

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА**

на тему

**Микроконтроллерный измеритель расхода
ТОПЛИВА**

Студент


(подпись, дата)

Десятов Н.О.

Руководитель


(подпись, дата)

Бычков А.С.

Нормоконтролёр


(подпись, дата)

А.В. Кучин

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от **03.06.2020 г. № 12**)

Заведующий кафедрой


(подпись)

М.А. Митрохин

Работа защищена с отметкой удовлетворительно (протокол заседания ГЭК от 22.06.2020 № 18)

Секретарь ГЭК


(подпись)

Е.И. Гурин

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
вычислительной техники

Кафедра
«Вычислительная техника»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
 М.А. Митрохин
«30» апреля 2020 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВАРА

1. Студент Десятов Никита Олегович, гр.16ВВ1 факультета вычислительной техники.

2. Тема работы: «Микроконтроллерный измеритель расхода топлива»

Тема утверждена приказом ПГУ №0335а/о от "30" апреля 2020 г.

3. Руководитель бакалаврской работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)

Устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. В качестве микроконтроллера использовать восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав устройства, разработать принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива, разработать структурную схему устройства, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему, разработать и отладить программную часть устройства. Устройство должно производить измерение расхода топлива в текущий момент времени эксплуатации автомобиля. Информацию о расходе топлива необходимо выводить на индикацию в следующих единицах измерения - [мл/км], если скорость не равна нулю, [л/ч] в противном случае. В качестве устройства вывода необходимо использовать семисегментный светодиодный индикатор. Также выполнить задание по БЖД.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	24	30.04.2020 – 07.05.2020	
2.	Выбор функционального состава устройства	12	08.05.2020 – 11.05.2020	
3.	Разработка схемы электрической структурной	10	12.05.2020 – 14.05.2020	
4.	Разработка схемы электрической принципиальной	12	15.05.2020 – 18.04.2020	
5.	Разработка программной части	15	19.04.2020 – 23.05.2020	
6.	Отладка и тестирование программной части	6	24.05.2020 – 25.05.2020	
7.	Выполнение задания по БЖД	6	26.05.2020 – 27.05.2020	
8.	Оформление пояснительной записки	15	28.05.2020 - 01.06.2020	

Дата выдачи задания "30" апреля 2020 г.

Руководитель бакалаврской работы _____ Бычков А.С.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент _____ Десятов Н.О.
(подпись, дата)

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

Реферат

Работа содержит 108 листов, 29 рисунков, 13 таблиц, 19 источников, 6 приложений.

МИКРОКОНТРОЛЛЕР, МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ
РАСХОДА ТОПЛИВА, ДАТЧИК СКОРОСТИ, ДАТЧИК РАСХОДА
ТОПЛИВА, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТА-НАПРЯЖЕНИЕ, АНАЛОГО-
ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Цель ВКР - проектирование микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.

В ходе выполнения ВКР были разработаны структурная и принципиальная схемы микроконтроллерного измерителя расхода топлива, разработано программное обеспечение и отлажены основные программные модули.

Графическая часть выпускной квалификационной работы содержит следующие чертежи:

- схема электрическая структурная – 1 лист формата A1;
- схема электрическая принципиальная – 1 лист формата A1;
- схемы программ – 2 листа формата A1.

Данное устройство позволяет выявить и упростить решение многих проблем автолюбителей при эксплуатации и обслуживании автомобиля и рекомендуется использовать в автомобилях отечественного производства.

					<div>ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ</div>								
Изм.	Лист	Л	№ докум.	№	Подпись	Дата	<div>Микроконтроллерный измеритель расхода топлива</div> <div>Пояснительная записка</div>			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.			Десятов Н.О..									2	108
Провер.			Бычков А.С.										
Н. Контр.			Кучин А.В.										
..													
Утверд.			Митрохин М.А.							<div>ФВТ, каф. ВТ</div> <div>гр. 16ВВ1</div>			

Содержание

Введение	5
1 Назначение, состав, область применения и принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива	9
1.1 Обзор используемого дополнительного оборудования	10
1.1.1 Датчики скорости движения автомобиля	11
1.1.2 Датчики расхода топлива автомобиля	11
1.1.3 Преобразователи частота-напряжение	13
1.2 Принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива	15
2 Разработка микроконтроллерного измерителя расхода топлива	17
2.1 Разработка схемы электрической структурной микроконтроллерного измерителя расхода топлива	17
2.2 Разработка схемы электрической принципиальной микроконтроллерного измерителя расхода топлива	19
2.2.1 Выбор элементной базы	19
2.2.2 Описание схемы электрической принципиальной микроконтроллерного измерителя расхода топлива	37
2.2.3 Расчет параметров блока индикации микроконтроллерного измерителя расхода топлива	40
2.3 Разработка программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива	41
2.3.1 Разработка алгоритма и программы	41
2.3.2 Отладка и тестирование программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива	53
3 Освещение места работы инженера-разработчика	64
Заключение	68
Список использованных источников	69

Приложение А – Листинг программы микроконтроллерного измерителя расхода топлива	71
Приложение Б – Схема электрическая структурная микроконтроллерного измерителя расхода топлива	83
Приложение В – Схема электрическая принципиальная микроконтроллерного измерителя расхода топлива	85
Приложение Г – Перечень элементов	87
Приложение Д – Схемы программ	90
Приложение Е – Презентация	93

Введение

Основные требования, которые потребители предъявляют к управляющим блокам приборов можно сформулировать следующим образом:

- низкая стоимость;
- высокая надежность;
- высокая степень миниатюризации;
- малое энергопотребление;
- работоспособность в жестких условиях эксплуатации;
- достаточная производительность для выполнения всех требуемых функций.

В отличие от универсальных компьютеров к управляющим контроллерам, как правило, не предъявляются высокие требования к производительности и программной совместимости.

Выполнение всех этих довольно противоречивых условий одновременно затруднительно, поэтому развитие и совершенствование техники пошло по пути специализации и в настоящее время количество различных моделей управляющих микроконтроллеров чрезвычайно велико.

Однако можно выделить некоторые черты архитектуры и системы команд, общие для всех современных микроконтроллеров, это:

- так называемая Гарвардская архитектура – то есть отдельные области памяти для хранения команд (программы) и данных. Они могут иметь разную разрядность, в системе команд для обращения к ним предусмотрены различные команды и т.д.;

- интеграция в одном корпусе микросхемы (на одном кристалле) практически всех блоков, характерных для полнофункционального компьютера – процессора, ПЗУ, ОЗУ, устройств ввода-вывода, тактового генератора, контроллера прерываний и т.д. Поэтому в русскоязычной литературе подобные устройства часто называются однокристалльные ЭВМ (ОЭВМ).

Микроконтроллеры обычно классифицируют по разрядности обрабатываемых чисел:

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

- четырехразрядные - самые простые и дешевые;
- восьмиразрядные - наиболее многочисленная группа (оптимальное сочетание цены и возможностей), к этой группе относятся микроконтроллеры серии MCS-51 (Intel) и совместимые с ними, PIC (MicroChip), HC68 (Motorola), Z8 (Zilog) и др.;
- шестнадцатиразрядные - MCS-96 (intel) и другие - более высокопроизводительные но более дорогостоящие;
- тридцатидвухразрядные - обычно являющиеся модификациями универсальных микропроцессоров, например i80186 или i386EX.

Четырехразрядные микроконтроллеры являются очень простыми и дешевыми устройствами, предназначенными для замены несложных схем на "жесткой" логике в системах с невысоким быстродействием. Типичные случаи применения - часы, калькуляторы, игрушки, простые устройства управления в промышленных устройствах и бытовой технике.

Типичные характеристики четырехразрядных микроконтроллеров:

- ОЗУ - объем - 16...64 четырехразрядные ячейки;
- ПЗУ - объем - 0.5 ...1 К восьмиразрядных ячеек, тип - масочное ПЗУ (наиболее дешевое);
- система команд - количество - 30...50;
- тактовая частота - 100 КГц...1МГц;
- периферийные устройства - 2...4 четырехразрядных параллельных порта, иногда контроллер жидкокристаллического индикатора;
- стоимость - порядка 0.1\$.

Примеры четырехразрядных микроконтроллеров - отечественные серии КР145ВМ1405, КР145ВМ1406, КР1834 и т.д.

Одним из крупнейших производителей четырехразрядных микроконтроллеров - "Ангстрем" г. Зеленоград (и экспортер в страны Юго-Восточной Азии).

В настоящее время среди всех 8-разрядных микроконтроллеров семейство MCS-51 является несомненным чемпионом по количеству разновидностей и

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

количеству компаний, выпускающих его модификации. Оно получило свое название от первого представителя этого семейства - микроконтроллера 8051, выпущенного в 1980 году на базе технологии NMOS. Удачный набор периферийных устройств, возможность гибкого выбора внешней или внутренней программной памяти и приемлемая цена обеспечили этому микроконтроллеру успех на рынке. С точки зрения технологии микроконтроллер 8051 являлся для своего времени очень сложным изделием - в кристалле было использовано 128 тыс. транзисторов, что в 4 раза превышало количество транзисторов в 16-разрядном микропроцессоре 8086.

Важную роль в достижении такой высокой популярности семейства 8051 сыграла открытая политика фирмы Intel, родоначальницы архитектуры, направленная на широкое распространение лицензий на ядро 8051 среди большого количества ведущих полупроводниковых компаний мира.

В результате на сегодняшний день существует более 200 модификаций микроконтроллеров семейства 8051, выпускаемых почти двадцатью компаниями. Эти модификации включают в себя кристаллы с широчайшим спектром периферии: от простых 20-выводных устройств с одним таймером и 1К программной памяти до сложнейших 100-выводных кристаллов с 10-разрядными аналого-цифровыми преобразователями (АЦП), массивами таймеров-счетчиков, аппаратными 16-разрядными умножителями и 64К программной памяти на кристалле. Каждый год появляются все новые варианты представителей этого семейства. Основными направлениями развития являются: увеличение быстродействия (повышение тактовой частоты и переработка архитектуры), снижение напряжения питания и потребления, увеличение объема ОЗУ и FLASH памяти на кристалле с возможностью внутрисхемного программирования, введение в состав периферии микроконтроллера сложных устройств, типа системы управления приводами, CAN и USB интерфейсов и т.п.

Все микроконтроллеры из семейства MCS51 имеют общую систему команд. Наличие дополнительного оборудования влияет только на количество регистров специального назначения.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Основными производителями клонов 51-го семейства в мире являются фирмы Philips, Siemens, Intel, Atmel, Dallas, Temic, Oki, AMD, MHS, Gold Star, Winbond, Silicon Systems и ряд других.

На территории бывшего СССР производство микроконтроллера 8051 осуществлялось в Киеве, Воронеже (1816BE31/51, 1830BE31/51), Минске (1834BE31) и Новосибирске (1850BE31).

Микроконтроллеры данного семейства выпускаются в PLCC, DIP и QFP корпусах и могут работать в следующих температурных диапазонах:

- коммерческий (0°C — $+70^{\circ}\text{C}$);
- расширенный (-40°C — $+85^{\circ}\text{C}$);
- для военного использования (-55°C — $+125^{\circ}\text{C}$).

Примерами микроконтроллеров семейства MCS-51 с расширенными возможностями могут служить расширения микроконтроллеров MCS-51/52 8XC51FA, 8XC51GB, 80C152.

Данная выпускная квалификационная работа посвящена разработке микроконтроллерного измерителя расхода топлива. Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. Информация о расходе топлива выводится на семисегментный светодиодный индикатор в [мл/км], если скорость автомобиля не равна нулю, или [л/ч] в противном случае. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.

1 Назначение, состав, область применения и принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

Известно, что любое транспортное средство на основе двигателя внутреннего сгорания в процессе эксплуатации расходует значительное количество топлива. Материальные затраты на топливо составляют большую часть всех затрат на эксплуатацию и обслуживание автомобиля. Поэтому информация о том, сколько литров топлива на единицу времени или пути потребляет автомобиль, является важной и актуальной, так как, зная текущий расход топлива, можно легко выбирать экономный стиль вождения, оперативно реагировать на увеличенный расход топлива, связанный с возможной неисправностью системы питания автомобиля.

Таким образом, устройство, которое наглядно показывает расход топлива автомобилем в данный момент времени актуально, удобно в эксплуатации, и позволяет выявить и упростить решение многих проблем автолюбителей.

В соответствии с техническим заданием на проектирование, требуется разработать микроконтроллерный измеритель расхода топлива, обладающий следующими параметрами и характеристиками:

- данные (скорость автомобиля и расход топлива) поступают на вход разрабатываемого микроконтроллерного устройства в виде напряжений;
- скорости автомобиля от 0 до 200 км/час соответствует напряжение от 0 до 10В;
- расходу топлива от 0 до 10 мл/с – соответствует напряжение от 0 до 10В, т.е. изменяется в аналогичном диапазоне;
- для преобразования аналогового сигнала в цифровой необходимо использовать восьмиразрядные АЦП. Таким образом, поступающие напряжения будут преобразованы в двоичные комбинации, которыми будет оперировать

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

микроконтроллер;

- в качестве микроконтроллера требуется использовать восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51 или аналогичный;

- информацию о расходе топлива необходимо выводить в следующих единицах измерения:

а) [мл/км], если скорость не равна нулю;

б) [л/ч] в противном случае.

- в качестве устройства вывода необходимо использовать семисегментный светодиодный индикатор.

Таким образом, для реализации измерителя расхода топлива потребуется восьмиразрядный микроконтроллер, два АЦП и семисегментный светодиодный индикатор.

Однако, прежде чем окончательно определиться с составом оборудования разрабатываемого устройства, требуется выполнить обзор имеющихся датчиков скорости и расхода топлива, а также другого дополнительного оборудования применяемого в современных автомобилях.

1.1 Обзор используемого дополнительного оборудования

1.1.1 Датчики скорости движения автомобиля

Датчик скорости (ДС) устанавливается на всех современных автомобилях и служит для измерения скорости автомобиля и передачи этой информации на электронный блок управления (бортовой компьютер). Внешний вид датчика скорости движения автомобиля приведен на рисунке 1.1.

Работа датчика скорости основана на применении эффекта Холла. Датчик подает на контроллер электронного блока управления частотно-импульсный сигнал. При этом частота импульсов, которые подаются на электронный блок управления, прямо пропорциональна скорости, с которой вращаются колеса автомобиля. Блок управления двигателем получает сигналы от датчика скорости,

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

высчитывает интервал между импульсами и в соответствии с этим вычисляет скорость автомобиля. На каждый километр пути датчик скорости выдает примерно 6 тысяч сигналов.



Рисунок 1.1 - Датчик скорости движения автомобиля

Обычно датчик скорости находится на коробке передач автомобиля: он находится непосредственно на механизме привода спидометра.

1.1.2 Датчики расхода топлива автомобиля

Разработкой и реализацией приборов, которые позволяют отследить расход топлива в реальном режиме времени, занимаются ряд российских предприятий (государственное предприятие «Исток» в подмосковном городе Фрязино, компания «Навигационные системы», г. Москва и другие). Данные приборы могут работать совместно с любыми бортовыми контроллерами. Благодаря применению данных приборов увеличивается эффективность пассажирских и грузовых перевозок.

Характеристики датчиков расхода топлива:

- малая погрешность, составляющая не больше 0,2%;

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- защита выходного сигнала от ложных срабатываний;
- нет необходимости в частотной фильтрации;
- цифровой сигнал легко совместим по параметрам с любыми вторичными приборами на борту автомобиля;
- оборудование может работать в условиях стационарных и пульсирующих потоков топлива;
- имеет сопротивление к агрессивной среде.

Принцип работы датчика расхода топлива заключается в измерении объема топлива, протекающего через измерительную камеру расходомера. Он преобразует количество протекающего через него топлива в импульсы, которые подсчитывает контроллер или навигационная система. В это время система контроля горючего формирует информацию об общем расходе топлива в баке или его резком уменьшении и увеличении.

Однако очень часто подключение расходомера вызывает затруднения из-за конструктивных особенностей автомобиля или из-за характера его работы. Данный прибор монтируется в магистраль низкого давления топливной системы автомобиля и для этого необходимо иметь топливную трубку и монтажные элементы, которые приобретаются отдельно.

Установка этого оборудования имеет ряд таких преимуществ как:

- учет работы транспорта на холостом ходу и под нагрузкой;
- высокая точность определения расхода горючего вне зависимости от режима работы;
- попытки и факт обмана системы маловероятны.

Из всего вышесказанного следует, что, так как применяемые в автомобилях датчики скорости и расхода топлива формируют частотно-импульсные выходные сигналы, частота которых зависит соответственно от скорости автомобиля или от величины расхода топлива, то возникает необходимость преобразования частотного сигнала в уровень аналогового напряжения перед вводом данного сигнала в микроконтроллерную систему. Непосредственно ввод аналогового сигнала, пропорционального скорости или расходу топлива в

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

микроконтроллерную систему будет осуществляться при помощи аналого-цифрового преобразователя.

1.1.3 Преобразователи частота-напряжение

На рисунке 1.2 показана схема, преобразователя частота-напряжение, выходное напряжение которого пропорционально частоте входного сигнала [4]. При этом только три элемента – конденсатор C_0 , резистор R и операционный усилитель ОР-07 должны иметь хорошую температурную стабильность. Преобразователь обеспечивает хорошую линейность в диапазоне частот до одного мегагерца.

