальную схему си
также составить перечень элементов, разработать алгоритм работы си
последующим написанием программы.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	10	09.05.18	
2.	Выбор пути решения проблемы	10	16.05.18	
3.	Проектирование структурной схемы и алгоритма работы системы	20	16.05.18	
4.	Описание алгоритма работы системы	10	23.05.18	
5.	Проектирование принципиальной схемы системы	10	23.05.18	
6.	Выбор микроконтроллера	10	31.05.18	
7.	Описание работы системы по принципиальной схеме	30	06.06.18	

Дата выдачи задания "3" марта 2018 г.

Руководитель бакалаврской работы _____ Федюнин Р.Н
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент _____ Селиванов А.С.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить _____ Фионова Л.Р.
Декан факультета
(подпись, дата) 14.06.2018

Отчет о проверке

ВКР доцент Федюнин Р.Н

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 56 листов, 12 рисунков, 7 источников, 2 приложения.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ТОНИРОВАННЫХ СТЕКОЛ.

Цель работы – разработать систему контроля коэффициента поглощения тонированных стекол.

Объектом разработки является система, обеспечивающий измерения коэффициента поглощения стекла, в том числе производится расчет погрешности постороннего света при помощи формулы, попадающего на ОПТОПАРУ в процессе работы, а также должно быть реализовано питание данного устройства.

В результате проведенной работы разработан проект, удовлетворяющий поставленной задаче, а именно, создана система, в состав которой вошел контроллер фирмы PIC и разработан соответствующий алгоритм, реализующий расчет стороннего света для увеличения точности по формуле.

Данное устройство рекомендуется использовать для измерения затемненных стекол. Устройство может быть внедрено в государственные органы, а именно сотрудникам дорожно-патрульной службе, где требуется измерения на процент прохождения света через стекло.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ 8

1.1 Сбор материала по теме 8

1.2Недостатки существующих систем 14

1.3 Выбор пути решения проблемы 15

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ 15

2.1 Компоненты системы 15

2.2 Описание функционирования системы по структурной схеме 17

2.3 Определение функционального состава системы 18

2.4 Описание алгоритма работы системы 20

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ .. 27

3.1 Микроконтроллер 27

3.2 Структурная схема контроллера 31

3.3 Аналого-цифровой преобразователь 33

3.4 Индикация 36

3.5 Выбор пары «источника света-фотоприёмник» 40

3.6 Кавиатура и звукоизлучатель 41

3.7 Описание работы системы по принципиальной схеме 46

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ 50

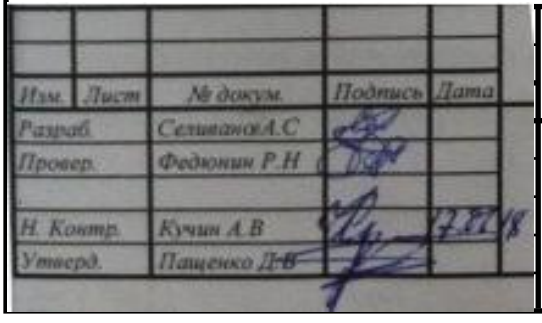
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 51

ПРИЛОЖЕНИЕ В СХЕМЫ 52

Приложение В.1 Алгоритм работы системы 53

Приложение В.2 Принципиальная схема 54

Приложение С Презентация 56



ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время люди настолько привыкли к автомобилям которые проезжают мимо, что уже и не замечают проехал он тонированный или был прозрачен как «аквариум». А ведь не так давно, примерно 20 лет назад тонировка была настоящей экзотикой, да и на всем сказывался дефицит, когда не то что произвести замер светопропускаемости, а обычное стекло для авто «достать» было весьма непростой задачей. С большим подозрением в то время сотрудники ГАИ относились к транспорту с затемненными стеклами, они больше привлекали к себе внимания нежели «прозрачная» на вид машина, так как в них попросту не было видно, что происходит внутри. С абсолютно темными в автомобиле стеклами внутри могло происходить что угодно: употребление наркотических средств, распитие спиртного за рулем (что было запрещено), перевозка запрещенных предметов и тд. Представим на секунду, что все водители будут ездить с темными стеклами и даже становится жутко, особенно в темное время суток, мы попросту не будем видеть, что происходит внутри. Так же вполне возможно, что водитель может оказаться опасным разыскиваемым преступником.

Поэтому первый закон о тонировке был введен практически сразу с ее появлением. Возникает вопрос о пределах допустимых норм света которое должно пропускать стекло? Вот тут и пригодится измеритель светопропускания стекол, который поможет сотрудникам ГБДД доказать нарушителям что пленка на его автомобиле не соответствует допустимому ГОСТУ.

Прибор предназначен для определения светопропускания стекол тонированных и затемненных различного назначения, в том числе и установленных на автотранспортных средствах.

Этот прибор значительно упростить задачу сотрудникам ДПС и поможет бороться с нарушителями.

1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Сбор материала по теме

В данном разделе мы рассмотрим готовые измерительные приборы и возможные варианты их компановки.

Для начала стоит разобраться, что такое измеритель светопропускания.

Измеритель светопропускания - предназначен для измерения светового коэффициента пропускания стекол автомобиля.

Измеритель светопропускания стекол «Тоник».

Рисунок 1. Внешний вид прибора «Тоник».

1. Назначение

Прибор предназначен для определения светопропускания стекол тонированных и затемненных различного назначения.

2. Условия эксплуатации прибора:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до 40°С;
- относительная влажность до 95% при 30°С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

3. Технические характеристики:

- диапазон измерения светопропускания, %	4÷100
- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, %	±2,0
- толщина тестируемого стекла, мм	до 20
- напряжение питания, В	3,6
- аккумуляторная батарея Li-ion	
- потребляемый ток, мА, не более	160

4. Устройство и работа

Принцип определения светопропускания стекол основан на измерении в относительных единицах величины светового потока, пропускаемого стеклом, относительно общего падающего светового потока.

Спектральная чувствительность фотоприемника прибора имеет характеристику, соответствующую кривой чувствительности глаза в диапазоне 400÷750 нм с максимальным пропусканием на длине волны λ_{max}= 560±10нм.

Функциональная схема прибора, поясняющая принцип действия, приведена на рис.1.

Световой поток осветителя поступает на поверхность

фотоприемника сквозь тестируемое стекло или без него в зависимости от режима работы. Сигнал фотоприемника через усилитель поступает на аналоговый вход микроконтроллера. Микроконтроллер выполняет обработку сигналов и управление работой прибора в соответствии с программой, записанной в ПЗУ.

Осветитель подключается к узлу управления, который связан с микроконтроллером и преобразователем питания.

Результаты измерений и сопроводительная информация отображаются на 4-х разрядном цифровом индикаторе и сопровождаются звуковой сигнализацией при значениях светопропускания ниже порога, установленного Пользователем.

Прибор питается от автономного аккумулятора, установленного в корпусе. Уровень заряда аккумулятора отображается на индикаторе прибора.

Алгоритм определения светопропускания стекла прибором предусматривает две основных операции:

калибровка уровня 100% с измерением исходного светового потока Фо при просвечивании чистого воздуха между осветителем и фотоприемником;

измерение светового потока Фх, ослабленного тестируемым стеклом, установленным между осветителем и фотоприемником, с вычислением относительного

светопропускания тестируемого стекла τ в процентах падающего светового потока по формуле:

$\tau,\% = Фx / Фo * 100.[1]$

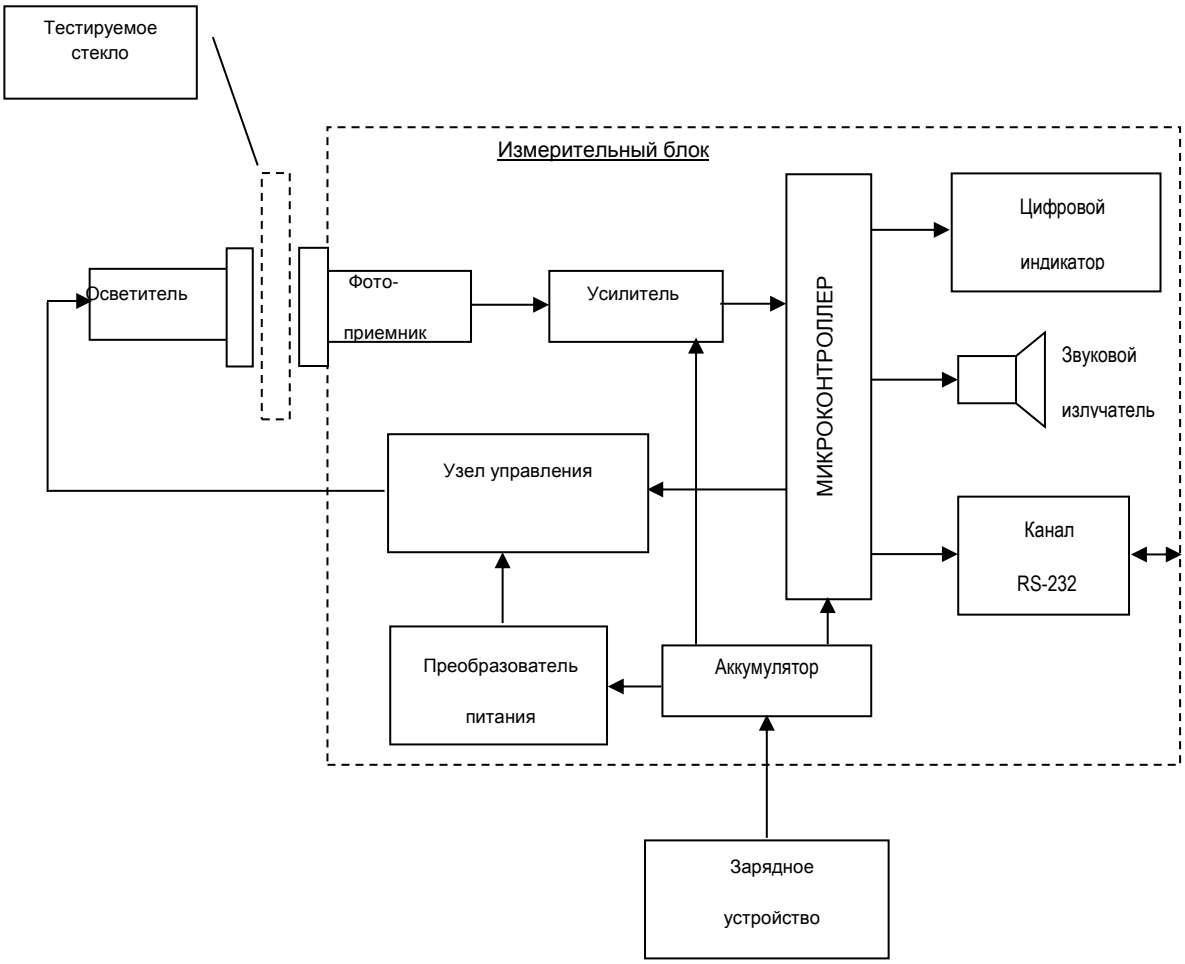


Рисунок 2. Функциональная схема прибора.

Измеритель светового коэффициента пропускания автомобильных стекол «Свет».

Рисунок 3. Внешний вид прибора «Свет».

Принципа действия измерителя светового коэффициента пропускания автомобильных стекол "Свет"

Описание и работа:

1. Назначение прибора Прибор предназначен для измерения светового коэффициента пропускания автомобильных стекол толщиной от 3 до 6 мм в диапазоне волн 380-780 нм.

N п\п	Наименование параметров	Данные по ТУ
1	Диапазон измерений светового коэффициен- та пропускания, %	1 – 99
2	Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений светового коэффи- циента пропускания, %	±2
3	Толщина измеряемых стекол, мм	3-6
4	Напряжение питания прибора, В	10,5-14,5
5	Потребляемая мощность во время измере- ния, Вт, не более	3,6

2. Устройство и работа прибора.

Прибор представляет собой носимый комплект с питанием от штатного аккумулятора или от аккумулятора автомобиля через прикуриватель. Приемником излучения служит фотодиод ФД 263-01, перед которым установлен светофильтр СЗС-21, корректирующий диапазон спектральной чувствительности фотоприемника в видимой области спектра. Измеренная величина светового коэффициента пропускания выводится на цифровой индикатор. Прибор содержит схему индикации разряда

аккумулятора. При снижении напряжения на аккумуляторе до величины 10,5 В световой индикатор начинает мигать с частотой 1-2 Гц.

3. Эксплуатационные ограничения

- прибор обеспечивает работоспособность:
- при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 40 °С;
- при относительной влажности до 98% при температуре 25 °С;
- после воздействия синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 15
- до 35 Гц с ускорением виброперемещения 9,8 м\с2 (1g);
- при питании от источника постоянного тока напряжением от 10,5 до 14,5 В.

1.2 Недостатки существующих систем

Современный рынок предлагает множество приборов различной марки.

Стоит разобраться в недостатках используемых систем и разработать систему с более точным коэффициентом измерения. В процессе использования вызывает неудобство фазирование элементов прибора. Осветитель и фотоприемник при измерении стекол занимают положение направленное друг на друга поскольку находятся по разные стороны измеряемого стекла, так же прибор не исключают попадание стороннего света между осветителем и фотоприемником именно это значительно снижает точность при измерении.

1.3 Выбор пути решения проблемы

В процессе анализа предметной области в имеющихся системах были выявлены следующие недостатки.

Решение проблем:

Исключим фазирование при помощи зеркала и оптопары.

Светодиод находящейся в одном корпусе с фоторезистором позволяет увеличить эффективность прибора. Зеркало, установленное с внешней стороны измеряемого стекла будет отражать излучаемый от светодиода свет находящейся с внутренний стороны, фоторезистор установленный так же с внутренней стороны будет принимать отраженный свет. Это огромное преимущество к точности за счет двойного прохождения света через стекло.

Следует учесть погрешность проникновение внешнего света и произвести расчет по формуле, результат данного вычисления позволит снизить отметку попадания внешнего света на датчик к минимальному порогу.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И АЛГОРИТМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ

2.1 Компоненты системы

Исходя из выше рассмотренного, измеритель состоит из следующих компонентов: светодиод, фоторезистор, усилитель, клавиатура, микроконтроллер, динамик и индикатор.

Стоит по порядку разобрать все компоненты и перейти непосредственно к их выбору.

Оптопара

Светодиод и фоторезистор не вызывает трудностей при покупке, его можно купить в любом магазине, простота в использовании, являются не дорогими. Оптический фотоэлектрический инфракрасный датчик с транзисторным выходом, значительно упрощает задачу тем, что уже имеется корпус, разделенный между элементами стенкой.

Такие оптопары используются в роботизированных устройствах, которые позволяют двигаться вдоль линий и контуров за счет отражения света от этих линий.

Контроллер

Что бы организовать работу системы измерения в полной мере необходимо связать оптический фотоэлектрический инфракрасный датчик TCRT5000L с остальными компонентами устройства. Существует множество видов контроллеров предлагаемые на современном рынке.

Рассмотрим контроллер PIC16F876(peripheral interface controller) производимый компанией Microchip Technology Inc. PIC16 имеют низкую цену и достаточно развитую аналоговую периферию, что и обеспечивает их популярность. При этом модели могут выпускаться в корпусах с количеством ножек от 18 до 40. Это позволяет делать более сложные системы, чем возможно на вышеприведенном примере.

Индикатор

Модули индикации предназначены для вывода информации в удобном для человека виде: в виде символов или графиков, рисунков.

По принципу работы индикаторы делят на светодиодные, электролюминесцентные, жидкокристаллические и индикаторы, выполненные по технологии OLED (Organic Light-Emitting Diode –

органические светоизлучающие диоды). В данной работе будет использоваться для вывода десятичных цифр 7-сегментный 4-разрядный индикатор (CA56-12GWA). Цена на рынке таких индикаторов больших различий не имеет.

2.2 Описание функционирования системы по структурной схеме

Структурная схема системы представлена на рисунке 4 и на чертеже.

Система содержит оптопару, усилитель, контролер, кнопки SB1, SB2, цифровой индикатор, динамик.

Система работает следующим образом, при постановке зеркала с одной стороны стекла, для которого необходимы измерить коэффициенты пропускания и оптопары с другой стороны оператор нажимает на кнопку SB1 и тем самым запускает работу системы. Естественно до этого включен источник питания так что система готова к использованию. После нажатия на кнопку система осуществляет управление светодиодом и пропускает через усилитель на аналого-цифровой преобразователь контролера сигнал с фотодиода этот сигнал преобразуется контролером в цифровой, обрабатывается и готовый результат выдается на индикацию. В процессе обработки осуществляется сравнение измеренной величины коэффициента пропускания стекла с ограниченным значением. И если коэффициент поглощения больше допустимой величины, то динамик подает звуковой сигнал, который по длительности составляет 2-3сек. Таким образом работает система в случае нажатия на кнопку SB2 система переводится в режим калибровки и для этого предусмотрена определенная процедура калибровки. Следует отметить что управление оптопарой реализуется по определенному алгоритму, который позволяет практически исключить помехи за счет

внешнего источника света, который естественно может воздействовать на стекло одновременно со светодиодом системы.

2.3 Определение функционального состава системы

С учетом пути решения проблемы можно определить основные блоки, которые будут использоваться в системе. Зеркало, которое будет использоваться для отражения сигнала светодиода и для двойного прохождение через анализируемое стекло при достижение фотоприемника, то есть фотодиода. Оптопара, светодиод фотодиод который позволяет, располагаясь с одной стороны стекла, реализовать выбранный путь решения проблемы. Естественно должен быть контроллер, осуществляющий не только управление светодиодом, но и прием аналогового сигнала с фотодиода, обработку этого сигнала и управление всеми другими блоками системы. Непременно должна присутствовать индикация коэффициента пропускания стекла которая будет содержать как минимум 3 или 4 десятичных разряда. Также в системе должен быть использован источник звукового сигнала, чтобы предупредить оператора о том, что коэффициент поглощения стекла больше чем минимальная допустимая величина. Естественно для запуска прибора нужно иметь клавиатуру, которая должна входить в состав системы, блок питания должен позволить обеспечить долговременную работу системы и должен быть приспособлен к использованию аккумуляторов автомобиля если внутренний аккумулятор оказывается разряжен и к использованию простого способа зарядки аккумулятора.