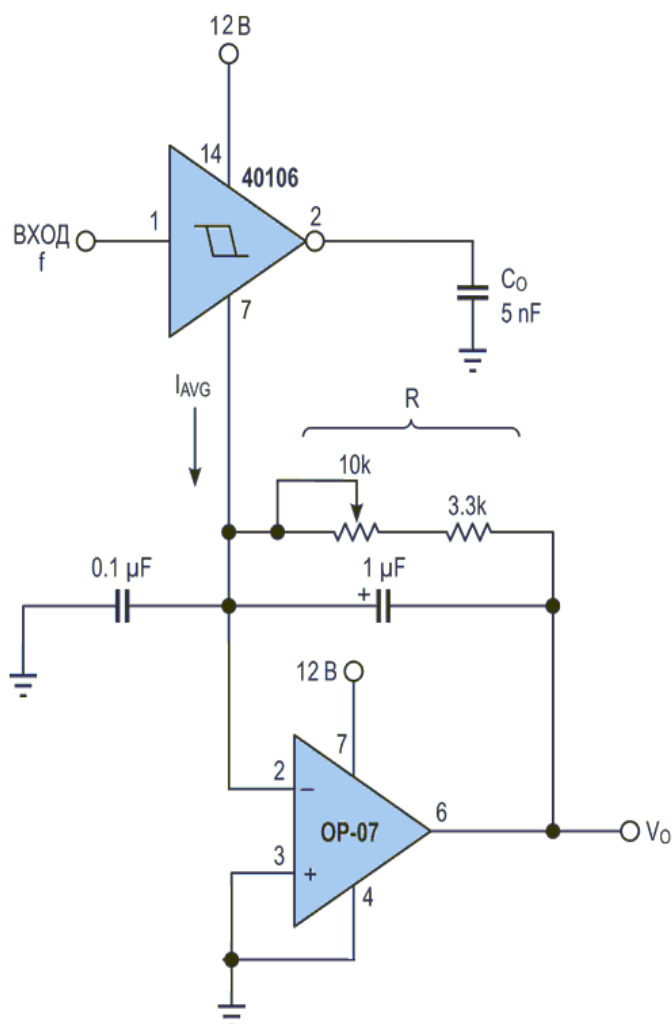


Рисунок 1.2 - Преобразователь частота-напряжение

Частотная зависимость тока, потребляемого микросхемой триггера Шмитта 40106, нагруженной емкостью C_0 , позволяет реализовать простой преобразователь частота-напряжение. Объединив параллельно несколько триггеров Шмитта, можно получить сумматор частот.

Средний ток I_{AVG} , вытекающий из земляного вывода (7) микросхемы триггера Шмитта 40106, линейно зависит от частоты, с которой C_0 разряжается в суммирующую точку операционного усилителя ОР-07. Протекая через сопротивление обратной связи 13,33 кОм, этот ток создает пропорциональное падение напряжения. Выходное напряжение равно

$$V_0 = -U_{CC} \cdot R \cdot C_0 \cdot f,$$

где f – частота входного сигнала.

Преобразователь необходимо откалибровать с помощью подстроечного резистора, имеющего сопротивление 10кОм.

Конденсаторы емкостью 1 мкФ и 0,1 мкФ сглаживают выбросы, сопутствующие быстрому переключению микросхем. При использовании компонентов с указанными на рисунке 1.2 номиналами диапазон выходных напряжений составляет от 0 до 10 В для входных сигналов частотой, изменяющейся в диапазоне от 0 до 10 кГц. Если потребуется расширить частотный диапазон схемы, необходимо принимать во внимание собственный ток потребления КМОП микросхемы, пренебрегать которым на высоких частотах будет невозможно. Однако учесть этот ток совсем несложно, поскольку он пропорционален частоте. Достаточно в расчетах прибавить его к току разряда конденсатора.

Можно воспользоваться тем фактом, что в корпусе микросхемы шесть триггеров Шмитта, и сделать сумматор частот. Подключив емкость к выходу каждого инвертора, и подав на каждый вход сигналы различной частоты, можно получить выходное напряжение V_0 , пропорциональное сумме частот.

Кроме того, можно расширить возможности схемы, соединив параллельно

несколько инверторов.

При указанных на схеме номиналах компонентов в диапазоне частот от 0 до 10 кГц нелинейность преобразователя не превышает 0,4%.

1.2 Принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Для того чтобы получить расход топлива R , [мл/км], нужно воспользоваться следующей формулой:

$$R=3600*r/V, \quad (1.1)$$

где r – расход топлива, [мл/с] (показания датчика расхода топлива после преобразования частота-напряжение);

V – скорость автомобиля, [км/час] (показания датчика скорости после преобразования частота-напряжение).

Чтобы перейти от имеющихся после аналого-цифрового преобразования двоичных комбинаций, значения которых находятся в диапазоне от 00000000_2 до 11111111_2 (от 0_{10} до 255_{10}), к величинам скорости автомобиля и расхода топлива, необходимо ввести переводные коэффициенты. Для скорости этот коэффициент равен отношению максимальной скорости (200 км/час) к максимальному значению кода (255). Получим:

$$V \approx 0,784 * K_v, \quad (1.2)$$

где K_v – значение измеренного с помощью АЦП двоичного кода скорости ($0 \div 255$); $0,784 \approx 200[\text{км/час}]/255$.

Для расхода топлива переводной коэффициент равен отношению максимального расхода топлива (10 мл/с) к максимальному значению двоичного кода (255).

$$r \approx 0,04 * K_r, \quad (1.3)$$

где K_r - значение измеренного с помощью АЦП двоичного кода расхода

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

топлива $(0 \div 255)$; $0,04 \approx 10[\text{мл/сек}]/255$.

Подставим выражения (1.2) и (1.3) в формулу (1.1), получим следующую формулу:

$$R = 180 * K_r / K_v. \quad (1.4)$$

В соответствии с техническим заданием, если скорость автомобиля равна 0, то на индикатор выводится расход топлива R в единицах измерения [л/час]. Чтобы получить расход топлива R , [л/час], нужно воспользоваться формулой:

$$R = 3,6 * r. \quad (1.5)$$

С учетом выражения (1.3), имеем

$$R = 0,141 * K_r. \quad (1.6)$$

Микроконтроллером для вычислений по формулам (1.4) и (1.6) используются значения, представленные в двоичной системе счисления, соответственно и коэффициенты выражаются аналогично, и результат будет получен также в двоичной системе счисления. Поэтому перед выводом на индикатор, потребуется приведение результата к десятичной форме, удобной для восприятия человеком. Все эти особенности должны учитываться при написании программного обеспечения микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

Предполагается, что для вывода значения расхода топлива, найденного по формуле (1.4), трехразрядного индикатора вполне хватит, так как максимально возможное выводимое на индикатор значение расхода топлива (999 мл/км) для современных автомобилей является недостижимым.

Таким образом, для реализации измерителя расхода топлива потребуется микроконтроллер семейства MCS51, два рассмотренных выше преобразователя частота-напряжение, два АЦП и трехразрядный семисегментный светодиодный индикатор.

2 Разработка микроконтроллерного измерителя расхода топлива

2.1 Разработка схемы электрической структурной микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Схема электрическая структурная микроконтроллерного измерителя расхода топлива приведена на рисунке 2.1 (см. также приложение Б, первый лист графической части выпускной квалификационной работы).

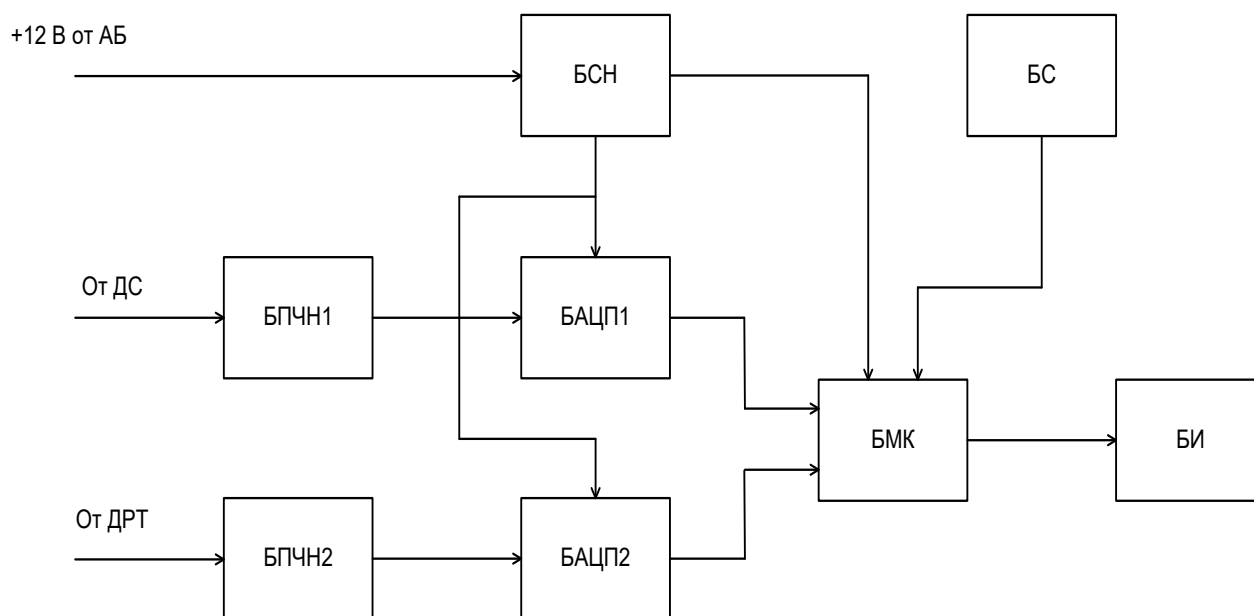


Рисунок 2.1 - Схема электрическая структурная микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Схема содержит следующие основные блоки:

- БПЧН 1, 2 – блок преобразователя частота-напряжение 1, 2;
- БСН – блок стабилизатора напряжения;
- БАЦП1, 2 – блок аналого-цифрового преобразователя 1, 2;
- БС – блок синхронизации;
- БМК – блок микроконтроллера;
- БИ – блок индикации.

Первый и второй блоки преобразователя частота-напряжение предназначены

для преобразования частотно-импульсных сигналов, поступающих соответственно с выхода датчика скорости (ДС) и выхода датчика расхода топлива (ДРТ) автомобиля в уровни напряжения, пропорциональные скорости и расходу топлива.

Блок стабилизатора напряжения формирует три стабилизированных уровня питающих напряжений, необходимых для обеспечения работоспособности первого и второго блоков аналого-цифрового преобразователя и блока микроконтроллера. Напряжение питания (+12В) на вход блока стабилизатора напряжения поступает аккумуляторной батареи автомобиля.

Первый и второй блоки аналого-цифрового преобразователя служат для преобразования в цифровую форму аналоговых сигналов скорости и расхода топлива (уровней напряжения), поступающих соответственно с выходов первого и второго блоков преобразователей частота-напряжение.

Блок синхронизации предназначен для формирования последовательности синхронизирующих импульсов, необходимых для тактирования работы микроконтроллера.

Блок микроконтроллера содержит непосредственно микроконтроллер, является ядром всей микроконтроллерной системы и выполняет все основные функции по управлению работой микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

Блок индикации служит для отображения текущей информации о расходе топлива в ходе эксплуатации микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

При включении питания происходит инициализация микроконтроллерного устройства (чтение адреса первой исполняемой команды программы из внутренней памяти программ, конфигурирование портов ввода-вывода, инициализация регистров и т.п.). После чего микроконтроллерный измеритель расхода топлива переходит в рабочий режим в соответствии с программой его функционирования.

2.2 Разработка схемы электрической принципиальной микроконтроллерного измерителя расхода топлива

2.2.1 Выбор элементной базы

Выбор между микроконтроллерами различных фирм часто бывает затруднителен. Нередко похожие по характеристикам микроконтроллеры можно встретить в каталогах разных фирм. При этом, как правило, фирмы обеспечивают эффективную поддержку разработчиков, включающую предоставление технических материалов и бесплатного программного обеспечения для разработки программ.

Как правило, микроконтроллеры имеют RISC-архитектуру с разделёнными шинами данных и программы, предусматривают экономичные режимы работы и содержат таймеры/счётчики и сторожевые таймеры, повышающие надёжность работы. Однако ряд выпускаемых каждой из фирм микроконтроллеров имеет свои характерные особенности. Для реализации микроконтроллерного измерителя расхода топлива в данной выпускной квалификационной работе выбран аналог микроконтроллера MCS51, микросхема отечественного производства КР1816ВЕ51.

Микроконтроллеры семейства 1816ВЕ51 имеют следующие аппаратные особенности:

- внутреннее ОЗУ объемом 128 байт;
- четыре двунаправленных побитно настраиваемых восьмиразрядных порта ввода-вывода;
- два 16-разрядных таймера-счетчика;
- встроенный тактовый генератор;
- адресация 64 КБайт памяти программ и 64 Кбайт памяти данных;
- две линии запросов на прерывание от внешних устройств;
- интерфейс для последовательного обмена информацией с другими микроконтроллерами или персональными компьютерами.

Функциональная схема микроконтроллера 1816BE51 приведена на рисунке 2.2

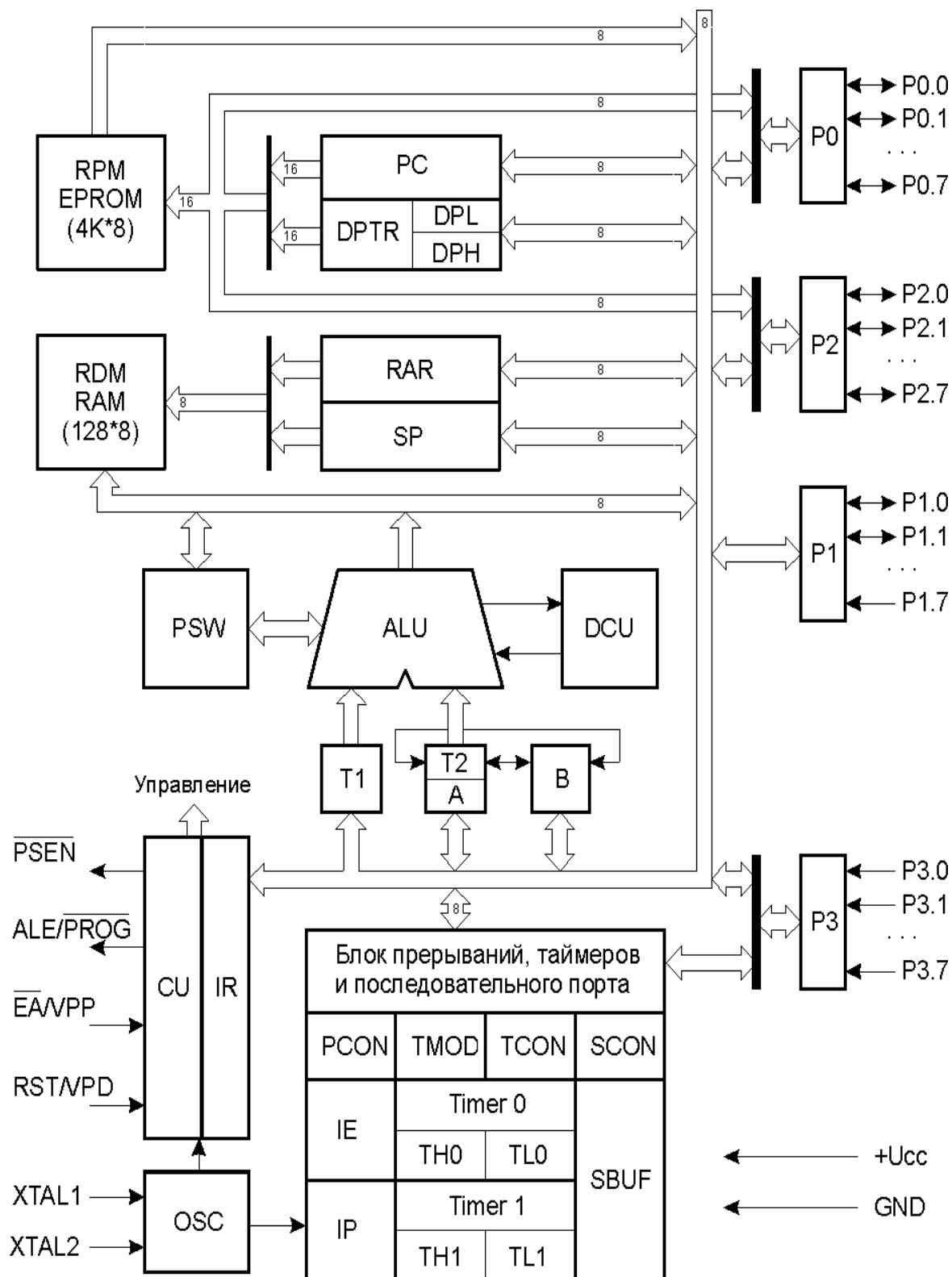


Рисунок 2.2 – Функциональная схема микроконтроллера 1816BE51

Микроконтроллер выполнен на основе высокоуровневой n-МОП технологии. Через четыре программируемых параллельных порта ввода/вывода и один последовательный порт микроконтроллер взаимодействует с внешними устройствами. Основу функциональной схемы (рисунок 2.2) образует внутренняя двунаправленная 8-битная шина, которая связывает между собой основные узлы и устройства микроконтроллера: резидентную память программ (RPM), резидентную память данных (RDM), арифметико-логическое устройство (ALU), блок регистров специальных функций, устройство управления (CU) и порты ввода/вывода (PO-P3).