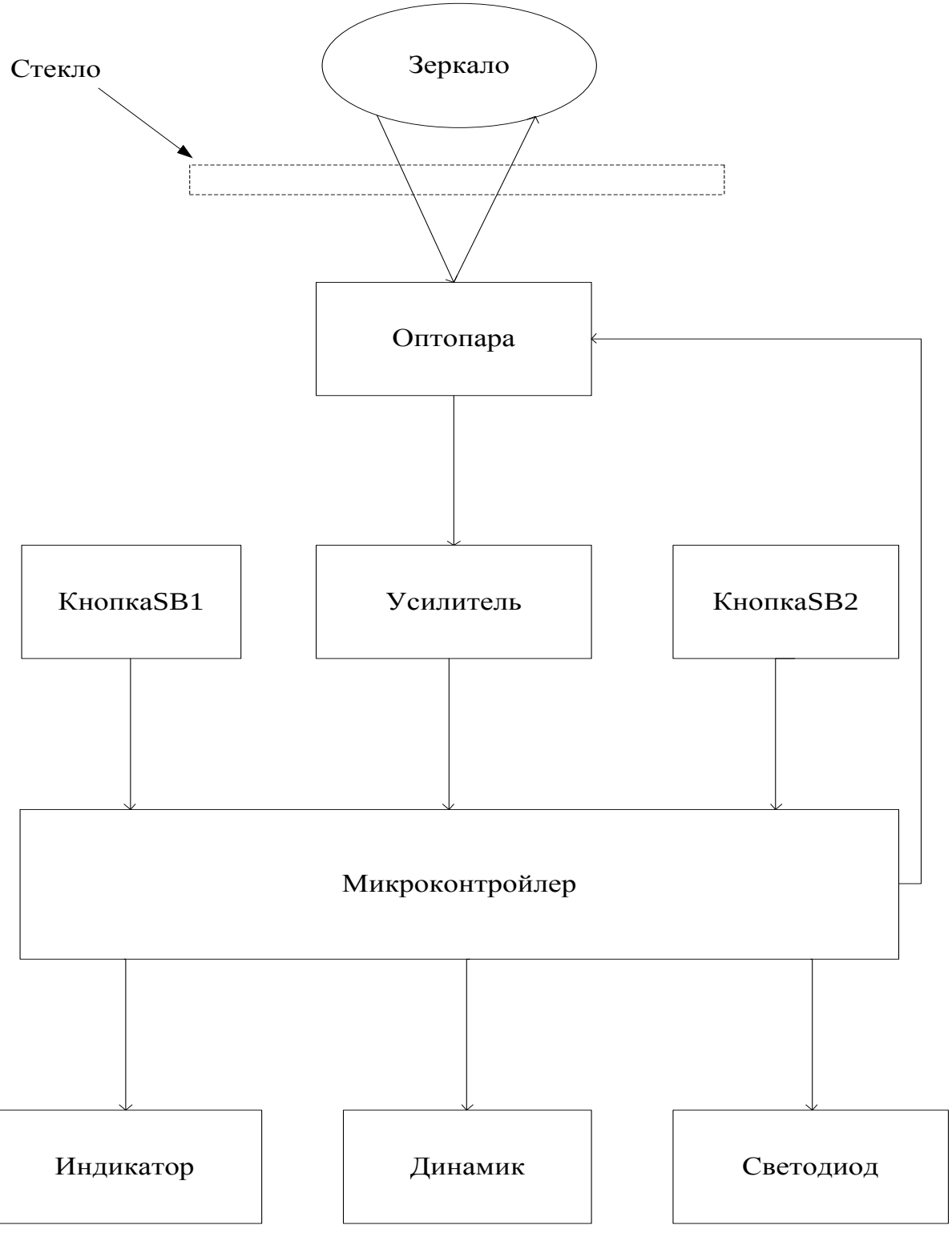


Рисунок 4. Структурная схема.

2.4 Описание алгоритма работы системы

Алгоритм работы системы предлагается на рисунке 5 и в виде схемы программы на чертеже (приложение В1). Для построения алгоритма вводятся некоторые условности, которые будут использованы в описании. “T1” и “T2” это триггеры-флаги которые определяют процедуру калибровки системы, “SB1” и “SB2” кнопки которые будут использоваться для управления работой системой. “M1” и “M2” это масштабные коэффициенты, которые определяются в процессе калибровки, “A” - это текущее значение результата измерения, которое выводится на индикацию. “ИНД” это индикатор который принимает результаты измерения. При обработке текущего измерения используется формула, в которой текущий результат, формируемый аналого-цифровым преобразователем определен как “N” большое в результате формулы A=100*N/(M1-M2). В процессе калибровки используются промежуточные результаты измерения, которые определяются величинами “N1” и “N2”. Это общее описание компонентов, которые используются в алгоритме.

Работа системы начинается с определения подачи питания на прибор что демонстрируется вершинами 1,2 и 3 т.е начало определения наличия питания, и если питание нет. Если питание подано, то система задает значение триггера-флага T1 = 0 и T2 = 0 (3). Кроме того, на индикацию в этом случае при включении питания выводится величина последнего измерения, которое было проведено до выключения питания перед этим. Вершина 4, затем система оказывается в ожидании при нажатии на какую-либо из кнопок. Алгоритм предусматривает два режима работы, режим текущего измерения с выводом информации результата измерения на индикацию и одновременно с определение превышения коэффициента поглощения максимально допустимой величины, которая обозначается как “A” максимальная. Второе - это режим калибровки при котором

предполагается выполнение процедуры измерения при максимальной проходимости света что соответствует 100% и минимального прохождения света что соответствует полному поглощению света стеклом. Опишем поведение системы в обоих случаях. Если прибор откалиброван и готов к работе. что обычно справедливо. достаточно нажать на кнопку SB1 и прибор начинает процедуру измерения. Если SB1 нажата, то система выполняет следующие действия: производит измерения текущего значения сигнала с фотодиода и обрабатывает результат в соответствии с формулой которая позволяет рассчитать коэффициент поглощения или прохождения света в данном случае. Этот результат подвергается преобразованию в двоично десятичном представлении с выводом на индикацию, которая помечена как “Инд = A” и с другой стороны результат измерения сравнивается с минимальным допустимым коэффициентом прохождения света “A” минимальное вершина 5. Если коэффициент поглощения слишком велик и меньше допустимой величины, то разрешается подача звукового сигнала (вершина 12). Если коэффициент поглощения допустим, то подача звукового сигнала исключена, производится возврат к опросу клавиш “SB1”, “SB2”. Как выполняется процедура калибровки прибора?

Если оператор собирается выполнить калибровку, то в этом случае он выполняет нажатие на кнопку “SB2”, если “SB2” нажата прибор выводит на индикацию число 100, которое подчеркивает, что в этом случае оператору необходимо выполнить действие при которых коэффициент поглощения равен нулю т.е весь свет проходит без всякого поглощения. Это достигается использованием чистого стекла необходимой толщины или же использованием воздушной прослойки толщиной близкой к идеальному стеклу. После того как прибор выведет число 100 производится опрос клавиш “SB1”, “SB2”. Если оператор предполагает начать калибровку, то в этом случае он нажимает клавишу “SB1”, это вызывает процедуру измерения

уровня сигнала со фотодиода, то есть к моменту нажатия на эту клавишу оператор должен создать необходимые условия. После нажатия на эту кнопку прибор выполняет процедуру измерения и запоминает результат измерения в виде кода “N1” и опять возвращается к процедуре опроса клавиши “SB2”. Если оператор в этом случае ошибочно нажмет клавишу “SB1” вместо “SB2” алгоритм работы системы не будет нарушен, процедура измерения повторится еще раз, в ожидании нажатия “SB2”. Следует заметить после нажатия на “SB1” перед процедурой измерения система устанавливает триггер-флаг T1 = 1. Система готова к следующему этапу работы, для этого необходимо нажать на кнопку “SB2”. При этом система формирует на индикации код ноль, что соответствует минимальному значению прохождения света через стекло и система зависает в ожидании нажатия на кнопку “SB1”. Оператор нажимает на кнопку “SB1”, устанавливается триггер-флаг “T2 = 1” выполняется процедура измерения и формируется код “N2”. После этого система возвращается к опросу состояния кнопки “SB2” и “SB1”, если оператор выполнит повторное нажатие на кнопку “SB1” это не нарушит логику работы системы, просто процедура измерения повторится при минимальном коэффициенте прохождения света. Если оператор нажмет на кнопку “SB2”, то в этом случае произойдет процедура изменения масштабных коэффициентов “M1”, “M2”. Реализуется это следующим образом, опрашивается состояние триггера-флага “T1” и если триггер-флаг равен нулю это значит что процедура калибровки выполнена с ошибкой, результаты измерений “N1” и “N2” не фиксируются, система сохраняет предыдущие коэффициенты “M1” и “M2”. Если же “T1 = 1” система опрашивает состояние триггера-флага “T2” и если он в нуле, значит запоминать результаты выполненных измерений при калибровке ненужно. Калибровка не прошла и надо прекратить процесс калибровки. Система возвращает исходное состояние, когда можно повторить измерения с

предыдущеми значениями масштабных коэффициентов “M1” и “M2” или же заново повторить процедуру калибровки. Если “T1” и “T2” в еденице, то система производит запись результатов калибровки вместо предыдущих значений масштабных коэффициентов “M1” и “M2”, то есть “M1” присваивается значение “N1”, M2 присваивается значение “N2”. Затем триггеры-флаги приводятся в нулевое состояние, и система возвращается в самое начало, когда на индикации появляется результат предыдущего измерения система готова к дальнейшей работе. Следует заметить, что при выполнении процедуры калибровки могут быть ошибочное нажатие оператором кнопок. То есть после нажатия “SB2” оператор что бы выполнить калибровку должен нажать на клавишу “SB1”, если же он не нажимает на “SB1”, а повторно нажимает клавишу “SB2” то система обнаруживает ошибки оператора и исправляет их не фиксируя результаты калибровки в этом случае. Все предыдущие масштабные коэффициенты сохраняются и система готова к использованию в рабочем режиме.