Арифметико-логическое устройство. Восьмибитное арифметико-логическое устройство (ALU) может выполнять арифметические операции сложения, вычитания, умножения и деления; логические операции И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, а также операции циклического сдвига, сброса, инвертирования и т.п. К входам подключены программно-недоступные регистры T1 и T2, предназначенные для временного хранения операндов, схема десятичной коррекции (DCU) и схема формирования признаков результата операции (PSW).

Простейшая операция сложения используется в ALU для инкрементирования содержимого регистров, продвижения регистра-указателя данных (RAR) и автоматического вычисления следующего адреса резидентной памяти программ. Простейшая операция вычитания используется в ALU для декрементирования регистров и сравнения переменных.

Простейшие операции автоматически образуют "танделы" для выполнения таких операций, как, например, инкрементирование 16-битных регистровых пар. В ALU реализуется механизм каскадного выполнения простейших операций для реализации сложных команд. Так, например, при выполнении одной из команд условной передачи управления по результату сравнения в ALU трижды инкрементируется счётчик команд (PC), дважды производится чтение из RDM, выполняется арифметическое сравнение двух переменных, формируется 16-битный адрес перехода и принимается решение о том, делать или не делать

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

переход по программе. Все перечисленные операции выполняются всего лишь за 2 мкс.

Важной особенностью ALU является его способность оперировать не только байтами, но и битами. Отдельные программно-доступные биты могут быть установлены, сброшены, инвертированы, переданы, проверены и использованы в логических операциях. Эта способность достаточно важна, поскольку для управления объектами часто применяются алгоритмы, содержащие операции над входными и выходными булевыми переменными, реализация которых средствами обычных микропроцессоров сопряжена с определенными трудностями.

Таким образом, ALU может оперировать четырьмя типами информационных объектов: булевыми (1 бит), цифровыми (4 бита), байтными (8 бит) и адресными (16 бит). В ALU выполняется 51 различная операция пересылки или преобразования этих данных. Так как используется 11 режимов адресации (7 для данных и 4 для адресов), то путем комбинирования операции и режима адресации базовое число команд 111 расширяется до 255 из 256 возможных при однобайтном коде операции.

Память программ (ПЗУ). Как и у большинства микроконтроллеров, у микроконтроллеров семейства 1816BE51, память программ и память данных являются самостоятельными и независимыми друг от друга устройствами, адресуемыми различными командами и управляющими сигналами.

Объем встроенной памяти программ, расположенной на кристалле микроконтроллера 1816BE51, равен 4 Кбайт. При обращении к внешней памяти программ все микроконтроллеры семейства 1816BE51 всегда используют 16-разрядный адрес, что обеспечивает им доступ к 64 Кбайт ПЗУ. Микроконтроллер обращается к программной памяти при чтении кода операции и операндов (используя счетчик команд PC), а также при выполнении команд переноса байта из памяти программ в аккумулятор. При выполнении команд переноса данных адресация ячейки памяти программ, из которой будут прочитаны данные, может осуществляться с использованием как счетчика PC, так и специального двухбайтового регистра-указателя данных DPTR.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Память данных (ОЗУ). Объем расположенной на кристалле памяти данных—128 байт. Объем внешней памяти данных может достигать 64 Кбайт. Первые 32 байта организованы в четыре банка регистров общего назначения, обозначаемых соответственно банк 0 — банк 3. Каждый из них состоит из восьми регистров RO — R7. В любой момент программе доступен только один банк регистров, номер которого содержится в третьем и четвертом битах слова состояния программы PSW.

Оставшееся адресное пространство может конфигурироваться разработчиком по своему усмотрению: в нем располагаются стек, системные и пользовательские области данных. Обращение к ячейкам памяти данных возможно двумя способами. Первый способ — прямая адресация ячейки памяти. В этом случае адрес ячейки является операндом соответствующей команды. Второй способ — косвенная адресация с помощью регистров RO или R1: перед выполнением соответствующей команды в один из них должен быть занесен адрес ячейки, к которой необходимо обратиться.

Для обращения к внешней памяти данных используется только косвенная адресация с помощью регистров RO и R1 или с помощью 16-разрядного регистра-указателя DPTR. Он относится к группе регистров специальных функций, и с его помощью можно адресовать все 64 Кбайта внешней памяти.

Часть памяти данных представляет собой так называемую битовую область, в ней имеется возможность при помощи специальных битовых команд адресоваться к каждому разряду ячеек памяти. Адрес прямо адресуемых битов может быть записан либо в виде (Адрес Байта).(Разряд), например выражение 21.3 означает третий разряд ячейки памяти с адресом 21H, либо в виде абсолютного битового адреса.

Регистр флагов (PSW). Наиболее "активным" флагом PSW является флаг переноса, который принимает участие и модифицируется в процессе выполнения множества операций, включая сложение, вычитание и сдвиги. Кроме того, флаг переноса (C) выполняет функции "булева аккумулятора" в командах, манипулирующих с битами. Флаг переполнения (OV) фиксирует арифметическое

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

переполнение при операциях над целыми числами со знаком и делает возможным использование арифметики в дополнительных кодах. ALU не управляет флагами селекции банка регистров (RS0, RS1), их значение полностью определяется прикладной программой и используется для выбора одного из четырёх регистровых банков.

В микропроцессорах, архитектура которых опирается на аккумулятор, большинство команд работают с ним, используя неявную адресацию. В Intel 1816BE51 дело обстоит иначе. Хотя процессор имеет в своей основе аккумулятор, он может выполнять множество команд и без его участия. Например, данные могут быть переданы из любой ячейки RDM в любой регистр, любой регистр может быть загружен непосредственным операндом и т.д. Многие логические операции могут быть выполнены без участия аккумулятора. Кроме того, переменные могут быть инкрементированы, декрементированы и проверены без использования аккумулятора. Флаги и управляющие биты могут быть проверены и изменены аналогично.

Устройство управления и синхронизации. Кварцевый резонатор, подключаемый к внешним выводам микроконтроллера, управляет работой внутреннего генератора, который в свою очередь формирует сигналы синхронизации. Устройство управления (CU) на основе сигналов синхронизации формирует машинный цикл фиксированной длительности, равной 12 периодам резонатора. Большинство команд микроконтроллера выполняется за один машинный цикл. Некоторые команды, оперирующие с 2-байтными словами или связанные с обращением к внешней памяти, выполняются за два машинных цикла. Только команды деления и умножения требуют четырех машинных циклов. На основе этих особенностей работы устройства управления производится расчёт времени исполнения прикладных программ.

На схеме микроконтроллера к устройству управления примыкает регистр команд (IR). В его функцию входит хранение кода выполняемой команды.

Входные и выходные сигналы устройства управления и синхронизации:

- PSEN - разрешение программной памяти,

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- ALE - выходной сигнал разрешения фиксации адреса,
- PROG - сигнал программирования,
- EA - блокировка работы с внутренней памятью,
- VPP - напряжение программирования,
- RST - сигнал общего сброса,
- VPD - вывод резервного питания памяти от внешнего источника,
- XTAL - входы подключения кварцевого резонатора.

Организация портов ввода вывода микроконтроллера 1816BE51. Количество портов - 4. Название – PO...P3, они адресуются как регистры специальных функций.

Разрядность - 8 с возможностью побитной адресации разрядов.

Направление обмена информацией через порты - все порты двунаправленные, причем имеется возможность в каждом порту часть разрядов использовать для ввода данных, а часть для вывода.

Из-за ограниченного количества выводов корпуса ИМС микроконтроллера, большинство выводов используется для выполнения двух функций - в качестве линий портов и для альтернативных функций.

Порты PO и P2 используются при обращении к внешней памяти. При этом на выходах PO младший байт адреса внешней памяти мультиплексируется с вводимым/выводимым байтом. Выходы P2 содержат старший байт адреса внешней памяти, если адрес 16-разрядный. При использовании восьмиразрядного адреса портом P2 можно пользоваться для ввода-вывода информации обычным образом. При обращении к внешней памяти в PO автоматически заносятся 1 во все биты. Информация в P2 при этом остается неизменной.

Порт P3 помимо обычного ввода и вывода информации используется для формирования и приема специальных управляющих и информационных сигналов. Разряды порта (все или частично) при этом могут выполнять следующие альтернативные функции:

Альтернативные функции могут быть активированы только в том случае, если в соответствующие биты порта P3 предварительно занесены 1.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Неиспользуемые альтернативным образом разряды могут работать как обычно.

Каждый из портов содержит регистр-защелку (SFR PO — SFR P3), выходную цепь и входной буфер.

Каждый из разрядов регистра-защелки SFR является D-триггером, информация в который заносится с внутренней шины данных микроконтроллера по сигналу «Запись в SFR Px» (x- 0, 1, 2, 3) от центрального процессорного элемента (CPU). С прямого выхода D-триггера информация может быть выведена на внутреннюю шину по сигналу «Чтение SFR Px» от CPU, а с вывода микросхемы («из внешнего мира») по сигналу «Чтение выводов Px». Одни команды активизируют сигнал «Чтение SFR PI», другие - «Чтение выводов PI».

Выходные каскады триггеров SFR портов P1 — P3 выполнены на полевых транзисторах с внутренней нагрузкой, в то время как аналогичные каскады триггеров SFR PO — на транзисторах с открытым стоком. Каждая линия любого из портов может независимо использоваться как для ввода, так и для вывода информации (для линий портов PO и P2 это справедливо тогда, когда они не используются для обращения к внешней памяти).

Для перевода любой линии портов P1 — P3 в режим ввода информации необходимо в соответствующий разряд SFR занести 1. При этом выходной полевой транзистор отключается. Внутренний нагрузочный резистор как бы «подтягивает» потенциал вывода к напряжению питания, в то время как внешняя нагрузка может сделать его нулевым. Выходные каскады порта PO имеют иную структуру. Нагрузочный полевой транзистор линии порта включен только тогда, когда порт выводит 1 при обращении к внешней памяти. В остальных случаях нагрузочный транзистор отключен. Таким образом, при работе в режиме обычного ввода-вывода информации (как, например, порт P1) выходные каскады порт» PO представляют собой ступени на транзисторах с открытым стоком. Запись 1 в соответствующий бит SFR отключает и второй транзистор, что приводит к тому, что вывод БИС оказывается под «плавающим» потенциалом. Это позволяет использовать линии порта PO как выводы с высокоимпедансным состоянием. Поскольку выходные каскады портов P1 — P3 имеют внутреннюю нагрузку, при

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

перевode в режим ввода информации они становятся источниками тока для микросхемы или транзистора, нагруженных на данный.

Работа с внешней памятью микроконтроллера 1816BE51. Обращения к внешней памяти подразделяются на обращения к внешней памяти программ и обращения к внешней памяти данных. В первом случае для формирования сигнала, активирующего ПЗУ с программой, используется сигнал PSEN, во втором — сигналы RD и WR, активизирующие ОЗУ с данными.

Если используется 16-битовый адрес, старшие восемь бит выводятся через порт P2, где они сохраняются в течение всего цикла обращения к внешней памяти. Отметим, что выходные каскады порта P2 имеют внутреннюю нагрузку, несколько отличающуюся от P1 и P3, благодаря чему в SFR P2 при выводе адресной информации вовсе не обязательно защелкивать все единицы. Добавим также, что при выводе адресной информации информация из SFR P2, хотя и не присутствует на выводах микроЭВМ, но и не теряется, восстанавливаясь на них после окончания обращений к внешней памяти (если в процессе этих обращений SFR P2 не был модифицирован).

Если при обращении к внешней памяти данных используется восьми битный адрес, то на выводах порта остается та же информация, которая там была до начала обращения к внешней памяти. Это позволяет организовать постраничную адресацию внешней памяти данных.

Как уже отмечалось, на выводах порта P0 младший байт адреса мультиплексируется с данными. Сигналы адреса/ данных задействуют оба полевых транзистора выходного каскада порта P0. Таким образом, в этом случае выводы P0 уже не являются выводами с открытым стоком и не требуют внешних нагрузочных элементов.

Сигнал ALE используется для фиксации младшего байта адреса во внешнем регистре-защелке. Адресная информация достоверна в момент окончания сигнала ALE.

Выводимый в цикле записи байт заносится в P0 непосредственно перед активацией сигнала WR и остается неизменным до окончания этого сигнала. В

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

цикле чтения данные на выводах РО для достоверного считывания должны быть установившимися к моменту окончания сигнала RD.

Во время обращения к внешней памяти CPU записывает OFFH в SFR РО, уничтожая, таким образом, хранимую там информацию. Таким образом, использовать для записи порт РО при работе с внешней памятью надо с известной долей осторожности.

Обращение к внешней памяти программ возможно в двух случаях:

- когда сигнал ЕА активен, т.е. имеет нулевой уровень,
- когда программный счетчик РС содержит число больше OFFH.

Следовательно, при использовании микро-ЭВМ, не имеющей встроенного ПЗУ или не использующей его, на входе ЕА должен присутствовать сигнал с нулевым уровнем.

Когда CPU работает с внешней памятью программ, все линии порта P2 используются для вывода старшего байта адреса и не могут быть использованы для обычного ввода\вывода информации. При этом, как отмечалось выше, в SFR P2 может быть занесена любая информация — адресная информация, выводимая через P2, не зависит от состояния его SFR.

Условное графическое изображение микросхемы микроконтроллера KP1816BE51 приведено на рисунке 2.3.

Кроме собственно микроконтроллера (микросхемы KP1816BE51) в состав схемы электрической принципиальной входят микросхемы отечественного производства KP142EH5A, KP142EH8Б, K155ИР27, K555ИД4, а также микросхемы зарубежного производства ОР-07, AD7819, 40106, а также семисегментный светодиодный индикаторный модуль SA56-21

Рассмотрим функциональное назначение, основные технические характеристики, параметры и условные графические изображения вышеперечисленных микросхем.

Микросхема KP142EH5A - трехвыводной стабилизатор с фиксированным выходным напряжением 5 В. Может найти применение в широком спектре радиоэлектронных устройств в качестве источников питания логических систем,

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

измерительной технике, устройств высококачественного воспроизведения и других радиоэлектронных устройств.

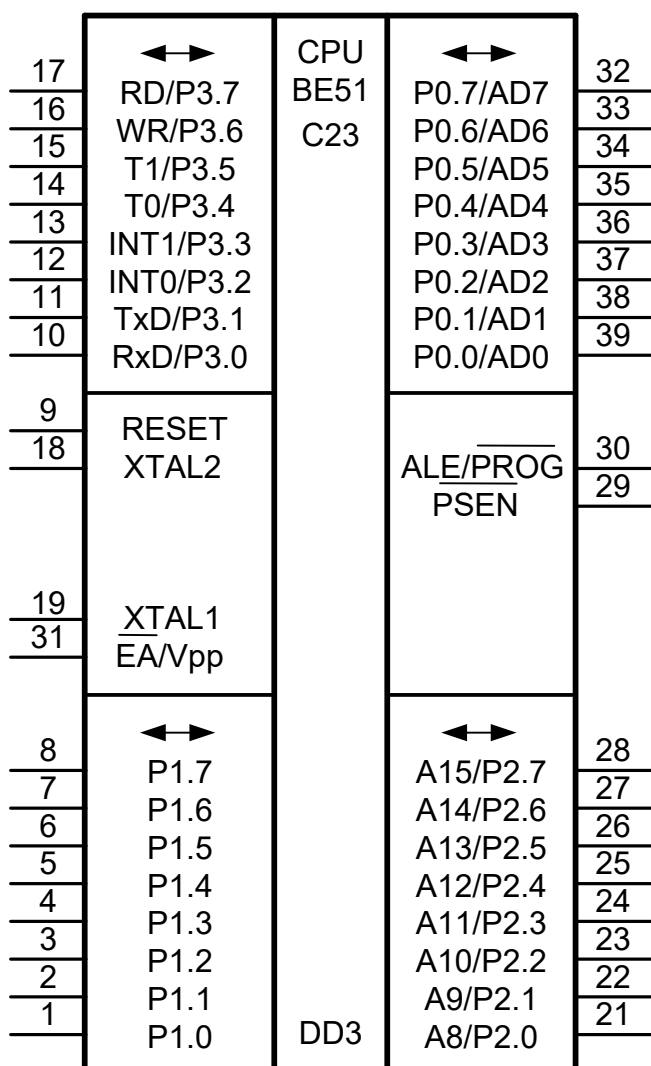


Рисунок 2.3 - Условное графическое изображение микросхемы KP1816BE51

Внешние компоненты могут быть использованы для ускорения переходных процессов. Входной конденсатор необходим только в том случае, если стабилизатор находится на расстоянии более 5 см от фильтрующего конденсатора источника питания.

Основные характеристики KP142EH5A:

- допустимый выходной ток 1А;
- не требуются внешние компоненты;
- внутренняя термозащита;

- защита выходного транзистора;
- внутреннее ограничение тока короткого замыкания.

Условное графическое изображение микросхемы КР142ЕН5А и типовая схема включения приведены на рисунке 2.4.

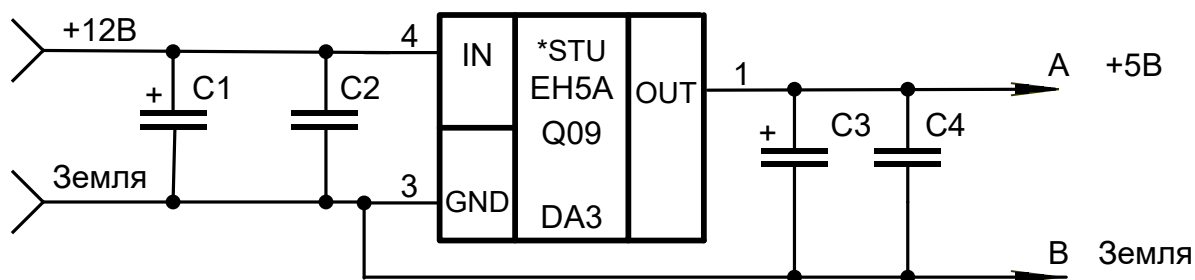


Рисунок 2.4 - Условное графическое изображение микросхемы КР142ЕН5А

Микросхема КР142ЕН8Б - трехвыводной стабилизатор с фиксированным выходным напряжением 12В и током 1,5А.