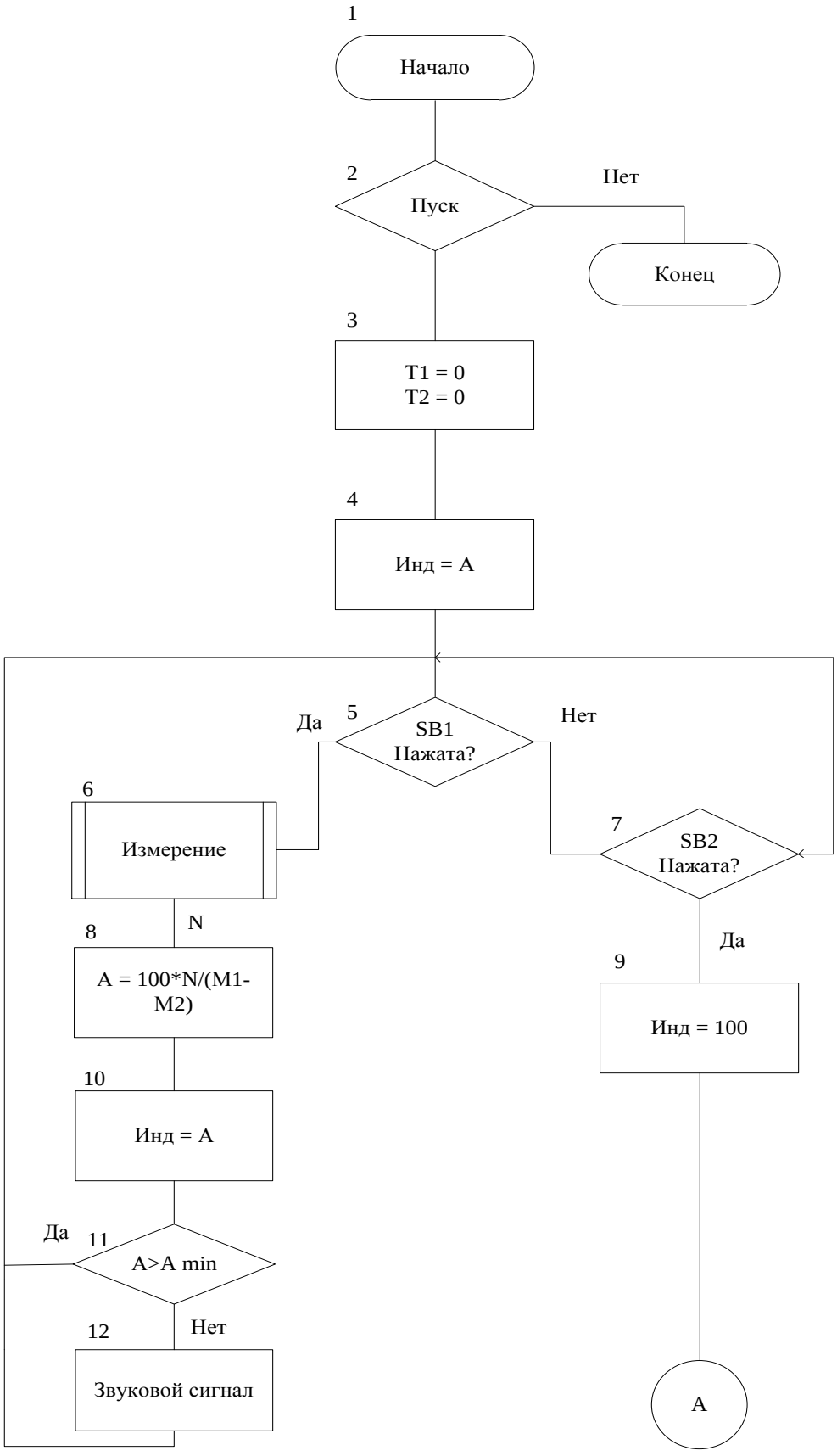


Рисунок 5. Первый лист.

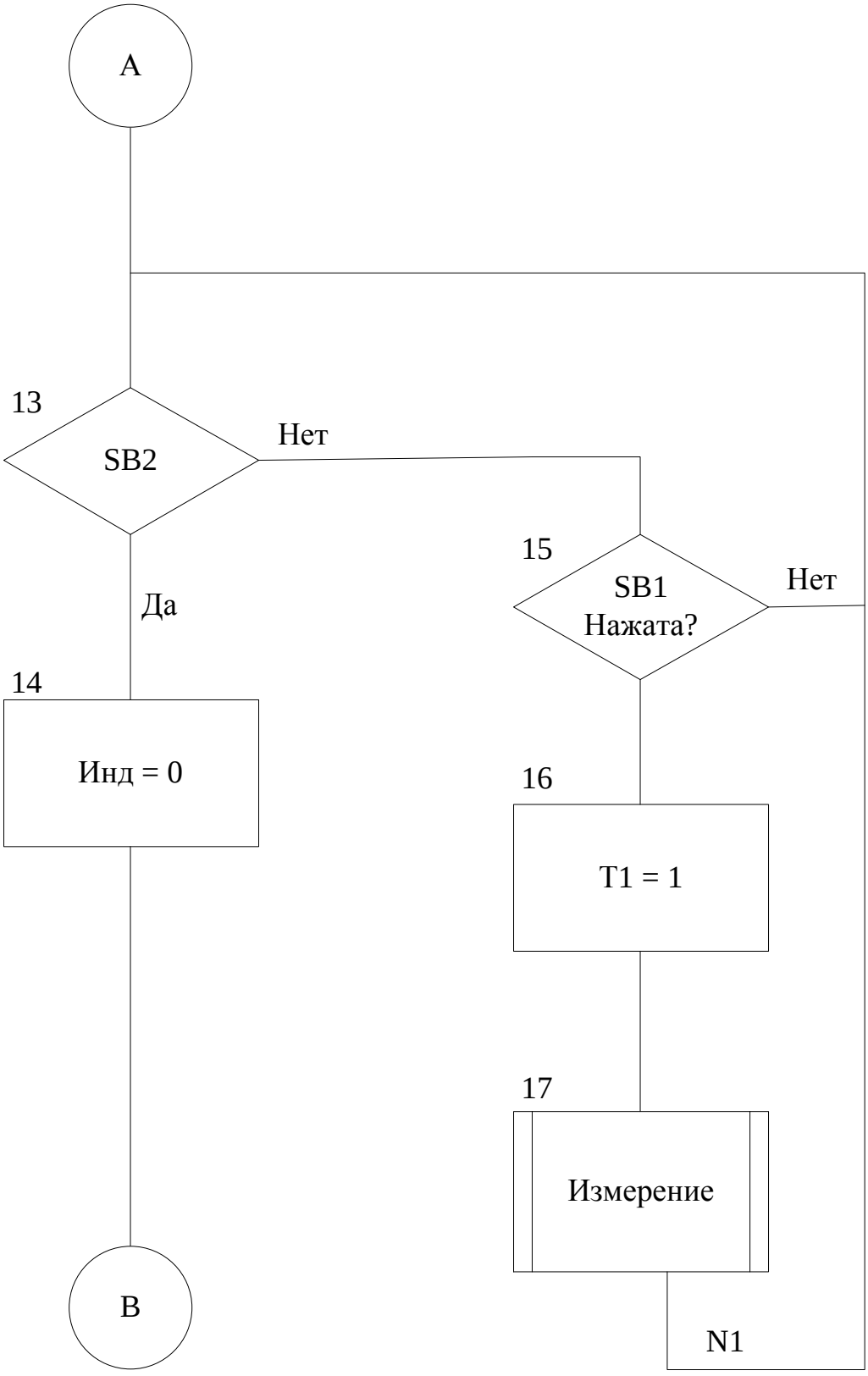


Рисунок 5. Второй лист (продолжение).

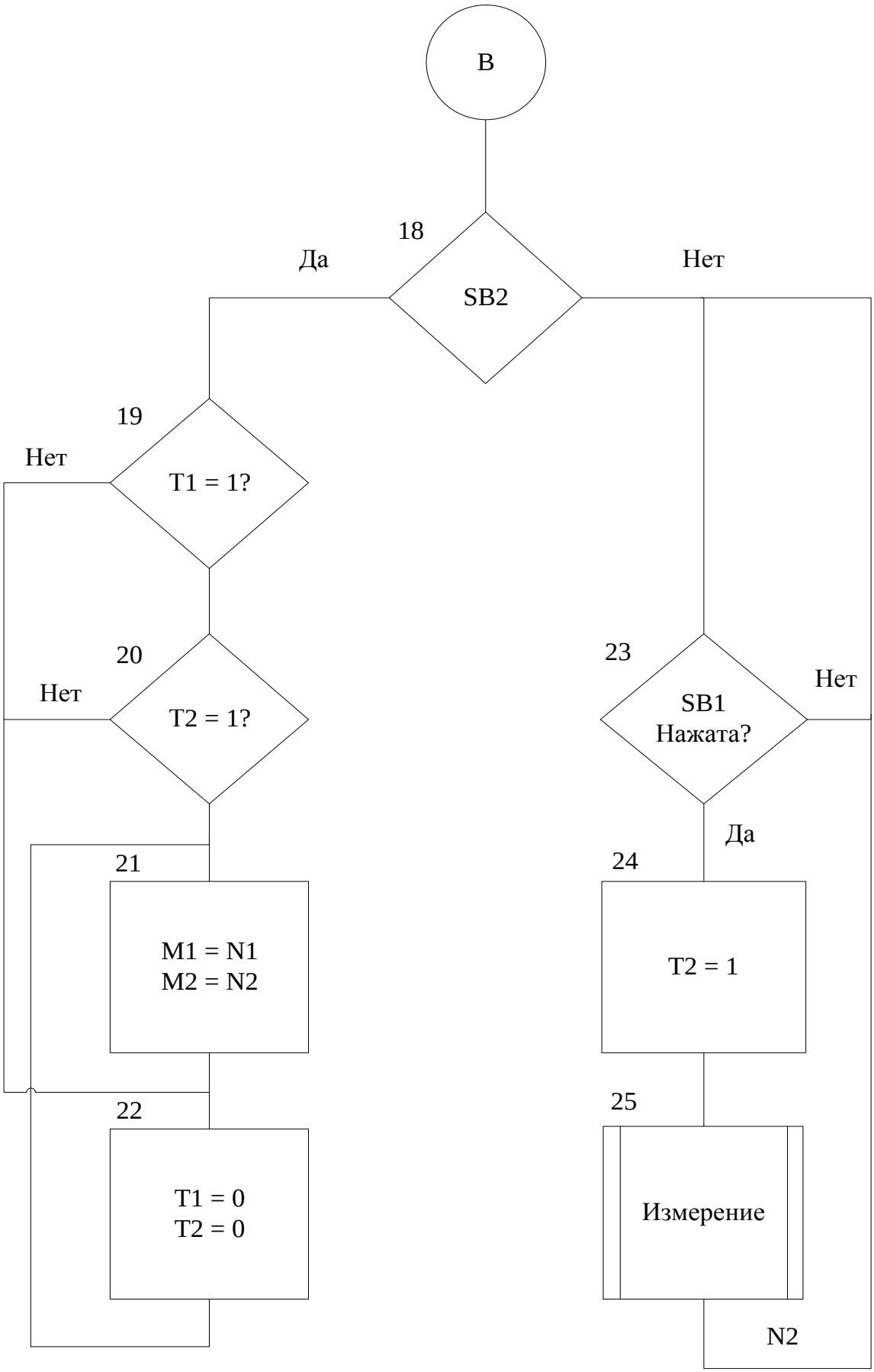


Рисунок 5. Третий лист (продолжение).

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ

3.1 Микроконтроллер

Микроконтроллер - это специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами.

Анализируя современный рынок микроконтроллеров, можно отметить модели фирмы PIC. Прообразом контроллеров семейства PIC с RISC – архитектурой послужил периферийный контроллер (Peripheral Interface Controller — PIC), разработанный в 1975 году отделением компании General Instrument Microelectronics Inc для поддержки ввода–вывода 16–разрядного процессора.

Особенность контроллера является использование Гарвардской архитектуры, основанной на разделении шин и областей памяти для данных и команд.

Характеристики выбранного микроконтроллера PIC16F876:

1) PIC16F1xxx— базовая версия.
2) Номер (12F, 14F и 16F) обозначает разрядность команд.
3) Диапазон температур (°C) от -40 до 85
4) ATxxx-xU — индустриальный температурный диапазон (-40 °C — +85 °C).

Наиболее современное старшее подсемейство имеет 16-ти разрядные слова команд, которые используются не только для дальнейшего расширения адресного пространства, но также и для увеличения набора команд. Таким образом, микроконтроллер выполнен по технологии CMOS

К достоинству микроконтроллера стоит отнести:

- совместимость, проявляющуюся в том, что программы для микроконтроллеров более ранних семейств PIC16C5X и PIC16CXX могут быть без каких-либо проблем перенесены на семейство устройств PIC17CXX;
- Максимальная тактовая частота — 20МГц.
- Флэш-память программ — 512-8K
- Кол-во банков памяти программ — 4.
- Память данных — 368.
- Кол-во банков памяти данных — 4.
- EEROM — 256.
- Модуль таймеров — 3-16 bit, 1-8 bit, WDT.
- Кол-во АЦП — 5(10 bit).
- Векторы прерываний — 1.
- Модуль ШИМ, 10 бит — 1.
- Serial I/O — USART, MI2C/SPI
- Широкий диапазон напряжений питания (2…6 В)
- Наличие таймера–счетчика с программируемым предварительным делителем, сторожевого таймера с встроенным R C–генератором.
- Таймера–счетчика реального времени — TM R 0.
- Регистра состояния — STATUS.
- Регистра косвенной адресации — FSR.
- АЦП 10 разрядное, 5 канальное [2].

14 портов вывода:

- OSC1 — вход для подключения кварцевого резонатора, либо RC-цепочки, либо вход для внешнего тактового генератора.

- OSC2 — выход для подключения кварцевого резонатора в режиме работы с кварцем, в режиме RC-генератора на выходе присутствуют импульсы с частотой 1/4 от OSC1.
- MCLR — Вход сброса микроконтроллера или вход напряжения программирования. Сброс микроконтроллера происходит при низком логическом уровне на входе.
- RA0 — может быть настроен как аналоговый канал 0.
- RA1 — может быть настроен как аналоговый канал 1.
- RA2 — может быть настроен как аналоговый канал 2 или вход отрицательного опорного напряжения.
- RA3 — может быть настроен как аналоговый канал 3 или вход положительного опорного напряжения.
- RA4 — может использоваться в качестве входа внешнего тактового сигнала для TMR0. Выход с открытым стоком.
- RA5 — может быть настроен как аналоговый канал 4 или вход выбора микросхемы в режиме ведомого SPI.
- RB0 — используется в качестве входа внешних прерываний.
- RB1, RB2 — нет особенностей.
- RB3 — используется в качестве входа для режима низковольтного программирования.
- RB4, RB5 — прерывания по изменению уровня входного сигнала.
- RB6 — прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD. Тактовый вход в режиме программирования.
- RB7 — прерывания по изменению уровня входного сигнала или вывод для режима внутрисхемной отладки ICD. Вывод данных в режиме программирования.

- RC0 — выход генератора TMR1 или входа внешнего тактового сигнала для TMR1.
- RC1 — входа генератора для TMR1 или вывода модуля CCP2.
- RC2 — вывода модуля CCP1.
- RC3 — входа/выхода тактового сигнала в режиме SPI и I2C.
- RC4 — входа данных в режиме SPI или входа/выхода данных в режиме I2C.
- RC5 — выхода данных в режиме SPI.
- RC6 — вывода передатчика USART в асинхронном режиме или вывода синхронизации USART в синхронном режиме.
- RC7 — вывода приемника USART в асинхронном режиме или вывода данных USART в синхронном режиме.
- Vss — общий вывод для внутренней логики и портов ввода/вывода
- Vdd — положительное напряжение питания для внутренней логики и портов ввода/вывода.

На сайте разработчика имеется datasheet на данную модель микропроцессора. На рисунке 5 представлен корпус микропроцессора с соответствующей конфигурацией контактов.

- Порт B представляет собой 8- разрядный двунаправленный порт ввода-вывода имеет програмно подключаемые подтягивающие резисторы на входах .
- Порт C представляет собой 8-разрядный двунаправленный порт ввода-вывода.

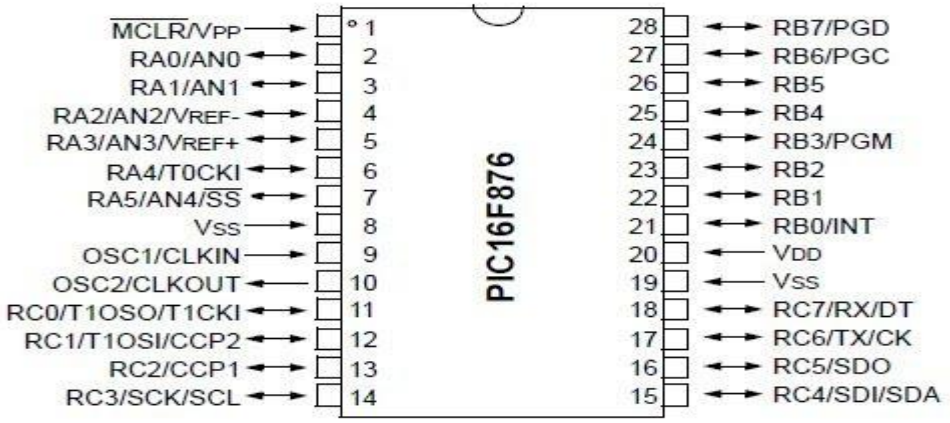


Рисунок 6. Информация о контактах микропроцессора.

3.2 Структурная схема контроллера

Структурная схема контроллера приведена на рисунке 7. Согласно RISC архитектуре, контроллер имеет раздельную память программ и данных. Все периферийные устройства адресуются как регистры памяти данных. Счётчик команд (PC) и регистр статуса (STATUS) также имеют свои адреса и доступны как регистры.

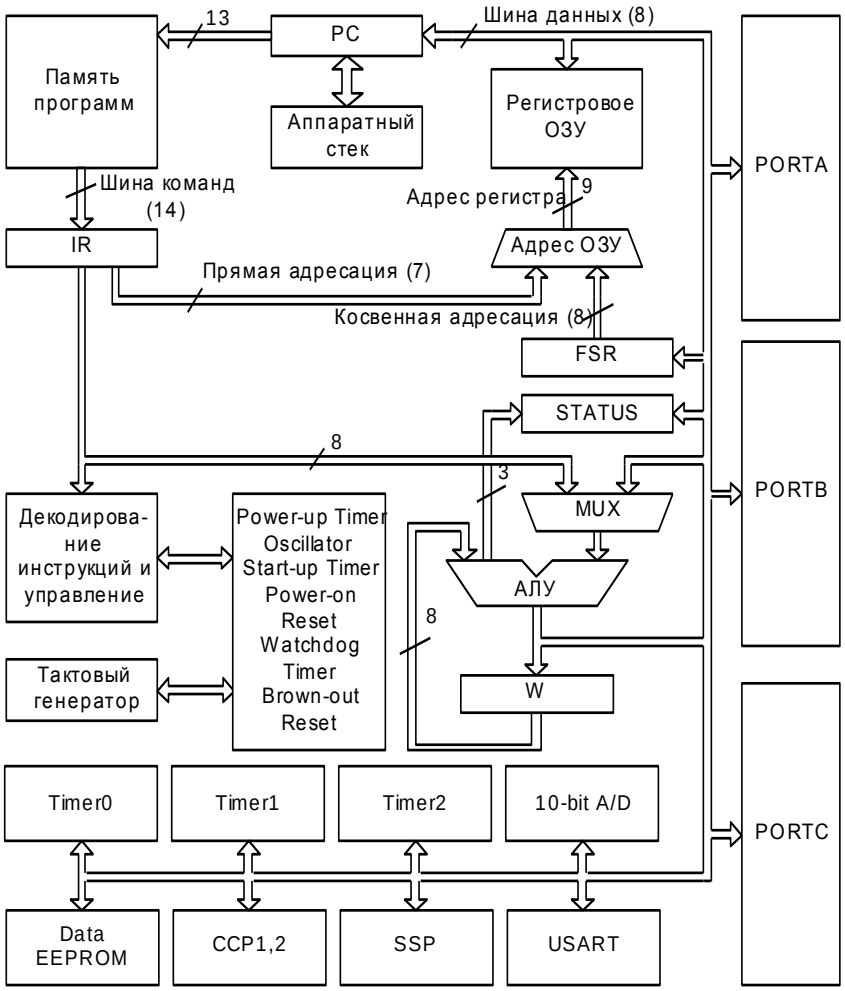


Рисунок 7. Структурная схема микроконтроллера PIC16F876.