Основные характеристики КР142ЕН8Б:

- максимальный ток нагрузки - 1,5 А;
- диапазон допустимых входных напряжений – до 35В;
- выходное напряжение – 12В.

Условное графическое изображение микросхемы КР142ЕН8Б и типовая схема включения приведены на рисунке 2.5.

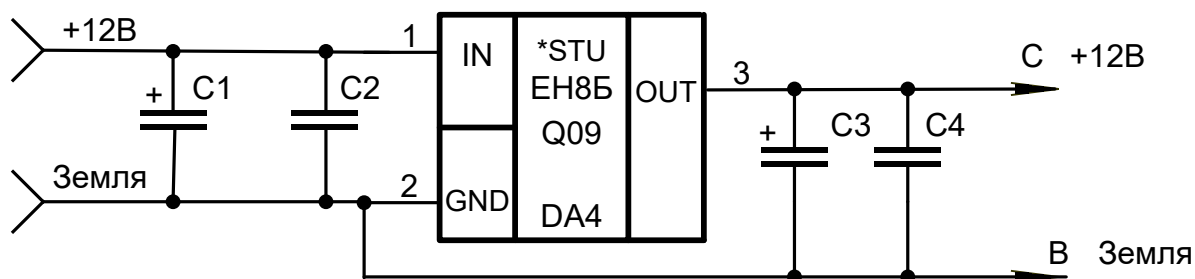


Рисунок 2.5 - Условное графическое изображение микросхемы КР142ЕН8Б

Микросхема К155ИР27 — 8-разрядный регистр с разрешением записи.

Входит в состав серии ТТЛ-типа, выполненной по биполярной технологии с изоляцией р-п переходом.

Условное графическое изображение микросхемы К155ИР27 приведено на рисунке 2.6.

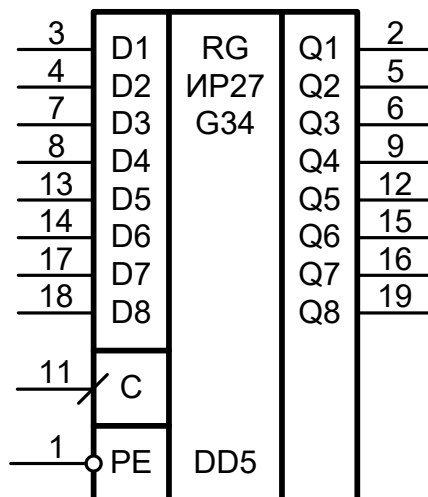


Рисунок 2.6 - Условное графическое изображение микросхемы К155ИР27

Запись информации со входов D1-D8 происходит по переднему фронту сигнала на входе С при PE=0. При PE=1, регистр находится в режиме хранения независимо от сигналов, поступающих на вход С. Выполнен в корпусе, имеющем 20 выводов.

Микросхема К555ИД4, ТТЛШ-типа, представляет собой два идентичных двухвходовых двоично-десятичных дешифратора, объединённых информационными входами 0 и 1 (входные сигналы X1 и X2 соответственно), которые определяют адрес или номер выхода с активным сигналом для обоих входящих в микросхему дешифраторов типа 2-4 (2-to-4). Причём старшим разрядом является вход, обозначенный цифрой 1. Вес этого разряда равен 2^1 . Если на входы дешифратора поступает двоичное слово 10, что соответствует цифре 2 в десятичной системе, активный сигнал в виде логического нуля возможен на выходах 0.2 и 1.2. Но это возможно только при активных сигналах разрешения работы Е0 и Е1. Можно заметить, что номера выводов обеих микросхем и выполняемых функций этими выводами одинаковы.

Условное графическое изображение микросхемы К555ИД4 приведено на рисунке 2.7.

Особенностью организации входов разрешения работы является наличие на них двухвходовых конъюнкторов, что позволяет легко из двух дешифраторов микросхемы организовывать полный дешифратор на 8 выходов. Для образования дополнительного, старшего входа дешифратора с тремя входами (входной сигнал X3) и восемью выходами (типа 3-8) необходимо соответствующим образом соединить входы разрешения, как показано на рисунке 2.7.

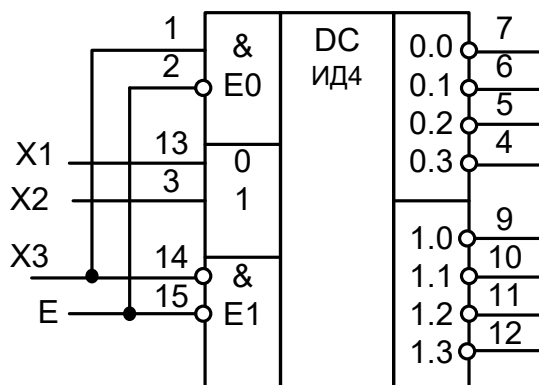


Рисунок 2.7 - Условное графическое изображение микросхемы К555ИД4

Каждый дешифратор имеет свои входы стробирования. У нижнего по схеме дешифратора входы стробирования соединены по «И». Логический «0» на обоих входах разрешает дешифрацию, «1» на любом из них переводит все выходы дешифратора в «1». Верхний по схеме дешифратор имеет стробирующие входы, соединенные по «И», но с инверсией одного из них. Таким образом, дешифрация произойдет при наличии на стробирующих входах сигналов «1» и «0». При любой другой комбинации работа дешифратора будет запрещена (на всех выходах «1»). Таким образом, такая организация позволяет построить дешифратор на 8 всего на одном корпусе без применения дополнительных элементов.

Электрические параметры:

- напряжение источника питания, $U_{и.п.}$, В 5;
- допускаемое отклонение напряжения питания, % 5;
- выходное напряжение логического 0, $U_{вых0}$, В не более 0,4;

- выходное напряжение логической 1, $U_{\text{вых1}}$, В не менее 2,4;
- входное напряжение логического 0, $U_{\text{вых0}}$, В не более 0,8;
- входное напряжение логической 1, $U_{\text{вых1}}$, В не менее 2,0.

Микросхема ОР-07 - прецизионный операционный усилитель (ОУ) с ультранизким смещением нуля имеет очень малое начальное напряжение смещения, исключающее необходимость внешней балансировки входного каскада. ОУ имеет очень низкий входной ток ($\sim 4\text{нА}$) и высокий разомкнутый коэффициент передачи (200В/мВ).

Условное графическое изображение микросхемы ОР-07 приведено на рисунке 2.8.

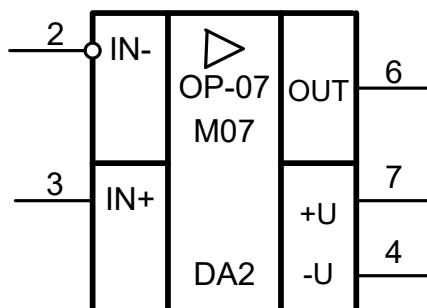


Рисунок 2.8 - Условное графическое изображение микросхемы К555ИД4

Области применения прецизионного операционного усилителя:

- системы управления беспроводных базовых станций;
- системы управления оптической связи;
- инструменты;
- устройства нормирования сигналов датчиков (терморезисторы, термопары, силоизмерители, измерители тока);
- прецизионные фильтры.

Технические параметры ОУ ОР-07:

- малое напряжение смещения - 75мкВ;
- малый дрейф напряжение смещения - 1,3мкВ/°С;
- высокая долговременная стабильность напряжения начального смещения - 1,5мкВ/месяц;

- низкий уровень шумов - 0,6мкВ (пик-пик);
- широкий диапазон изменения величины питающего напряжения - $\pm 3\text{В} \dots \pm 18\text{В}$;
- широкий диапазон выходных сигналов - $\pm 14\text{В}$;
- промышленный диапазон температур - $-40\dots+850\text{С}$;
- корпус - 8-выводной PDIP-8, SOIC_N-8.

Микросхема AD7819 – является быстродействующим, микропроцессорно-совместимым, 8-ми разрядным аналого- цифровым преобразователем (АЦП) с максимальной производительностью 200 К выборок/с. Преобразователь питается от однополярного источника с напряжением от 2,7 В до 5,5 В и содержит АЦП последовательного приближения с временем преобразования 4,5 мкс, цепи выборки/хранения (УВХ), встроенный тактовый генератор и 8-ми разрядный параллельный интерфейс. Параллельный интерфейс предназначен для удобства согласования с микропроцессорами и цифровыми сигнальными процессорами. С использованием только логики декодирования адреса AD7819 с легкостью встраивается в адресное пространство микропроцессора.

Условное графическое изображение микросхемы AD7819 приведено на рисунке 2.9.

При использовании AD7819 в режиме экономии энергопотребления, АЦП автоматически отключается в конце преобразования и включается в начале следующего. Данная функция значительно сокращает энергопотребление АЦП в режиме с низкой пропускной способностью. AD7819, также, может работать в высокоскоростном режиме, когда АЦП не отключается в промежутках между преобразованиями. В таком режиме устройство способно обеспечивать производительность 200 К выборок/с.

АЦП выпускается в малогабаритном, пластиковом корпусе типа 16-lead DIP (ширина 0,3 дюйма), а также в корпусах 16-lead SOIC и 16-lead TSSOP.

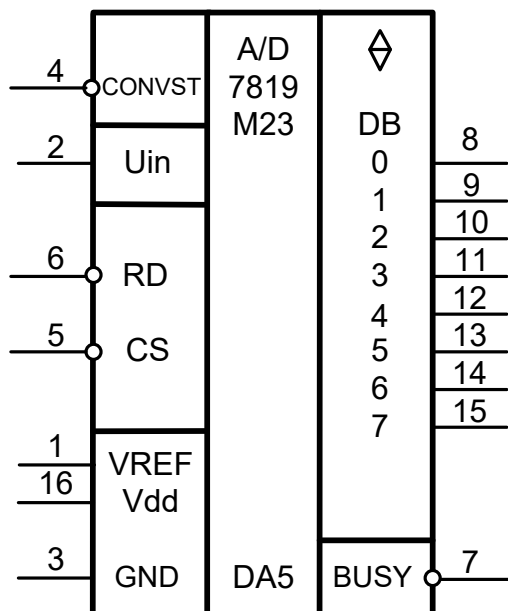


Рисунок 2.9 - Условное графическое изображение микросхемы AD7819

Технические параметры АЦП AD7819:

- встроенная система выборки/ хранения (VBX)
- напряжение питания: от 2,7 В до 5,5 В;
- 8-ми разрядный параллельный интерфейс;
- 8-ми разрядный режим чтения;

Энергопотребление:

- рабочий режим: 10,5 мВт, VDD=3 В;
- режим автоматического отключения: 57,75 мкВт при 1 К выборок/с, VDD=3 В;
- диапазон аналогового входного сигнала: от 0 В до VREF;
- диапазон входного сигнала источника опорного напряжения от 1,2 В до VDD.

Микросхема 40106 содержит в своем составе шесть триггеров Шмитта.

Триггер Шмитта находит широкое применение как в цифровых, так и в аналоговых схемах и позволяет повысить помехоустойчивость системы. Для триггера Шмитта характерным является наличие положительной обратной связи, которая приводит к появлению петли гистерезиса на передаточной характеристике. Триггер Шмитта применяется для формирования

кратковременных фронтов сигнала на выходе из пологих фронтов входного сигнала. Благодаря наличию гистерезисной передаточной функции они позволяют существенно снизить чувствительность схемы к аддитивным помехам, которые суммируются с полезным сигналом.

Условное графическое изображение микросхемы 40106 приведено на рисунке 2.10.

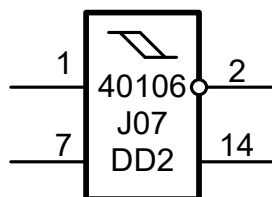


Рисунок 2.10 - Условное графическое изображение микросхемы 40106

Предельные значения параметров микросхемы 40106:

- напряжение питания, В - +3...+18;
- входное напряжение, В - +2,5...+18,5;
- мощность рассеяния на один корпус, мВт – 700;
- рабочая температура, С° - -40...+85;

Временные и частотные параметры микросхемы 40106:

- время задержки фронта импульса (мин.), нс – 40;
- время задержки фронта импульса (тип.), нс – 80;
- время задержки фронта импульса (макс.), нс– 200.

Электрические параметры микросхемы 40106:

- выходное напряжение "0", В - 0,05;
- выходное напряжение "1", В - 9,95;
- входной ток, мкА - 0,1;
- ток потребления (макс) в состоянии покоя, мкА–8;
- выходной ток, мА - 0,9.

Семисегментный светодиодный индикаторный модуль SA56-21 представляет собой четырехразрядный светодиодный индикатор с высотой

символа 14.22мм (0.56 дюйма), выполненный по схеме с общим анодом

Условное графическое изображение семисегментного светодиодного индикаторного модуля SA56-21 приведено на рисунке 2.11.

Основные технические характеристики:

- высота символа 14.22мм (0.56 дюйма);
- малый ток потребления;
- легко устанавливается на печатную плату;
- серый фон, белый сегмент (588 нм);
- I.C. совместимый;
- RoHS совместимый;

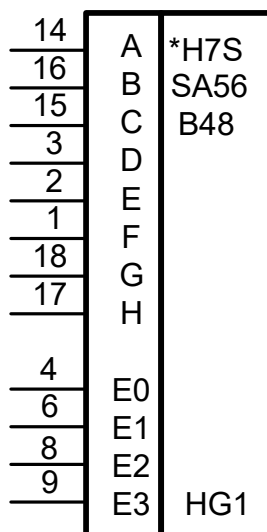


Рисунок 2.11 - Условное графическое изображение семисегментного светодиодного индикаторного модуля SA56-21

2.2.2 Описание схемы электрической принципиальной микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Схема электрическая принципиальная микроконтроллерного измерителя расхода топлива приведена в приложении В (второй лист графической части выпускной квалификационной работы). Схема электрическая принципиальная содержит следующие микросхемы и электрорадиоэлементы:

- микроконтроллер КР1816ВМ51 (DD3);
- дешифратор на два входа и четыре выхода К555ИД4 (DD4);
- 8-разрядный регистр с разрешением записи и параллельным занесением информации К155ИР27 (DD5);
- два стабилизатора напряжения КР142ЕН5А и КР142ЕН8Б (DA3, DA4);
- два прецизионных операционных усилителя ОР-07 (DA1, DA2);
- два быстродействующих 8-ми разрядных аналого-цифровых преобразователя AD7819 (DA5, DA6);
- два триггера Шмитта 40106 (DD1, DD2);
- семисегментный светодиодный индикаторный модуль SA56-21 (HG1);
- транзисторы КТ502А (VT1...VT4);
- механический переключатель КН-П-13;
- резонатор кварцевый РК-169 МА 12МГц (ZQ1), используемый для синхронизации микроконтроллера;
- разъем (X1), с помощью которого на плату микроконтроллерного измерителя расхода топлива подается информация от датчика скорости и датчика расхода топлива, а также напряжение питания от аккумуляторной батареи автомобиля;
- резисторы R1...R22;
- конденсаторы C1...C17.

На микросхемы стабилизаторов напряжения КР142ЕН5А и КР142ЕН8Б подается питающее напряжение, которое преобразуется ими соответственно в стабилизированное напряжение +5В и +12В и в дальнейшем разводится до входов питания остальных элементов схемы.

На основе микросхем триггера Шмитта DD1, операционного усилителя DA1 и элементов R1, R3, C2, C7, C9 собран преобразователь частота-напряжение преобразующий частотно-импульсный сигнал скорости автомобиля, поступающий от датчика скорости через контакт разъема А3 на вывод 1 триггера Шмитта DD1 (см. раздел 1.1.3 расчетно-пояснительной записки).

По аналогичной схеме, на основе микросхем DD2, DA2 и элементов R2, R4,

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

С3, С8, С10 собран преобразователь частота-напряжение преобразующий частотно-импульсный сигнал расхода топлива автомобиля, поступающий от датчика расхода через контакт разъема А5 на вывод 1 триггера Шмитта DD2.

Выходные сигналы преобразователей частота-напряжение через резисторные делители R5, R6 и R7, R8 подаются на входы аналого-цифровых преобразователей DA5, DA6, выходы которых DB0...DB7 параллельно подключены к разрядам P3.0...P3.7 порта P3 микроконтроллера, который настроен на ввод информации. Таким образом, информация о скорости движения и расходе топлива автомобиля в цифровом виде поступает в микроконтроллер для дальнейшей обработки через порт P3 в различные моменты времени. Управление работой АЦП по входам $\overline{\text{CONVST}}$, $\overline{\text{RD}}$ и $\overline{\text{CS}}$ осуществляется микроконтроллером сигналами, формируемыми на выходах P1.2, P1.4, P1.3 и P1.5, P1.7, P1.6 соответственно для первого (DA5) и второго (DA6) АЦП.