Память данных является регистровым файлом, так что любая ячейка доступна как регистр с определенным номером. Так как прямая адресация не дает возможности адресовать всю память данных одновременно, память разбита на четыре блока по 128 байт, причем адреса с 00h по 20h (h-символ шестнадцатеричной системы) всех страниц памяти зарезервированы под управляющие регистры. Номер страницы задается двумя битами в регистре STATUS. Наиболее значимые регистры имеют дубликат во всех страницах памяти. Кроме прямой адресации реализована косвенная адресация с использованием специального регистра косвенного адреса FSR. Кроме того, в адресах 070h:07fh, 0f0h:0ffh, 170h:17fh, 1f0h:1ffh у микроконтроллера PIC16F876 находится общая для всех страниц память данных пользователя, что позволяет определять общие переменные.

3.3 Аналого-цифровой преобразователь

Контроллеры PIC16F87x имеют десятиразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с селектором (аналоговым коммутатором) на входе, позволяющем выбирать один из пяти источников напряжения у 28 ножечных микросхем и один из восьми – у 40 ножечных. Кроме того, имеется возможность задавать верхнее или оба опорные напряжения, определяющие допустимый диапазон изменения входных аналоговых сигналов. После окончания преобразования АЦП вырабатывает прерывание, которое можно запретить в регистре PIE1. Результат преобразования хранится в регистрах ADRESH по адресу 1Eh и ADRESL по адресу 9Eh. Конфигурация АЦП задается регистрами ADCON0 по адресу 1Fh и ADCON1 по адресу 9Fh. Назначение бит регистра ADCON0 приведено в таблице 11. Седьмой бит регистра ADCON1 позволяет выбрать режим выравнивания результата. Если он равен 1, то регистр ADRESH содержит старшие два бита результата, а регистр ADRESL – младшие восемь, а если он равен 0, то регистр ADRESH содержит старшие восемь бит результата, а регистр ADRESL в старших двух битах содержит младшие два бита результата. Младшие четыре бита регистра ADCON1 определяют конфигурацию входов, представленную в таблице 1.

Таблица 1. Конфигурация АЦП в зависимости от регистра ADCON1.

ADCON [3-0]	AN7 RE2	AN6 RE1	AN5 RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	Vr_+	Vr_-	Ch/Rf
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	Vdd	Vss	8/0
0001	A	A	A	A	Vr_+	A	A	A	RA3	Vss	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	Vdd	Vss	5/0
0011	D	D	D	A	Vr_+	A	A	A	RA3	Vss	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	Vdd	Vss	3/0
0101	D	D	D	D	Vr_+	D	A	A	RA3	Vss	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	Vdd	Vss	0/0
1000	A	A	A	A	Vr_+	Vr_-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	Vdd	Vss	6/0
1010	D	D	A	A	Vr_+	A	A	A	RA3	Vss	5/1
1011	D	D	A	A	Vr_+	Vr_-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	Vr_+	Vr_-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	Vr_+	Vr_-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	Vdd	Vss	1/0
1111	D	D	D	D	Vr_+	Vr_-	D	A	RA3	RA2	½

В таблице 1 символами Vr_+ и Vr_- помечены максимальный и минимальный уровни допустимых входных напряжений (опорные уровни). Это соответствует диапазону возможных значений напряжений на аналоговых входах, которые преобразуются в цифровой эквивалент с минимальной

погрешностью. Эти напряжения могут задаваться из внешней среды через контакты порта RA3 и RA2 соответственно или определяются внутри контроллера уровнями питающего напряжения: $Vr_+ = V_{dd}$, $Vr_- = V_{ss}$. Если при этом задать напряжение питания V_{dd} = +5,12В, а V_{ss}=0В, то величина кванта для десятиразрядного АЦП равна:

$$Q = (Vr_+ - Vr_-)/(2^{10})=5мВ.$$

Такая величина кванта удобна для практического применения.

При задании опорных уровней из внешней среды необходимо соблюдать предложенные ниже неравенства:

$$(V_{dd}-2,5В) \le V_{r+} \le (V_{dd}+0,3В);$$

$$(V_{ss}-0,3В) \le V_{r-} \le (V_{r+}-2,0В).$$

Можно заметить, что приопределении опорных уровней должно соблюдаться неравенство: $V_{r+}-V_{r-} \ge 2,0В$. Это гарантирует погрешности АЦП на уровне ±1 единицы младшего разряда.

Непосредственно на входе АЦП имеется запоминающий конденсатор ёмкостью 120пФ, который через сопротивление входного коммутатора каналов (примерно 10кОм) оказывается связан с выбранным в данный момент аналоговым входом. После выбора канала с момента запуска АЦП, который происходит путём установки единицы во втором разряде регистра ADCONO, последовательно выполняются следующие действия:

- Отключение запоминающего конденсатора от аналогового входа;
- Преобразование хранимого конденсатором напряжения в цифровой десятиразрядный эквивалент с использованием принципа поразрядного уравновешивания;

- Запоминание десятиразрядного результата в регистрах ADRESH и ADRESL, сброс второго разряда (GO/DONE) регистра ADCONO в нуль, формирование прерывания, перевод запоминающего конденсатора в режим слежения за входным сигналом.

Минимальное время преобразования равно $12*T_{AD}$, где T_{AD}-период синхронизирующей частоты преобразования.

При определении максимальной частоты входного сигнала, на которой будет гарантироваться определённая точность, необходимо учитывать наличие на входе АЦП интегрирующей цепи с постоянной времени, равной 1,2мкс (120пФ*10кОм). Постоянная времени учитывает ёмкость запоминающего конденсатора и сопротивление аналогового коммутатора [3].

3.4 Индикация

Анализируя разрабатываемую систему, по принципу работы, индикаторы делят на: электролюминесцентные, светодиодные, жидкокристаллические и индикаторы, выполненные по технологии OLED (Organic Light-Emitting Diode – органические светоизлучающие диоды).

Выбор сделан в пользу светодиодного простейшего индикатора ориентированный на вывод символов десятичных цифр или простейших букв, которые могут быть синтезированы с использованием возможностей малосегментной индикации.

Индикатор CA56-12SRWA выпущенный компанией Kingbright Electronic,

которая является известным во всем мире производителем светодиодов LED и принадлежностей. Свою деятельность данная компания начала в 1980 году.

Характеристики выбранного индикатора CA56-12SRWA:

- Дополнительный символ – точка.
- Материал – gap.
- Цвет свечения – зеленый.
- Длина волны – 568 нм.
- Минимальная сила света – 3 Iv мин, мКд.
- Максимальная сила света – 10.5 Iv макс, мКд.
- При токе – 10 Iпр.мА.
- Количество сегментов – 7
- Количество разрядов – 4
- Схема включения – общий анод..
- Высота знака – 14.2 мм.
- Максимальное прямое напряжение – 2.5В.
- Максимальное обратное напряжение – 5А.
- Максимальный прямой ток – 25-30мА.
- Максимальный импульсный прямой ток – 140 мА.
- Рабочая температура – -40…+85С.

На рисунке 7 представлена принципиальная схема индикатора.

- Разряды индикатора – D1-D4.
- Сегменты индикатора – A,B,C,D,E,F,G.
- Точка – DP.

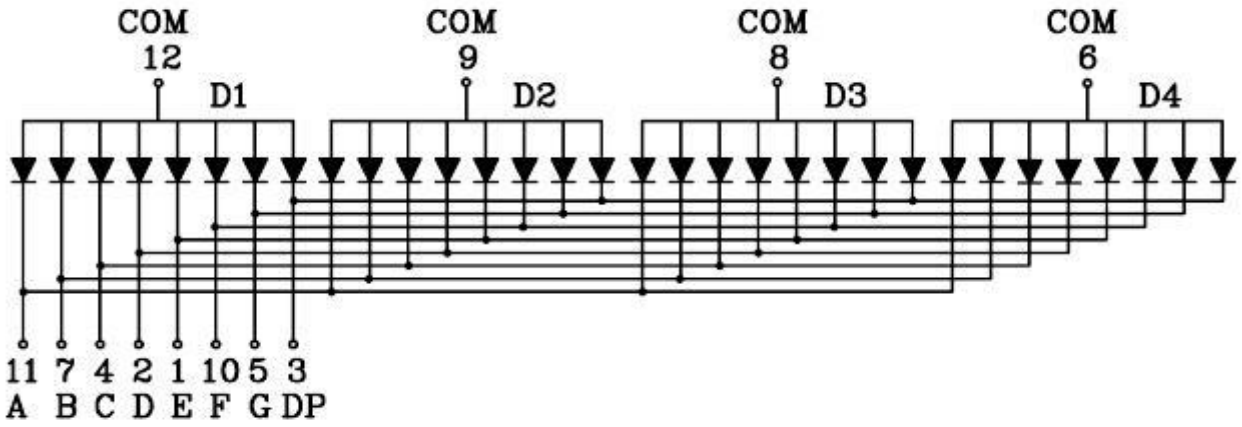


Рисунок 8. Схема электрическая принципиальная

(общий анод).

Габаритные размеры индикатора CA56-12SRWA.

- Высота индикатора – 19мм.
- Длина индикатора – 50мм.
- Ширина индикатора – 8мм.
- Высота разряда составляет – 14.2мм
- Ширина разряда составляет – 8.1мм.
- Угол наклона разрядов – 8.
- Диаметр точки – 1.6мм.
- Расстояние между контактами – 15.24мм [4].

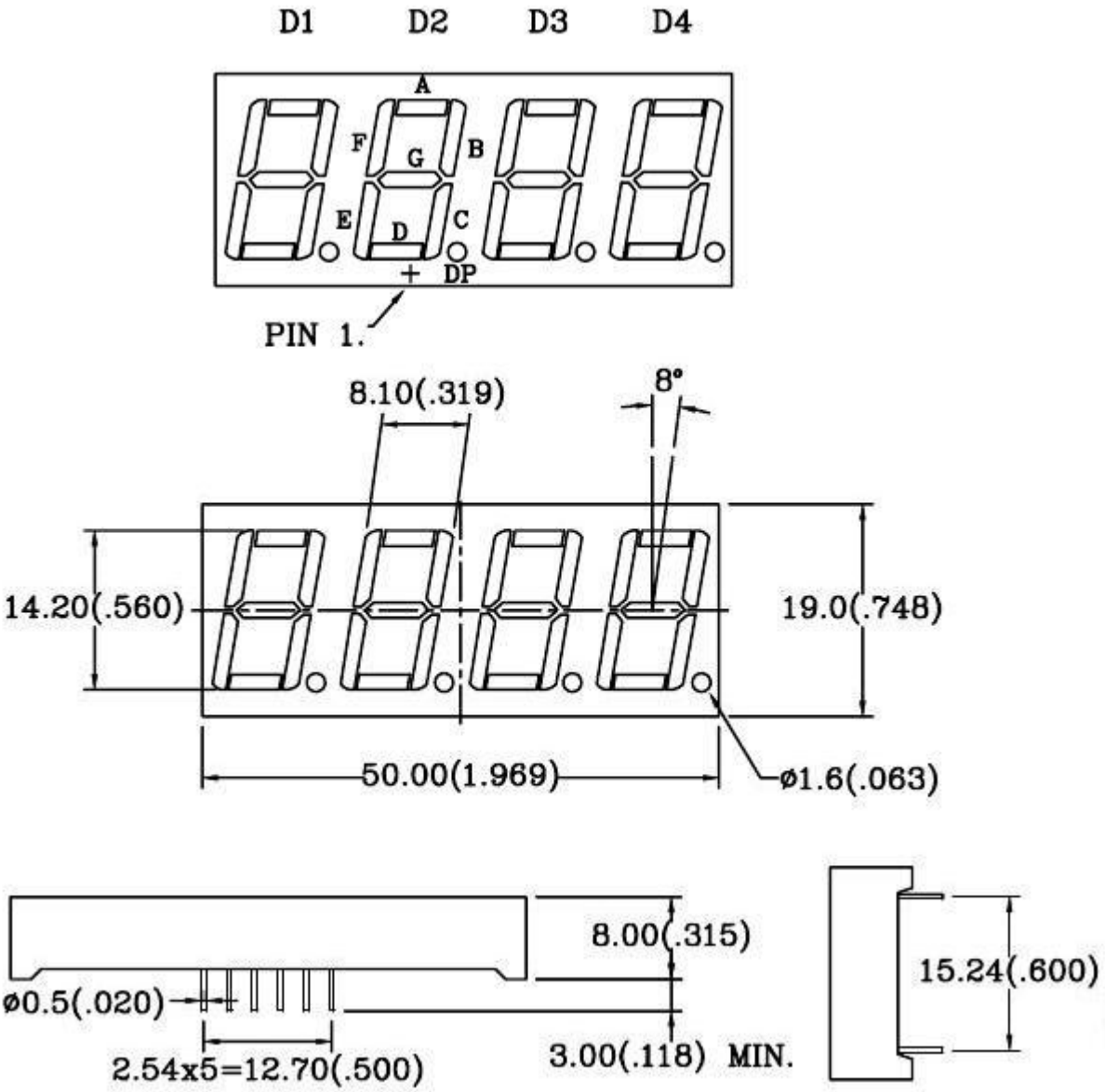


Рисунок 9. Габаритные размеры.

3.5 Выбор пары «источника света-фотоприёмник»

Главным элементом системы является оптопара TCRT5000L, данный датчик имеет очень низкую цену, его можно купить в любом магазине электроники или заказать в интернет – магазине.

Датчик TCRT5000L испускает инфракрасный сигнал и затем принимает отражение этого инфракрасного сигнала от поверхности. В зависимости от типа и цвета поверхности меняется интенсивность отраженного сигнала. По этой интенсивности можно приблизительно судить об оттенках цвета поверхности. Внешне состоит из светодиода испускающего свет в инфракрасном диапазоне и фототранзистора установленные в корпусе. Рабочая дистанция 12мм.

Характеристики:

— расстояние до измеряемого объекта 12мм

— рабочая длинна волны 950мм

— метод зондирования: отражение

— питание 5В

На Рисунке 9 изображена выбранная оптопара и показана работа датчика будущей системы [5].

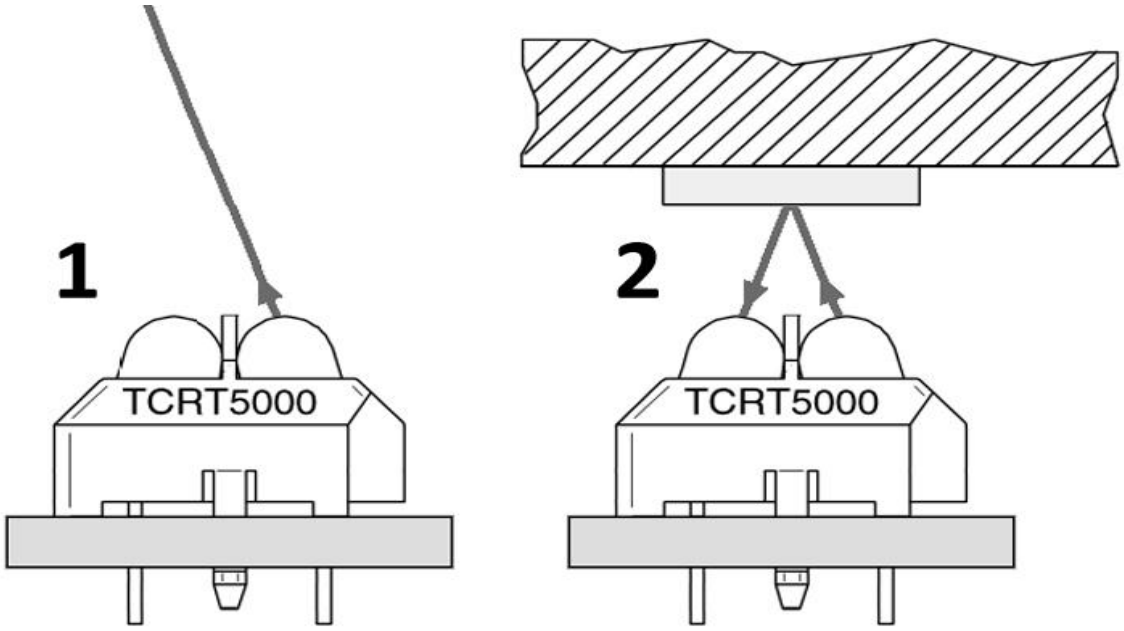


Рисунок 10. Работа датчика.

3.6 Кавиатура и звукоизлучатель

Для ввода информации, выбора режима работы оборудования, в качестве простейших датчиков состояния объекта широко используются кнопки – простейшие физические конструкции, осуществляющие при физическом воздействии коммутацию электрической цепи путём замыкания или размыкания в простейшем случае механических контактов.

В настоящее время под кнопкой может пониматься ограниченная поверхность, нажатие или касание которой приводит к определённой реакции связанного с ней устройства. Примером подобных кнопок могут быть сенсорные кнопки, учитывающие тот факт, что человеческое тело обладает ёмкостью порядка (100…200) пФ.

Рассмотрим схемотехнику клавиатуры с использованием простейших кнопок или плёночной клавиатуры.

При нажатии на кнопку контакты замыкаются, а при отпускании – размыкаются. Определить состояние кнопки легко, подключив её к входу контроллера. Если кнопка подключена к общему проводу при этом, то нажатие на неё приводит к формированию уровня логического нуля (ноль Вольт). При отпускании кнопки вход контроллера окажется свободен.

Выбрали кнопку KLS7-TS6601 страной изготовителем которой является компания «KLS electronic». LS (Китай) - компания, специализирующаяся на экспорте - импорте электронных компонентов, электрических элементов и сборных изделий, была образована в 2002 г.

Характеристики кнопки KLS7-TS6601:

- Изоляционное сопротивление – 100M 50V
- Сопротивление – 50mA 12VDC
- Диэлектрическая прочность – AC250V (50/60 Гц в течение 1 минуты)
- Электрически Жизнь – 100000 циклов
- Температура окружающей среды – -20ºC ~ + 70ºC
- Операционная сила – 180/250 (± 30gf) [6].

Кнопка изображена на Рисунке 11.

Рисунок 11. Кнопка.

Дополним разрабатываемую систему датчиком звукоизлучателем. Данная функция дает понять, когда может использоваться прибор. Перед измерением должна проводится калибровка устройства что бы огородить себя от неточности измерений, если система калибровки проведена успешно без сбоев, то динамик издает звуковую сигнализацию, после чего сразу можно начать измерение. Так же звуковая сигнализация срабатывает если поверхность стекла или само стекло не соответствует данному интервалу светопропускаемости.