Транзисторные ключи на основе транзисторов VT1...VT4 выполняют коммутацию напряжения питания +5 В на входы питания E0...E3 отдельных знакомест семисегментного светодиодного индикаторного модуля SA56-21 (HG1). Управление включением транзисторных ключей осуществляется через базовые резисторы R11...R14 выходными сигналами дешифратора DD4, информационные входы которого подключены к разрядам P0.5, P0.2 порта P0 микроконтроллера DD3. Вход разрешения работы дешифратора (вывод 1) подключен к выходу P0.4 порта P0 микроконтроллера.

Выходы P2.0...P2.7 порта P2 микроконтроллера DD3 подключены к входам параллельного приема информации регистра DD5, выходы которого через токоограничивающие резисторы R15...R22 подключены к входам сегментов А, В...Н семисегментного светодиодного индикаторного модуля HG1.

При включении питания происходит инициализация микроконтроллера DD1 (конфигурирование портов ввода/вывода, инициализация регистров). После чего микроконтроллер обращается к памяти программ для получения инструкций дальнейшей работы в соответствии с алгоритмом функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Более подробно функционирование разработанного устройства описано в разделе 1 настоящей расчетно-пояснительной записки.

Перечень элементов схемы электрической принципиальной микроконтроллерного измерителя расхода топлива приведен в приложении Г.

2.2.3 Расчет параметров блока индикации микроконтроллерного измерителя расхода топлива

В качестве индикаторов семисегментного светодиодного индикаторного модуля HG1 используются светодиодные сборки с общим анодом, ток сегмента которых 20 мА, а падение напряжения на сегменте 2В.

Транзисторы VT1...VT4 для реализации ключей в схеме выбираются так, чтобы ток коллектора транзистора превосходил ток свечения семи сегментов индикатора ($I_K \geq 140$ мА). Так как схема включения используемого индикатора - с общим анодом, и активным является низкий уровень сигнала, то должен использоваться р-н-р транзистор. Исходя из этих условий, используются транзисторы KT502А.

Сопровитления R15 – R22 рассчитываются следующим образом. Так как напряжение насыщения коллектор-эмиттер транзистора равно 0,5 В, а падение напряжения на светодиоде – 2 В, падение напряжения на всей цепи 5В и ток светодиода равен 20 мА, то:

$$R_{15} \dots R_{22} = (5 - 0,5 - 2) / (20 \cdot 10^{-3}) = 2,5 / (20 \cdot 10^{-3}) = 0,125 \cdot 10^{-3} = 125 \text{ Ом.}$$

Таким образом, номиналы сопротивлений R15...R22 имеют стандартное значение 120 Ом.

Так как ток коллектора должен составлять 140 мА для нормального свечения сегментов индикатора, то с учетом $h_{21Э}$ транзистора, равного 69 имеем ток базы:

$$I_B = I_K / h_{21Э} = 140 / 69 \approx 2 \text{ мА.}$$

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

В случае если $U_{вх}=U_0$ (напряжение низкого уровня – 0,4 В) транзисторный ключ открыт ($U_{бэ}=0,7$ В). Тогда напряжение на R11...R14 рассчитывается следующим образом:

$$U_{R11}=5-U_{бэ}-U_0=5-0,7-0,4=3,9 \text{ В.}$$

Ток через R11:

$$I_{R11}=I_6=2 \text{ мА.}$$

Следовательно:

$$R11=3,9/2=1,9 \text{ кОм.}$$

Из таблицы выбираем стандартный номинал 1,8 кОм.

Таким образом, номиналы сопротивлений R11...R14 равны 1,8 кОм.

В случае если $U_{вх}=U_1$ (напряжение высокого уровня – 4,5 В) транзисторный ключ закрыт ($U_{бэ} < 0,4$ В), и ток через него не протекает.

2.3 Разработка программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива

2.3.1 Разработка алгоритма и программы

Укрупненная схема алгоритма функционирования программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива приведена на рисунке 2.12.

Из рисунка 2.12 видно, что в структуре программного обеспечения можно выделить следующие основные программные модули, фрагменты программы или подпрограммы:

- инициализация, то есть установка режима работы, задание необходимых параметров и разрешение прерываний от таймера (блоки 1 и 2 схемы алгоритма функционирования программной части);
- бесконечный цикл ожидания запроса прерывания от таймера (блок 3 схемы алгоритма);

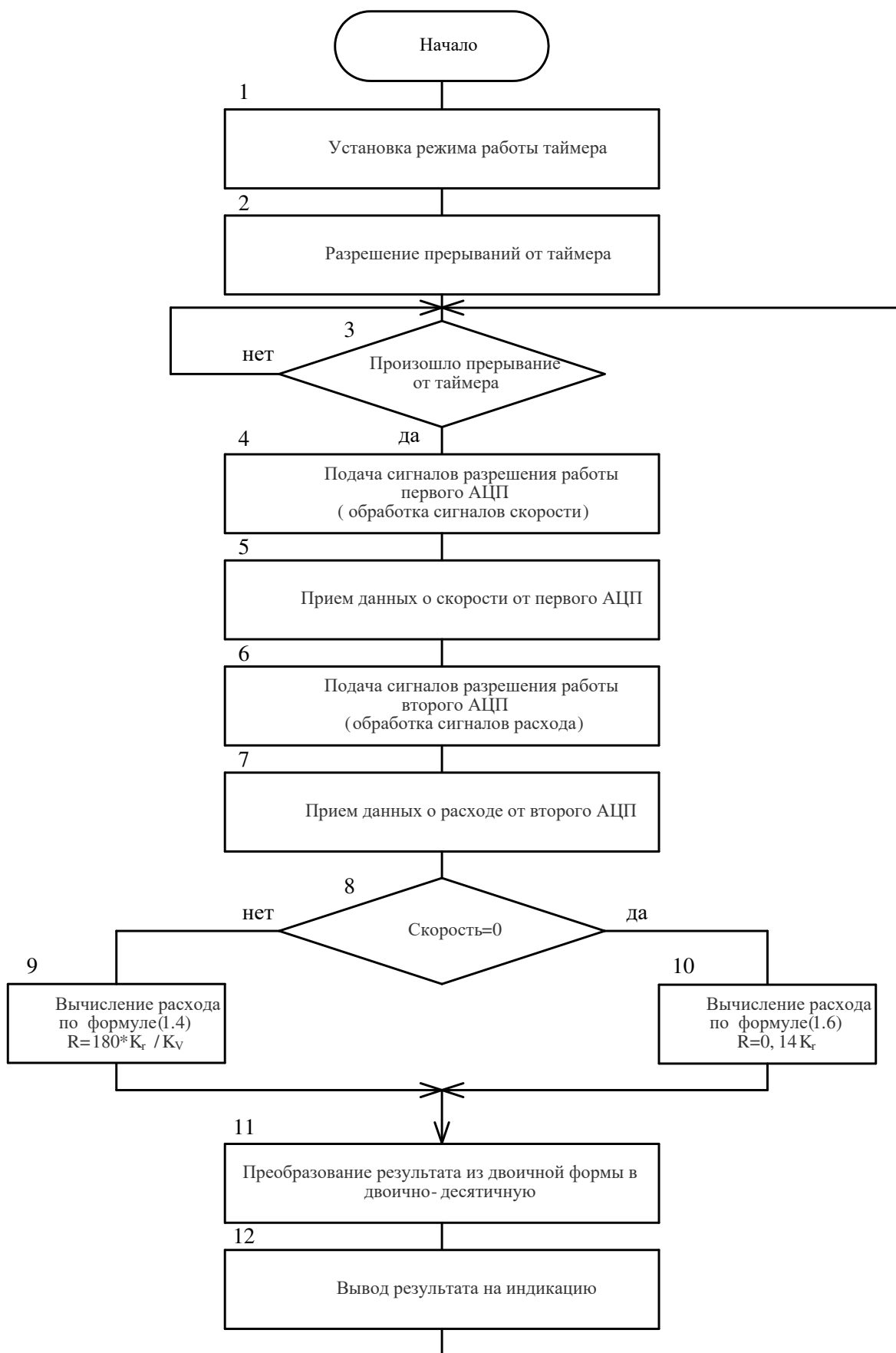


Рисунок 2.12 - Схема алгоритма функционирования программной части

- опрос датчика скорости, то есть формирование сигналов управления работой первого аналого-цифрового преобразователя и ввод информации о скорости автомобиля (блоки 4, 5 схемы алгоритма);

- опрос датчика расхода топлива, то есть формирование сигналов управления работой второго аналого-цифрового преобразователя и ввод информации о расходе топлива автомобиля (блоки 6, 7 схемы алгоритма);

- анализ факта движения автомобиля (скорость не равна нулю) либо его остановки в противном случае (блок 8 схемы алгоритма);

- вычисление расхода топлива по формулам (1.4) или (1.6) в зависимости от скорости автомобиля, см. раздел 1.2 расчетно-пояснительной записки (блоки 9, 10 схемы алгоритма соответственно);

- преобразование результата из двоичной формы в двоично-десятичную (блок 11 схемы алгоритма);

- вывод результата измерения расхода топлива на индикацию (блок 12 схемы алгоритма).

Более подробного рассмотрения требуют алгоритмы реализации формул, управления работой аналого-цифровых преобразователей и ввода информации о скорости и расходе топлива автомобиля, преобразования результата из двоичной системы счисления в десятичную, организация динамического вывода результатов измерений на индикацию.

Подробная схема программы вычисления расхода топлива в зависимости от скорости автомобиля в соответствии с выражениями (1.4) или (1.6) приведена на рисунке 2.13.

На рисунке 2.14 приведена схема подпрограммы деления четырехбайтного числа на двухбайтное, которая используется программой вычисления расхода топлива.

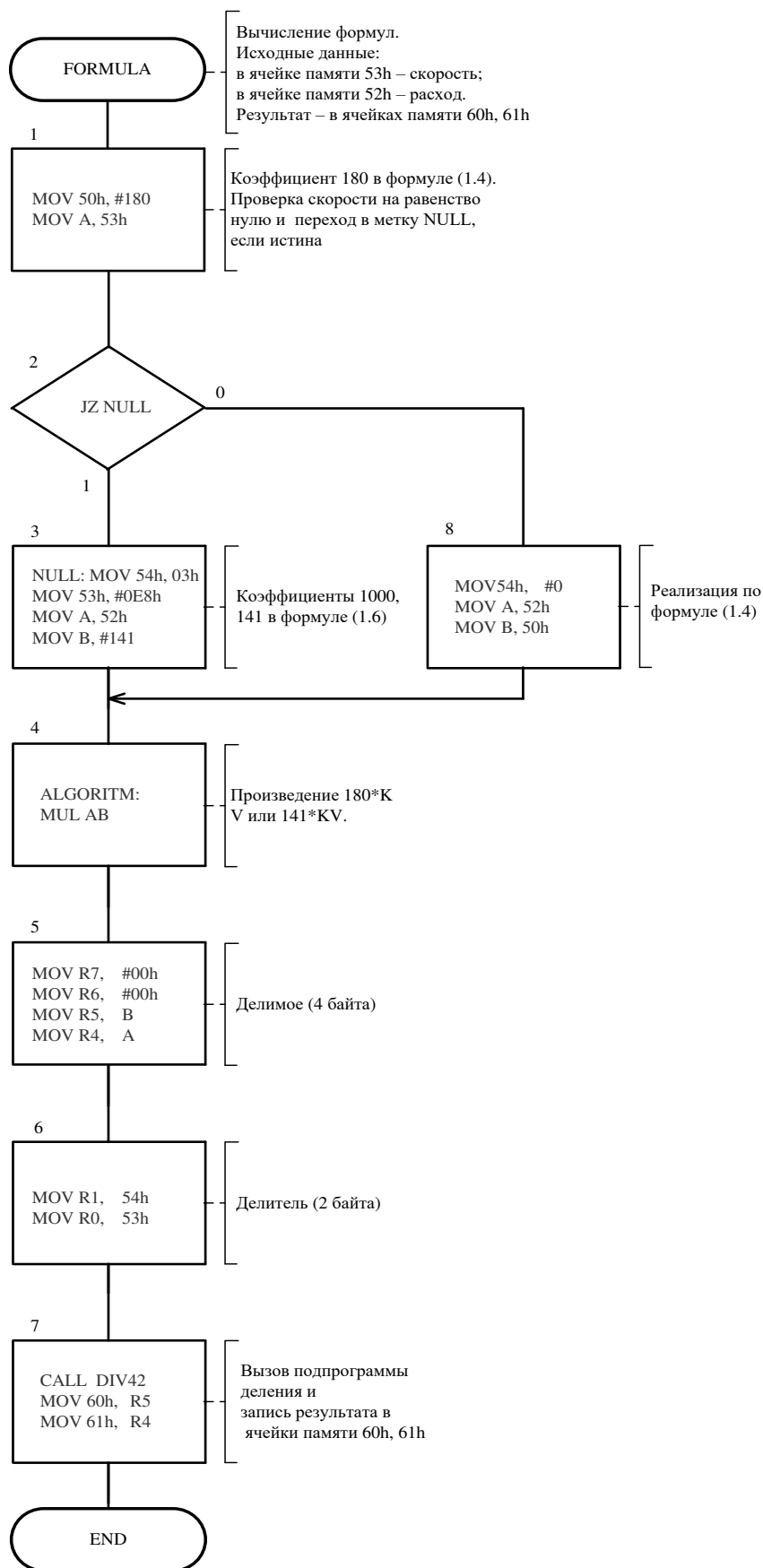


Рисунок 2.13 - Схема программы вычисления расхода топлива

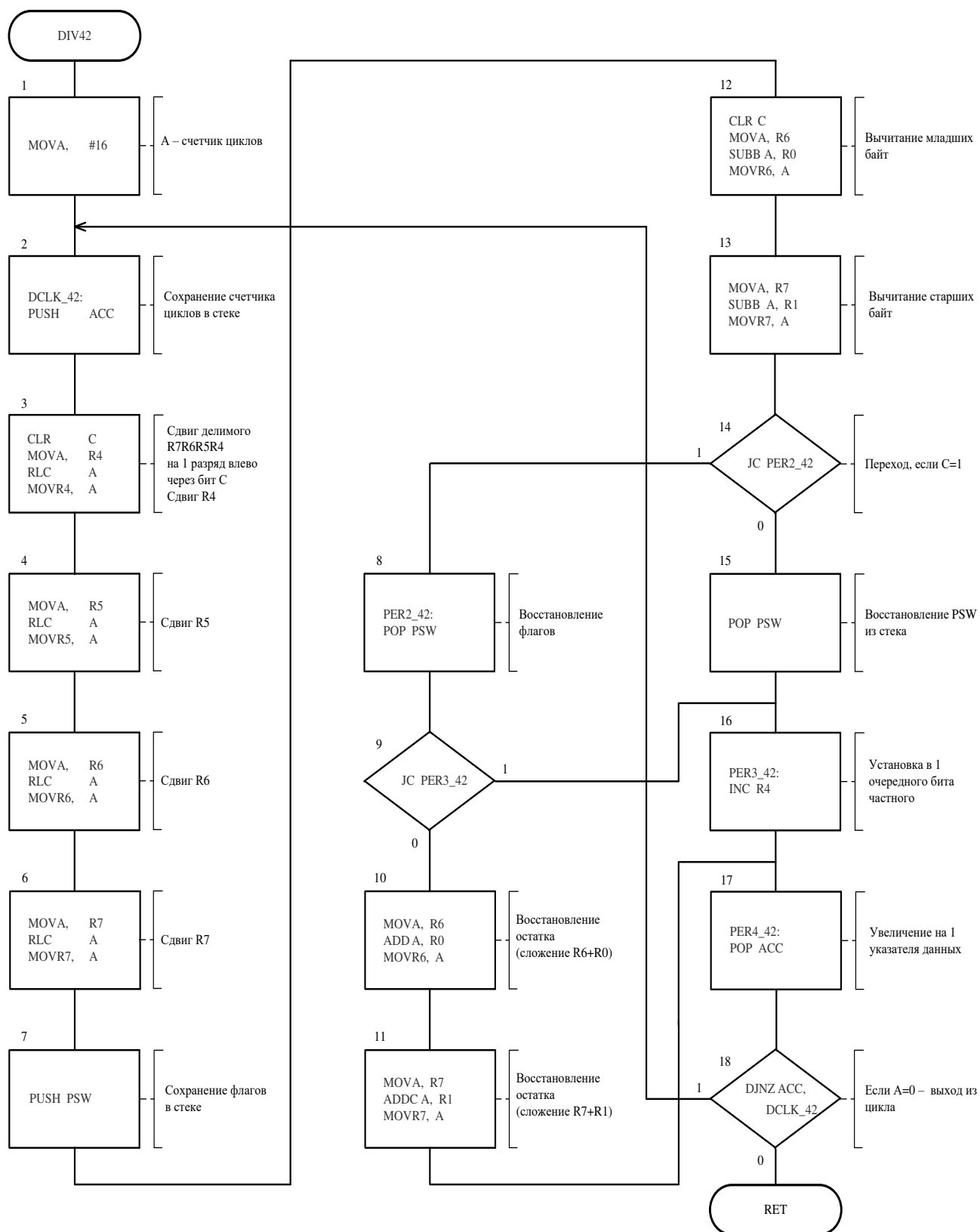


Рисунок 2.14 - Схема подпрограммы деления

Алгоритм преобразования чисел из двоичной (шестнадцатеричной) системы счисления в десятичную известны и их реализация в случае, когда разрядность исходных чисел не превышает одного байта не вызывает затруднений. В нашем случае требуется преобразовать двоичное число, состоящее из трех тетрад (12 двоичных разрядов) в соответствующее двоично-десятичное.

Укрупненная схема алгоритма двоично-десятичного преобразования приведена на рисунке 2.15

Рассмотрим подробно алгоритм преобразования многоразрядных чисел из двоичной системы счисления в двоично-десятичную, ориентированный на реализацию в микроконтроллерной системе.

Известно, что число N , представленное в любой позиционной системе счисления может быть записано в так называемом развернутом виде следующим образом:

$$N = a_{n-1} \cdot p^{n-1} + a_{n-2} \cdot p^{n-2} + \dots + a_1 \cdot p^1 + a_0 \cdot p^0,$$

где p – основание системы счисления;

n – разрядность числа;

a_i – цифра i -го разряда числа.

Значит, сущность преобразования числа из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную для случая трехразрядного шестнадцатеричного числа может быть отражена следующей формулой:

$$a_2 \cdot 16^2 + a_1 \cdot 16^1 + a_0 \cdot 16^0 = b_2 \cdot 10^2 + b_1 \cdot 10^1 + b_0 \cdot 10^0,$$

или:

$$a_2 \cdot 256 + a_1 \cdot 16 + a_0 = b_2 \cdot 100 + b_1 \cdot 10 + b_0 \quad (2.1)$$

Таким образом, в результате преобразования необходимо определить значения переменных b_2 , b_1 , b_0 (значения цифр десятичного числа), при которых выполняется равенство (2.1).

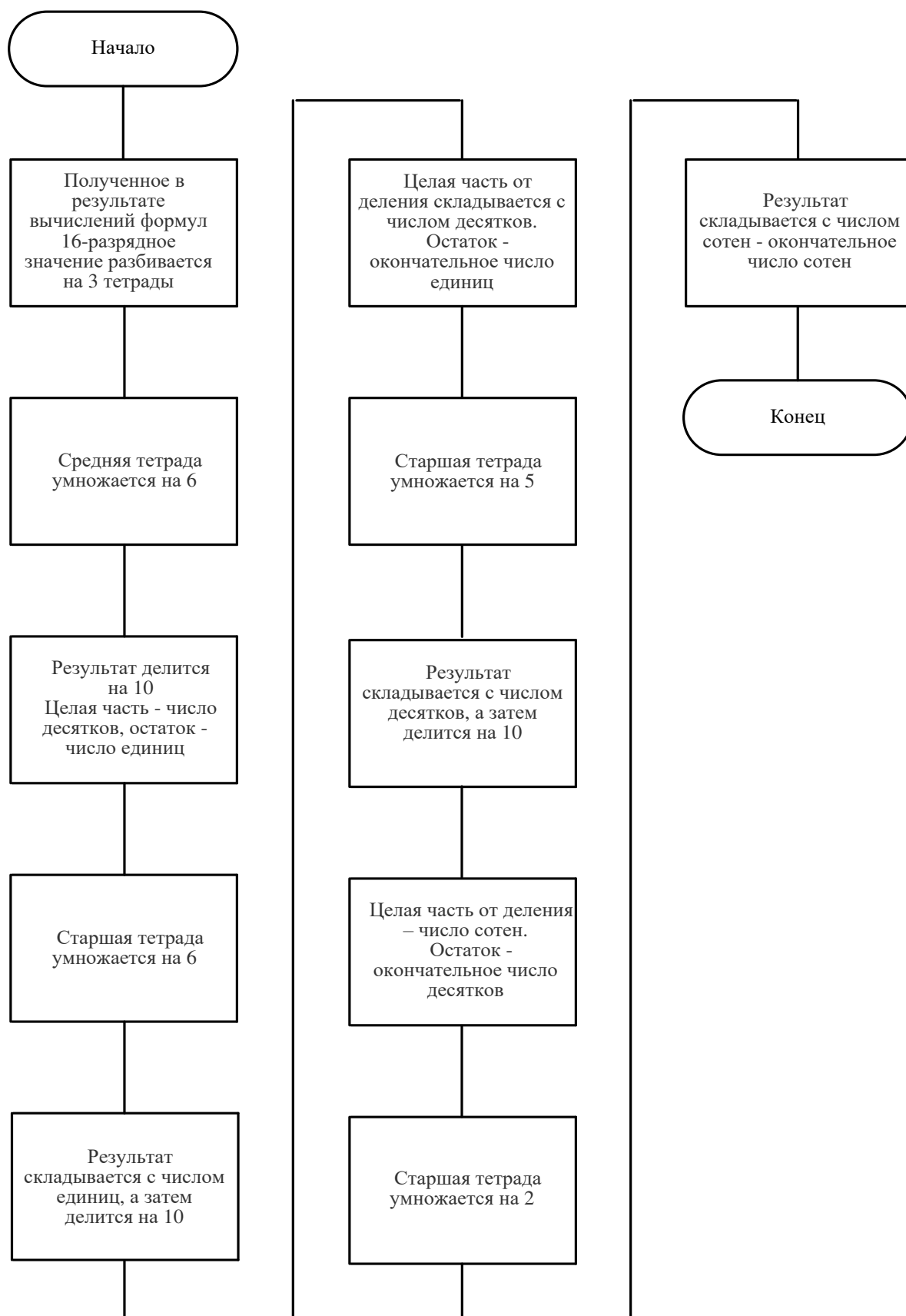


Рисунок 2.15 – Укрупненная схема алгоритма двоично-десятичного преобразования

Общее количество единиц в трехразрядном шестнадцатеричном числе равно:

$$N=a_2*256+a_1*16+a_0 \quad (2.2)$$

Представим выражение (2.2) в виде:

$$N=a_2*(200+50+6)+a_1*(10+6)+a_0. \quad (2.3)$$

Наша задача – преобразовать число N к виду:

$$N=b_2*100+b_1*10+b_0.$$

Другими словами, необходимо определить количество сотен, десятков и единиц, содержащихся в числе N.

Известно, что при делении любого целого числа (числа единиц) на 10 целая часть частного представляет собой количество десятков, а дробная – число единиц, содержащееся в данном числе.

Предлагается следующий алгоритм преобразования чисел из двоичной (шестнадцатеричной) системы счисления в десятичную (алгоритм преобразования трехразрядного шестнадцатеричного числа).

Так как a_0 (младший разряд преобразуемого числа) в явном виде представляется количеством единиц, то будет учитываться на последующих шагах алгоритма преобразования.

Для второго (среднего) разряда имеем:

$$a_1*(10+6)/10=10*a_1/10+6*a_1/10=a_1+6*a_1/10. \quad (2.4)$$

Первое слагаемое выражения (2.4) (a_1) показывает количество десятков, содержащихся в числе непосредственно, а при подсчете частного целая часть результата показывает количество десятков (a_1^1), а дробная часть – количество единиц (a_0^1), которое наряду с a_0 будет учтено в дальнейшем.

Для третьего (старшего) разряда преобразуемого числа имеем:

$$a_2*256=a_2*(200+50+6)=a_2*200+a_2*50+a_2*6,$$

где каждый член суммы показывает количество единиц в преобразуемом числе.

Разделив первый член суммы справа от знака равенства на 100, получим количество сотен в числе (всегда целое число):

$$a_2 * 200 / 100 = 2 * a_2.$$

Разделив второй член суммы справа от знака равенства на 10, получим количество десятков в числе (всегда целое число):

$$a_2 * 50 / 10 = 5 * a_2.$$

При работе с третьим членом суммы необходимо учесть количество единиц, определенных на первых шагах алгоритма (см. выше):

$$N_{ед} = a_2 * 6 + a_0 + a_0^1.$$

Разделив данное выражение на 10, в целой части результата получим количество десятков (a_1^{11}), которое необходимо учесть в дальнейшем, а в дробной части – окончательное количество единиц в результирующем числе (b_0).

Далее определяем количество десятков, содержащихся в числе, разделив количество десятков на 10:

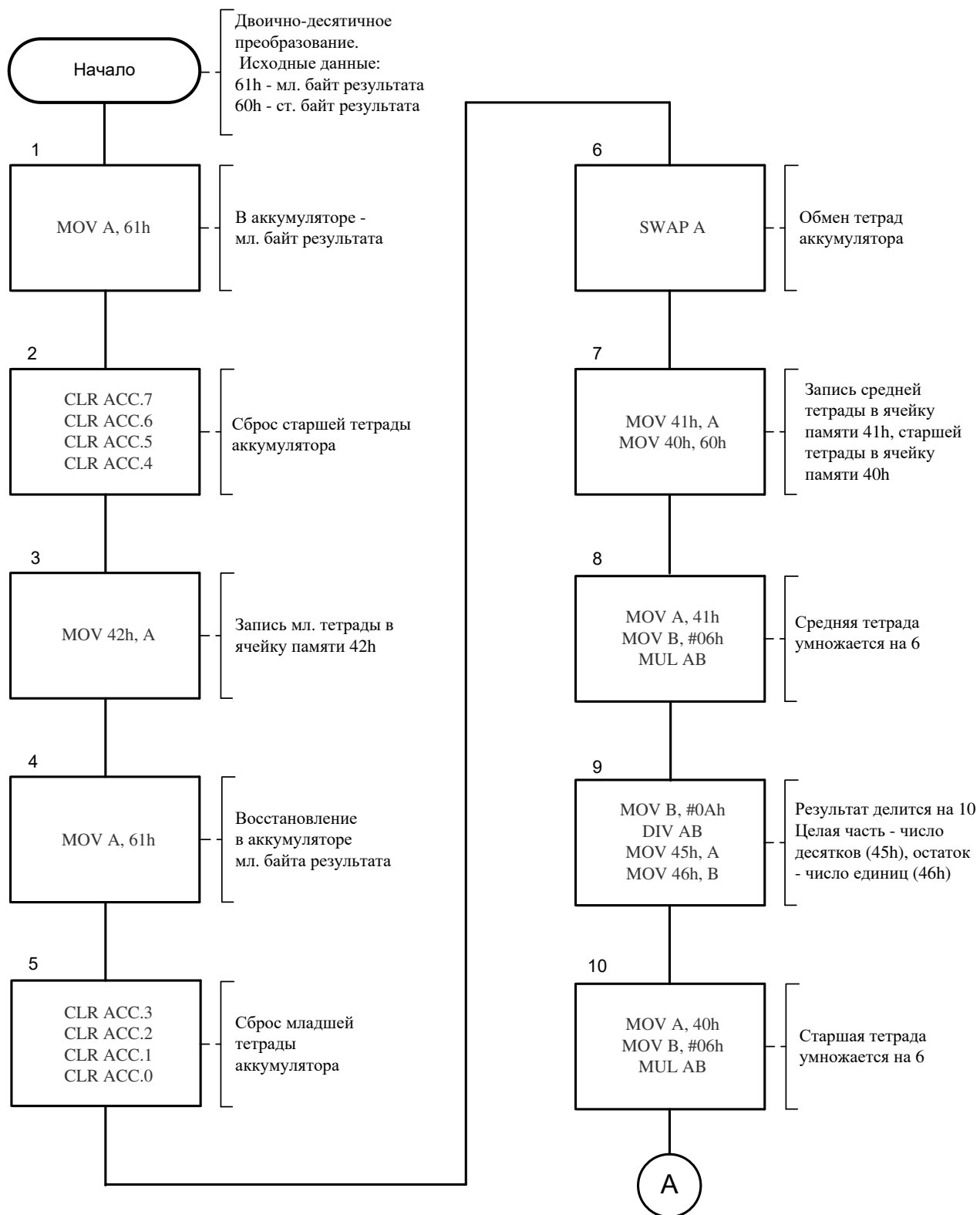
$$N_{дес} = (5 * a_2 + a_1 + a_1^1 + a_1^{11}) / 10.$$

Дробная часть частного показывает количество десятков (b_1), а целая – количество сотен (a_2^1), которое необходимо учесть в окончательном результате.

Общее количество сотен, содержащееся в результирующем числе, определяется в соответствии с выражением:

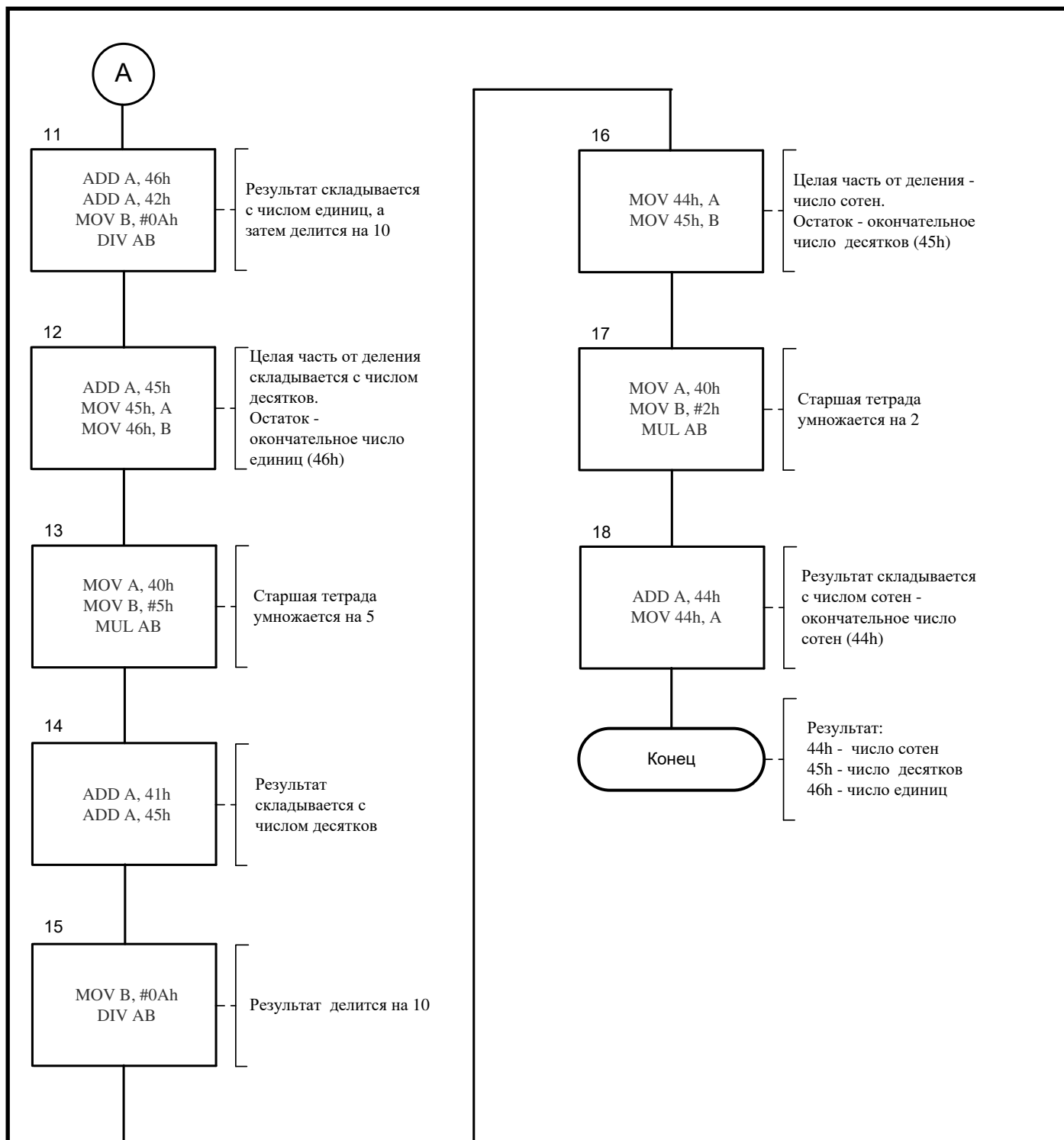
$$b_2 = 2 * a_2 + a_2^1.$$

Детализированная схема программы, реализующей преобразование результата измерений из двоичной формы в двоично-десятичную в соответствии с алгоритмом, рассмотренным выше, приведена на рисунках 2.16, (а) и 2.16 (б).



а)

Рисунок 2.16 - Схема программы двоично-десятичного преобразования



б)

Рисунок 2.16 - Схема программы двоично-десятичного преобразования
(продолжение)

Рассмотрим алгоритм взаимодействия микроконтроллера с АЦП AD7819. Для обмена с микроконтроллером используются три входных сигнала АЦП:

- старт преобразования $\neg$ CONVST;
- выборка кристалла $\neg$ CS;
- чтение $\neg$ RD.

Результат аналого-цифрового преобразования читается микроконтроллером с выходов DB0...DB7 АЦП.

Временные диаграммы сигналов на выводах $\neg$ CONVST, $\neg$ CS, $\neg$ RD и DB0...DB7 приведены на рисунке 2.17.