Для данной системы будет применен пьезодинамик SCS-17P10.

Первая серия (SCS) пьезокерамических динамиков компании "Сонитрон" до сих пор пользуется широким спросом. Хорошое качество звука и низкий уровень помех гарантируют чистое воспроизведение различных тонов, голоса и музыки. В сравнении с обычными динамиками у пьезокерамических динамиков SCS на 60% выше сила звука с единицы поверхности мембраны при средней нагрузке тока. Предлагаемые пьезокерамические динамики водо- и пыленепроницаемы, выдерживают сильную вибрацию, они

исключительно надежны, прочны и могут использоваться в неблагоприятной среде.

SCS-динамики выпускаются либо со штыревыми выводами, либо с ножками для поверхностного монтажа (SMD). Стойкость динамика к вибрациям обеспечивают крепежные болты.

Область применения: приборы бытового и производственного назначения, системы охраны и мониторинга жилых и офисных помещений, торговое и медицинское оборудование, средства связи, компьютерная техника, мультимедиа.

Технические параметры:

- Тип - пьезоэлектрический
- Встроенный генератор – нет.
- Номинальное рабочее напряжение,В – 5-30.
- Толщина корпуса h,мм – 9.7.
- Диаметр(ширина) корпуса d,мм – 17.
- Рабочая температура,С – -40…85.
- Особенности – защита от пыли и грязи.
- Диапазон частот – 700 - 8000 Hz.
- полное сопротивление при 1 кГц +/- 20%.

ПРЕИМУЩЕСТВА:

• очень плоская и прочная конструкция.

• ударная, водо- и пыленепроницаемая передняя панель.

• устойчивы к изменениям температуры.

• широкий диапазон частот в малом размере.

• комбинированное использование в качестве динамика / микро.

• отсутствие электромагнитного поля (ЭМС).

• требуется небольшая энергия на низких частотах.

• меньшее потребление тока, необходимое для

оратор.

• 60% более высокая акустическая мощность в меньших громкоговорителях по сравнению с электродинамическими динамиками.

• малый вес.

• низкое искажение.

• высокий импеданс.

• может управляться непосредственно IC [7].

Рисунок пьезодинамика представлен на рисунке 12.

Рисунок 12. Пьезодинамик.

3.7 Описание работы системы по принципиальной схеме

В принципиальной схеме предложено чертежи(приложение В2). Система состоит из: аналогового усилителя (DA1), микросхем, формирующих питающее напряжение (DA2, DA3, DA4), оптопара (DA5), микроконтроллера X16F876 (DD1), двух дешифраторов (DD2, DD3). Рассмотрим работу блока формирования напряжения питания. Микросхема DA2 представляет преобразователь 12 вольтового напряжения питания, поступающего через разъем XP1 в постоянное напряжение 5 вольт. Это позволяет создать условия для работы микросхемы DA3 которые представляют из себя специальную микросхему заряда литий-ионного аккумулятора, но напряжение, которое формирует литий-ионный аккумулятор величиною 3,6 вольта недостаточно для того что бы запитать контроллер.

Поэтому напряжение с аккумулятора поступает на DA4 преобразователь 3,6 вольта в 5 вольт, 5 вольтовое питание оказывается удобным хотя бы потому, что используемые 7 сегментные индикаторы построены на основе светодиодов и удобнее питать эти индикаторы именно 5 вольтовым напряжением. Кроме того, оптопара требует несколько большего напряжения. Особенностью построения системы питания состоит в том, что 12 вольтовое напряжение может быть легко получено с использованием стандартных сетевых адаптеров с одной стороны. С другой стороны, 12 вольт удобно использовать при работе с автомобилями, когда необходимо определить процент пропускания стекол автомобиля. В тоже время необходимость микросхемы DA3 заключается в том, что литиевые аккумуляторы требуют особых условий зарядки, эти условия состоят в том, что если литиевый аккумулятор практически полностью разряжен, но напряжение примерно 2 вольта то необходимо его питать очень малой величиной тока, составляющей десять процентов от его емкости. Когда

напряжение превысит некоторые граничные значения в процессе заряда слабым током микросхема DA3 переходит в режим питания аккумулятора большим током, но как только напряжение на аккумуляторе возрастет до величины примерно 4,2 ВОЛЬТА микросхема автоматически переходит в режим питания аккумулятора. Назначение DA4 формирует требуемые 5 вольт в целом такая структура удобна тем что даже если аккумулятор заряжен при работе с автомобилем можно подключить аккумулятор автомобиля для заряда литьевого аккумулятора системы и работать в таком виде. При этом происходит заряд литий-ионного аккумулятора и работа.

Рассмотрим процесс работы системы. В системе предусмотрено как минимум два режима работы рабочий и калибровки. При работе в рабочем режиме оператор прислоняет оптопару DA5 к одной стороне стекла, коэффициент пропускания которого необходимо измерить, а к другой стороне прислоняются зеркало. В этом случае создается условие для измерения коэффициента пропускания подготовительные работы заканчиваются нажатием на кнопку SB1. Система сигнализирует о состояние работы с помощью светодиода и одновременно выполняет процедуру измерения. При этом на входном светодиоде оптопары формируется импульсы которые воспринимаются фототранзистором, помещенным на выходе оптопары, во время действия тока на входе оптопары происходит изменение тока на входе операционного усилителя DA1 который осуществляет преобразование формируемого тока в напряжение. Выход операционного усилителя подключен к входу аналого-цифрового преобразователя, который выполняет измерения коэффициента пропускания стекла. Преобразование происходит при помощи формулы после чего ведется обработка полученного значения, и после преобразования к десятичному коду информация выдается на индикатор при этом следует

заметить, что автоматически в схеме происходит учет возможного «парозитного» подсвечивания оптопары в процессе работы.

Поскольку питается оптопара импульсами, то в момент действия тока через светодиод происходит измерение не только полезного сигнала, но и сигнала подсветки в момент окончания импульса, когда на светодиод не подается ток. Процедура измерения повторяет и определяет уровень «парозитного» сигнала который формируется из-за «порозитной» подсветки. Контроллер производит вычитание и только после этого выполняет необходимые операции по выводу результата на индикацию. Особенностью включения операционного усилителя DA1 являются то что он питается от однополярного напряжения и с помощью резисторов. На его прямом входе формируется напряжение равное напряжению питания контроллера пополам, половина напряжения питания контроллера.

Рассмотрим работу блока индикации, который содержит кроме дешифраторов DD2, DD3 семисегментный четырехразрядный индикатора HG1. Дешифратор DD2 обеспечивает динамический режим работы блока индикации, то есть он задает подачу питания на строго определенной в дынный момент разряд индикатора. Одновременно, контроллер с 4 выходов порта b с нулевого по 3 формирует двоичный код десятичного разряда, который преобразуется дешифратором DD3 в сигналы управления сегментами выбранного разряда блока индикации. Процесс периодически повторяется со всеми разрядами и в результате выдается удобная информация для оператора. Питание разрядов блока индикации реализуется с помощью транзисторов VT1-VT4, которые подключают аноды светодиода к положительному напряжению. При необходимости осуществить калибровку оператор нажимает на кнопку SB2, что переводит контроллер в режим калибровки. При этом выдается на индикатор число 100, что означает необходимость создать условия, когда коэффициент поглощения стекла

равен нулю, то есть коэффициент передачи равен 100%. Когда эти условия будут созданы оператор нажимает на кнопку SB1 и осуществляется запоминание информации в этом случае. Нажатие SB2 переводит контроллер на второй этап калибровки, когда на индикацию высвечивается ноль. Нажатие на кнопку SB1 после этого приводит к запоминанию результата и дальнейшее нажатие на кнопку SB2 завершает калибровку заменой базовых величин. В формуле математической обработки результатов измерений следует заметить, так же что, если коэффициент передачи выходит за предельные допустимые значения контроллер выдает кратковременный сигнал на динамик BA1 который подает звуковой сигнал, то есть стекло не подходит, оно имеет коэффициент поглощения большей допустимой величины.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнение дипломного проекта была разработана система контроля поглощения тонированных стекол. Разработанная система может быть внедрена в государственные органы, на предприятия в которых требуется измерить процент пропускания света стекла, проста во внедрении и эксплуатации, отличается дешевизной.

Так же в ходе работы произведен анализ предметной области, осуществлен сбор информации по теме, а так же выявлены недостатки существующих систем и устранены. Спроектирована структурная и принципиальная схемы. Данная система имеет алгоритм с возможностями измерения и калибровкой, а так же в системе производится расчет по формуле, при помощи которой я уменьшаю попадание паразитного света при измерении. Так же в работе представлена принципиальная схема с описанием ее элементов, разработана система питание для данной системы.

Для реализации системы в полном объеме требуется большее количество времени. Поэтому данная система разработана с теоритической стороны, а не реализована в полной мере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. http://www.meta-moscow.ru/ru/store/diagnosticheskoe-oborudovanie/tonik.html#product_specification (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА "МЕТА Руководство по эксплуатации М 019.000.00 РЭ) [1].
2. Алпатов Г.Р. Применение PIC-контроллеров в измерительной технике. Ростов-на-Дону, 2008 [2].
3. Л.А.Брякин. Восьмиразрядные RISC микроконтроллеры. 2001.[3]
4. http://www.sinava.ru/CA56_12SRWA.php [4].
5. https://prom.ua/p113069046-infrakrasnyj-opticheskij-datchik.html [5].
6. http://www.rct.ru/brand/kls.html [6].
7. https://www.chipdip.ru/product/scs-17p10 [7].

ПРИЛОЖЕНИЕ В СХЕМЫ

Приложение В.1 Структурная схема

Приложение В.2 Принципиальная схема

Приложение В.3 Перечень элементов

Приложение С Презентация