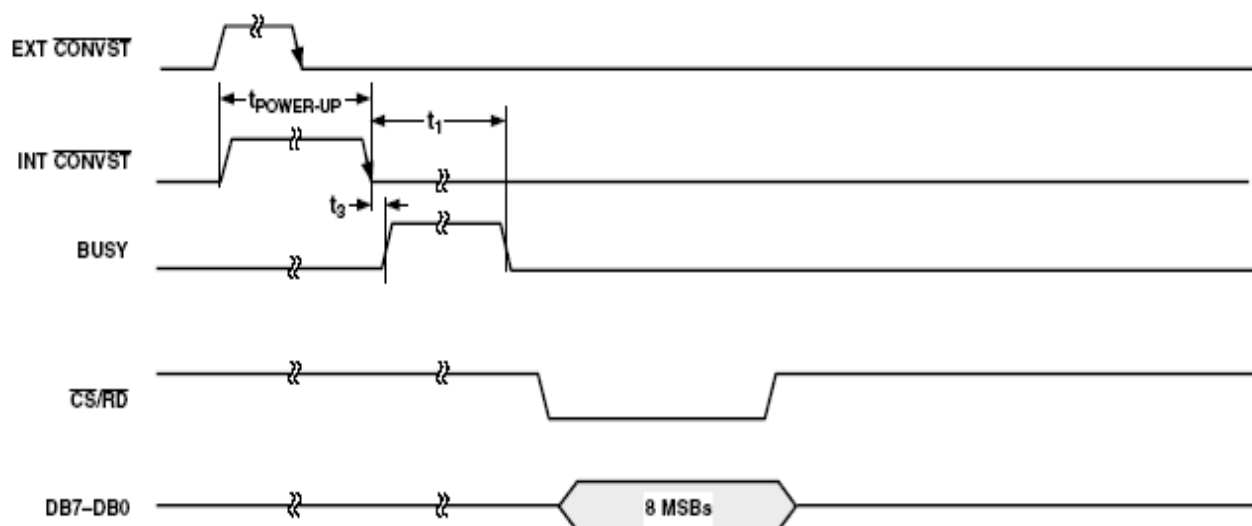


Рисунок 2.17 - Временные диаграммы работы AD7819

Алгоритм взаимодействия микроконтроллера с АЦП AD7819 следующий. Сначала микроконтроллер подает сигнал старта преобразования, формируя высокий уровень на входе АЦП $\neg$ CONVST (выходы P1.2 или P1.5 микроконтроллера при работе соответственно в первом или втором АЦП, см. приложение В ,схема электрическая принципиальная). Затем, через небольшую задержку микроконтроллер формирует низкий уровень сигнала на входе АЦП $\neg$ CONVST (другими словами, на входе $\neg$ CONVST АЦП необходимо сформировать

положительный импульс, минимальная длительность которого составляет 0,5 мкс) и вновь выполняет задержку, несколько превышающую время преобразования АЦП (4,5 мкс). Высокий уровень сигнала на выходе BUSY говорит о занятости АЦП процессом преобразования. По окончании процесса преобразования необходимо сформировать низкие уровни сигналов на входах $\neg CS$, $\neg RD$ (выходы P1.3 (P1.6) и P1.4 (P1.7) микроконтроллера). При этом результаты аналого-цифрового преобразования появляются на выходе АЦП (выводы DB0...DB7). Далее производится чтение выходных сигналов АЦП (чтение порта P3 микроконтроллера, к которому подключены АЦП, см. раздел 2.2.2, описание схемы электрической принципиальной). После этого на входах $\neg RD$, $\neg CS$ формируются высокие уровни. На этом цикл запуска преобразования и считывания информации завершается.

Подробные схемы программ микроконтроллерного измерителя расхода топлива приведены в приложении Д (третий и четвертый лист графической части выпускной квалификационной работы. На листе 3 приведена схема программы двоично-десятичного преобразования. На листе 4 приведена схема программы реализации формул, которая включает подпрограмму деления четырехбайтового числа на двухбайтовое с получением двухбайтового частного).

Листинг программы приведен в приложении А. Листинг программы снабжен достаточным количеством комментариев, и не нуждается в более подробных пояснениях.

2.3.2 Отладка и тестирование программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива

Отладка и тестирование программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива проводилась с использованием программных средств изучения и проектирования микроконтроллерных систем на основе микроконтроллера MCS51 - электронного симулятора [19].

Электронный симулятор предназначен для освоения программирования

микроконтроллеров семейства MCS51 и для программирования и отладки совместной работы микроконтроллера с основными компонентами микропроцессорных систем управления. Электронный симулятор представляет собой программную модель лабораторного стенда, построенного на основе микроконтроллера семейства MCS51 и содержащего набор внешних периферийных устройств, наиболее часто используемых при построении микропроцессорных систем управления. Кроме того, электронный симулятор имеет в своем составе необходимый набор программных средств, предназначенных для разработки и отладки программного обеспечения микроконтроллерных систем.

Функциональная схема модели лабораторного стенда приведена на рисунке 2.18.

Стенд включает в себя следующие основные компоненты:

- микроконтроллер 8051, являющийся ядром всей микроконтроллерной системы;
- схему подключения блока светодиодов (LED0...LED7), цифроаналогового преобразователя (ЦАП) (DAC) и дисплея на семисегментных светодиодных индикаторах (DISP0...DISP3);
- схему подключения жидкокристаллического (ЖК) индикатора (LCD modul);
- схему подключения блока механических переключателей (SW0...SW7) и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (ADC);
- схему подключения компаратора (comparator);
- схему подключения электродвигателя (bridge driver, motor sensor) и универсального асинхронного приёмопередатчика (УАПП) (UART);
- схему подключения клавиатуры матричного типа (keypad).

Кроме того, стенд включает источник постоянного напряжения, линейно изменяющегося в диапазоне от 0 до +5В, служащего для формирования входных аналоговых сигналов (analog input voltage) и осциллограф (scope), предназначенный для контроля выходного сигнала ЦАП.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

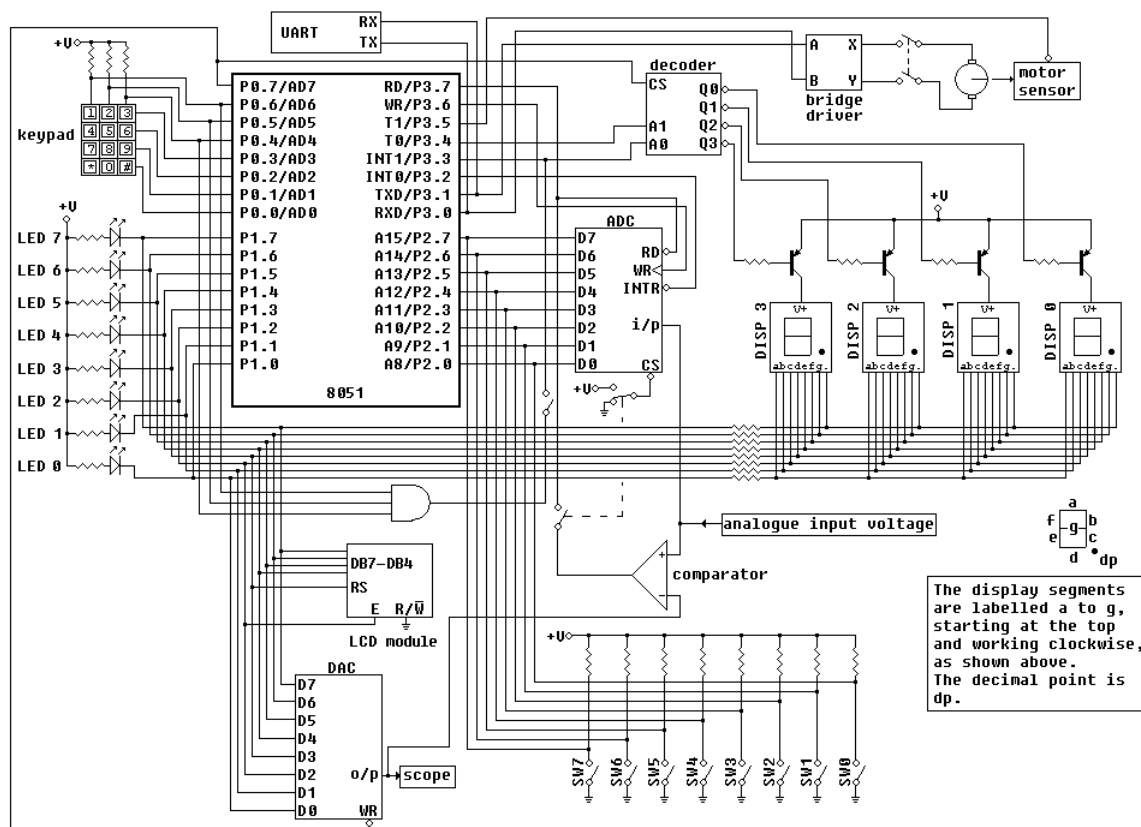


Рисунок 2.18 - Функциональная схема модели лабораторного стенда

На рисунке 2.19 приведен внешний вид модели лабораторного стенда. Рассмотрим основные компоненты пользовательского интерфейса, их функции и связь с элементами функциональной схемы модели лабораторного стенда.

На рисунке 2.19 можно выделить четыре основных панели, имеющих различное функциональное назначение:

- панель микроконтроллера;
- панель ассемблерного кода;
- панель периферийного оборудования;
- панель отображения состояния линий портов ввода/вывода микроконтроллера и их коммутации с периферийным оборудованием.

Рассмотрим функциональное назначение перечисленных панелей, основные компоненты пользовательского интерфейса и возможности по управлению моделью, предоставляемые пользователям.

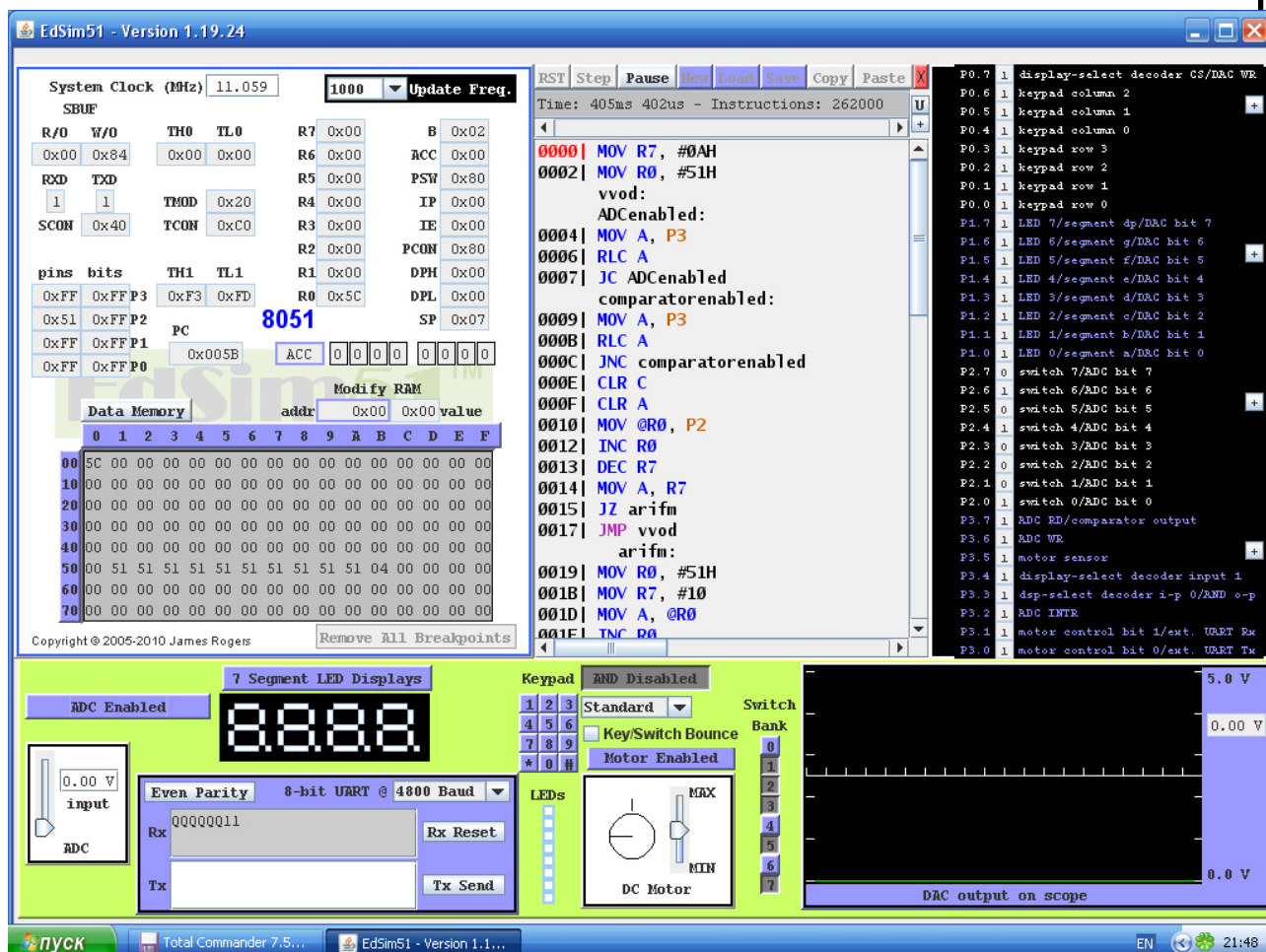


Рисунок 2.19 - Внешний вид модели лабораторного стенда

Панель микроконтроллера. Внешний вид панели микроконтроллера приведен на рисунке 2.20.

Данная панель дает доступ пользователю ко всем регистрам и данным памяти микроконтроллера 8051. Содержимое полей белого цвета может быть непосредственно отредактировано, а содержимое полей серого цвета редактированию не подлежит. Например, содержимое полей битов регистров-защелок портов (port latch bits) могут быть изменены напрямую пользователем, а контакты вывода портов (port pins) контролируется внешними периферийными устройствами и поэтому их содержимое не может быть изменено. Кроме того, нельзя изменять содержимое счетчика команд (PC).

System Clock (MHz) 12.0 10000 Update Freq.

SBUF

R/O	W/O	TH0	TL0	R7	0x00	B	0x00
0x00	0x00	0x00	0x00	R6	0x00	ACC	0x00
RXD	TXD			R5	0x00	PSW	0x00
1	1	TMOD	0x00	R4	0x00	IP	0x00
SCON	0x00	TCON	0x00	R3	0x00	IE	0x00
				R2	0x00	PCON	0x00
pins	bits	TH1	TL1	R1	0x00	DPH	0x00
0xFF	0xFF	P3	0x00	R0	0x00	DPL	0x00
0xFF	0xFF	P2				SP	0x07
0xFF	0xFF	P1					
0xFF	0xFF	P0					

PC 0x0000

8051

ACC 0 0 0 0 0 0 0 0

Modify RAM

Data Memory

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
30	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
40	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
50	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
60	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Copyright © 2005-2010 James Rogers Remove All Breakpoints

Рисунок 2.20 - Панель микроконтроллера

При наведении курсора мыши на название регистра появляется его адрес (см. рисунок 2.21).

IE	0x00
PCON	0x00
PSW	0x00
DPL	0x00
SP	0x07

addr: 0x87

Рисунок 2.21 – Пример индикации адреса регистра

Битовые поля. На рисунке 2.20 показаны отдельные биты аккумулятора (ACC). Пользователь может ввести любой адрес или SFR имя в синее поле ввода, и биты введенного адреса будут отображены в соответствующих полях. Кроме того,

можно навести курсор мыши на один из битов и увидеть его описание. На рисунке 2.22. показано битовое поле регистра режима таймера/счетчика(TMOD)

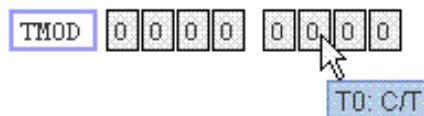


Рисунок 2.22 – Просмотр функционального назначения одного из битов регистра TMOD

Обратите внимание, второй бит является битом выбора режима работы таймера (counter/timer). Так же обратите внимание на то, что фон битового поля серый, так как отсутствует адресация к отдельным битам регистра TMOD, т.е. пользователь не может изменить эти биты непосредственно.

На рисунке 2.23 показаны отдельные биты слова состояния процессора (PSW). PSW адресуется битами, поэтому фон данного битового поля является белым, следовательно, пользователь напрямую может изменить отдельные биты PSW.

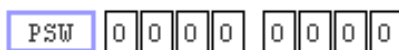


Рисунок 2.23 – Просмотр состояния битов PSW

Набрав адрес ячейки резидентной памяти данных (РПД) в поле ввода синего цвета можно посмотреть битовую структуру введенного адреса (от 0 до 7FH). Если выбранная ячейка допускает битовый режим адресации, то биты будут иметь белый фон и, следовательно, пользователь сможет изменить любые из 8 бит (рисунок 2.24, а). Если выбранная ячейка не допускает битовый режим адресации, то фон битового поля серый и пользователю запрещено изменять биты непосредственно (рисунок 2.24, б).

Память программ и память данных. По умолчанию при запуске программы симулятора EdSim51 в нижней части панели микроконтроллера отображается память данных (Data Memory) (см. рисунки 2.19, 2.20). Содержимое любой ячейки

оперативной памяти с адресами в диапазоне от 00H до 7FH может быть изменено путем ввода адреса в поле ввода синего цвета (addr), а затем введением нужного значения в поле ввода данных, помеченного как value.

0x26 0 0 0 0 0 0 0 0

а)

0x35 0 0 0 0 0 0 0 0

б)

Рисунок 2.24 – Просмотр содержимого ячеек РПД

Память программ может быть просмотрена и отредактирована, аналогичным образом. Для переключения между памятью данных и памятью программ, пользователь должен нажать на кнопку, которая называется «Память данных» (Data memory), когда отображается область памяти данных или «Память программ» (Code Memory), когда в окне отображается область памяти программ.

Первые 127 байт памяти программ отображаются на дисплее. Для просмотра другой области памяти кода, необходимо ввести ее начальный адрес в поле ввода синего цвета (addr).

Так же как и в памяти данных, содержимое ячейки памяти, адрес которой содержится в поле ввода синего цвета (addr) может быть изменено путём ввода нового значения в поле value. Тем не менее, следует отметить, что это приведет к тому, что машинный код и ассемблерная программа, отображаемая на панели ассемблерного кода будут разными.

Используя вышеперечисленные возможности модели лабораторного стенда, в ходе выполнения выпускной квалификационной работы была проведена отладка основных программных модулей микроконтроллерного измерителя расхода топлива, а именно:

- модуля программы вычисления расхода топлива в соответствии с формулами (1.4), (1.6);

- подпрограммы многобайтового деления;
- модуля двоично-десятичного преобразования.

К сожалению, моделирование информационного обмена микроконтроллерного измерителя расхода топлива с внешними периферийными устройствами (датчиком скорости автомобиля и датчиком расхода топлива) посредством аналого-цифрового преобразователя с применением рассмотренной модели лабораторного стенда не представляется возможным, так как состав периферийного оборудования лабораторного стенда и разрабатываемой системы различен.

Результаты отладки и тестирования программного модуля вычисления расхода топлива по формулам (1.4) или (1.6) в зависимости от скорости автомобиля приведены на рисунках 2.25, 2.26.

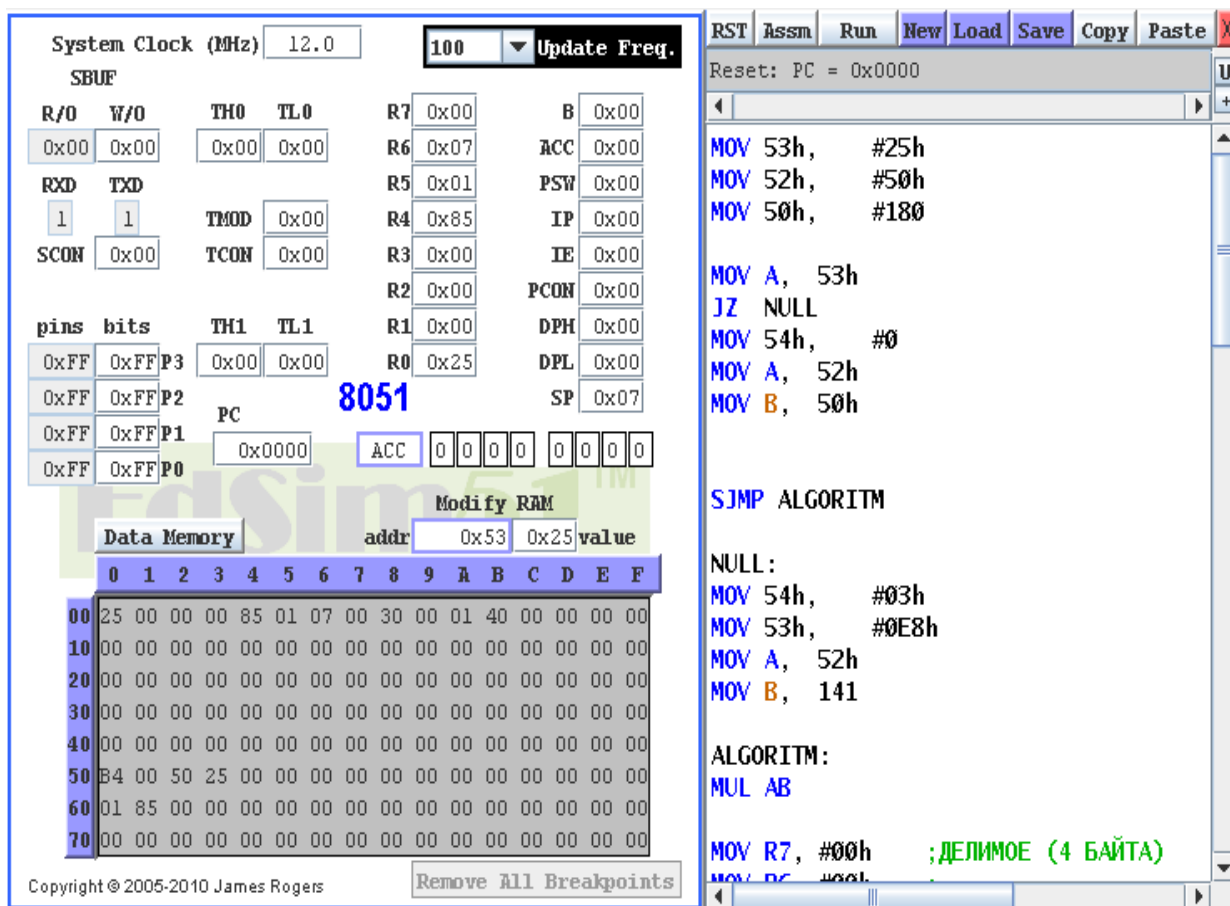


Рисунок 2.25 - Результаты тестирования программы
при 53h=25h, 52h=50h, 50h=B4h

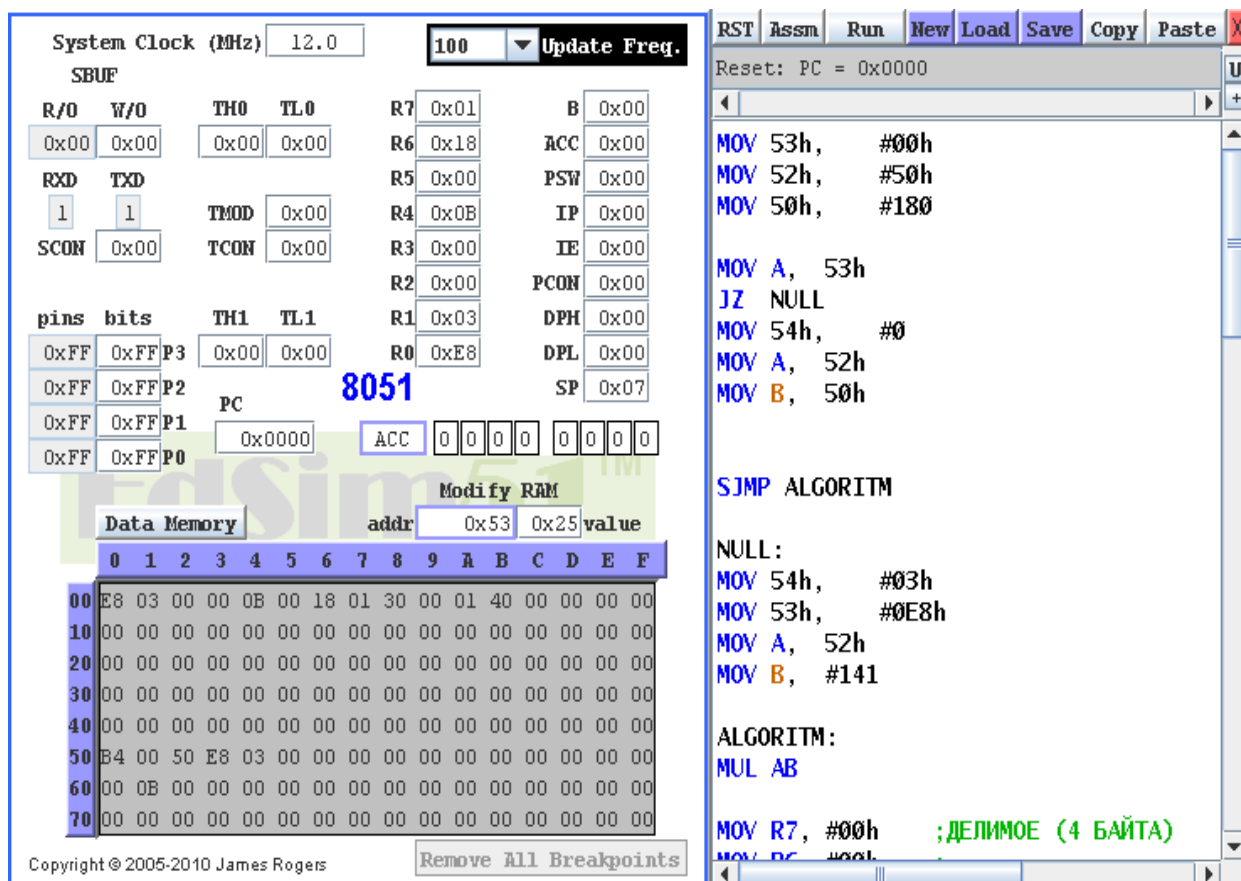


Рисунок 2.26 - Результаты тестирования программы
при 53h=00h, 52h=50h, 50h=B4h

Для отладки программного модуля исходные значения скорости K_v и расхода топлива K_r выбирались произвольно (в разумных пределах). Перед запуском отлаживаемой программы командами пересылки (MOV) с использованием непосредственной адресации в ячейки памяти данных 53h, 52h и 50h заносятся соответственно тестовые значения скорости K_v , расхода K_r и десятичная константа 180 (B4h). В реальной системе информация в ячейки 53h и 52h заносится при опросе АЦП.

Фрагменты программы с заданием исходных данных и состояния ячеек памяти данных и регистров показаны на рисунках 2.25 и 2.26. Из рисунка 2.25 видно, что исходными данными являются: 53h=25h, 52h=50h, 50h=B4h.

Результат вычисления формул заносится в ячейки памяти с адресами 60h, 61h. Как видно из рисунка 2.25, результат равен 0185h, так как получено

следующее содержимое ячеек: 60h=01h, 61h=85h.

Проверка. Так как в данном случае скорость $K_V \neq 0$, то вычисления проводятся с использованием формулы (1.4):

$$R = 180 * K_r / K_V = B4h * 50h / 25h = 0185h.$$

Результат верен.

На рисунке 2.26 приведены результаты тестирования программы при следующих начальных условиях: 53h=00h, 52h=50h, 50h=B4h.

Как видно из рисунка 2.26, результат равен 000Bh, так как получено следующее содержимое ячеек: 60h=00h, 61h=0Bh.

Проверка. Так как в данном случае скорость $K_V = 0$, то вычисления проводятся с использованием формулы (1.6):

$$R = 0,141 * K_r = 141 * K_r / 1000 = 8Dh * 50h / 3E8h = 0Bh.$$

Результат верен.

Результаты отладки и тестирования программного модуля преобразования результата из двоичной формы в двоично-десятичную приведены на рисунке 2.27.

В качестве тестовых исходных данных для перевода выбрано шестнадцатеричное число 0598h, которое размещается в ячейках памяти 60h – старший байт (четыре разряда) и 61h – младший байт (восемь разрядов). Результат преобразования записывается в ячейки памяти 44h - число сотен, 45h – число десятков и 46h – число единиц.

Из рисунка 2.27 видно, что разработанный программный модуль работает правильно, так как получены следующие результаты преобразования:

$$0298_{16} = 664_{10}.$$

Напомним, что в процессе работы программного модуля формируются промежуточные результаты – исходное число разбивается на три тетрады, которые располагаются в ячейках памяти по адресам 40h – старшая тетрада, 41h – средняя тетрада и 42h – младшая тетрада.

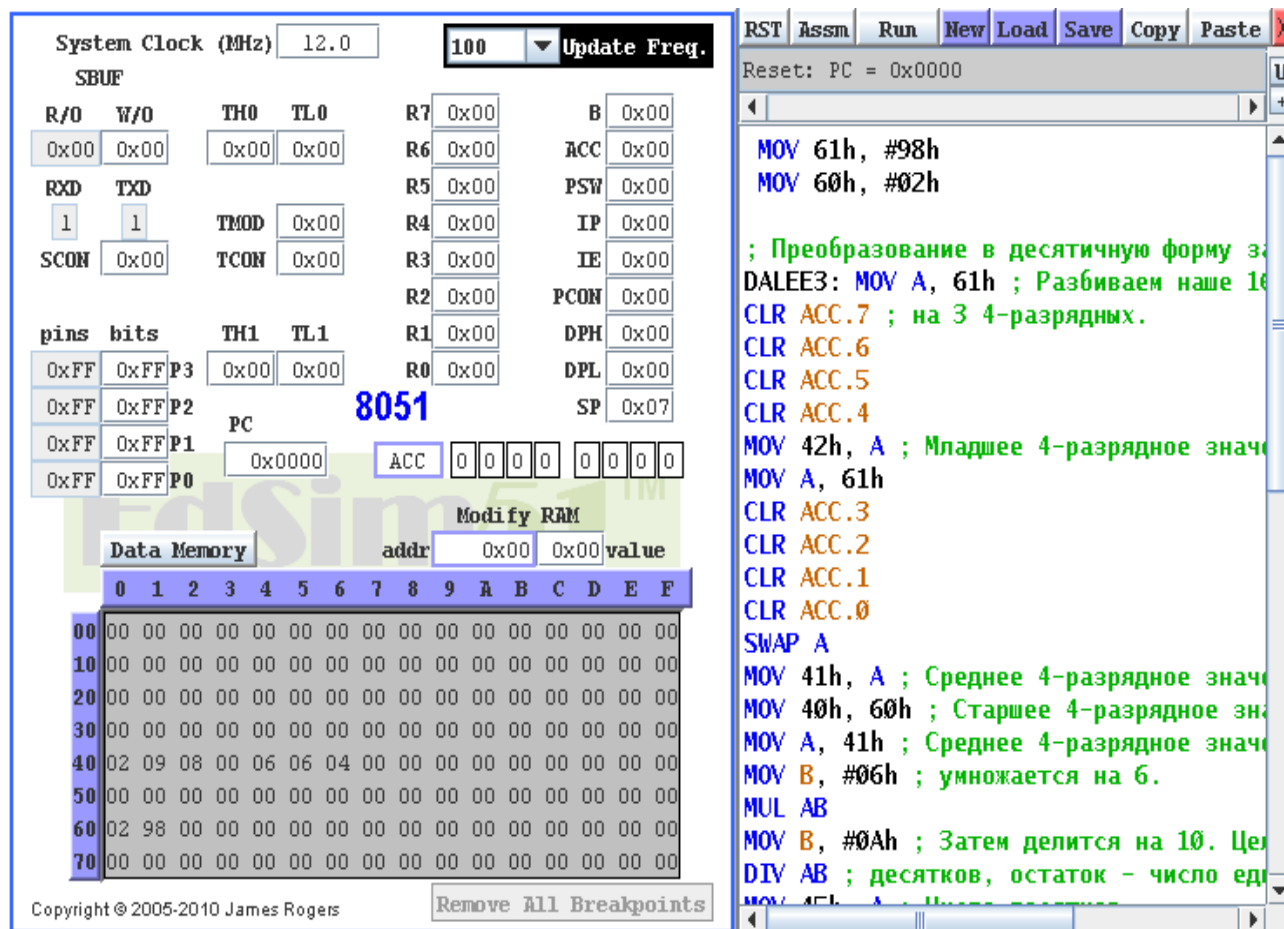


Рисунок 2.27 - Результаты тестирования программы преобразования из двоичной формы в двоично-десятичную

Таким образом, анализ полученных в процессе отладки результатов позволяет сделать вывод о том, что разработанные в ходе выполнения выпускной квалификационной работы основные программные модули микроконтроллерного измерителя расхода топлива выполнены корректно.

3 Освещение места работы инженера-разработчика

Под освещенностью понимают световую величину, равную отношению падающего на определенный участок поверхности светового потока к площади этого участка.

От правильного освещения зависит КПД работников, ведь свет влияет на все составляющие этого показателя:

- энергичность, выносливость, работоспособность;
- мотивацию работы;
- здоровье, хорошее физическое самочувствие.

Зрение людей при недостатке света неизбежно будет падать, возникнут хроническое переутомление и усталость, утратится заинтересованность в результатах работы. При избытке света глаза тоже устают, возникают головокружения, особенно при последующем попадании в помещение с менее яркими светильниками. Итогом становится раздражительность, плохое настроение, падение работоспособности, невнимательность сотрудников.

Согласно гигиеническому нормированию, основной показатель освещенности пространства измеряется в люксах (Лк). В некоторых нормативах единицей измерения выступает Люмен/квадратный метр площади. У офисных сотрудников, которые ежедневно работают за компьютером, постоянно повышенная зрительная нагрузка. Если свет в офисе будет неравномерным, станет падать на стол не с нужной стороны, возникнут проблемы со здоровьем. По нормам на столе за ПК световой поток обязан быть равным 300-500 Лк. Проведение необходимых замеров позволит быстро выявить отклонения в освещении.

Существуют разные классификации освещения. Так, по локализации оно бывает следующих типов:

Общее освещение. Предполагает равномерное освещение помещения без наличия темных или более светлых зон. Присутствие только такого освещения

обычно наблюдается в зонах, где рабочий процесс осуществляется неполное время.

Местное освещение. Локальная подсветка помогает дополнительно осветить определенные рабочие зоны: компьютерный или школьный стол, технику и станки. Оно предполагает установку различных осветительных приборов в непосредственной близости от рабочего места.

Применение исключительно локального освещения согласно нормам недопустимо, поскольку в помещении неизбежно будут присутствовать перепады света — от глубокого затемнения до яркого. Это вызовет проблемы со зрением работников. По источникам света освещение также делится на несколько видов.

Естественное освещение создается силами природы: прямыми солнечными лучами, а также диффузным (отраженным) светом небосвода. Отсутствие естественного света неблагоприятно для человека, ведь именно к нему глаза лучше всего приспособлены. Такой свет зависит от времени года и периода суток, в этом его основной недостаток. Но качество и объем поступающего естественного света зависит и от конструкции здания, количества и размера окон.

Без искусственного освещения в сумеречное время суток, в пасмурный день или зимой, когда рано темнеет, нормальный рабочий процесс невозможен. В качестве дополнительных источников света выступают лампы, светильники, торшеры, бра и прочие электроприборы. Обычно в офисы и на производство приобретают галогенные и светодиодные лампы. Обычные лампочки накаливания сейчас применяются редко, поскольку они тратят много электроэнергии, быстро выходят из строя. Чаще всего освещение бывает смешанным, когда естественное сочетается с искусственным. Последнее также подразделяется на следующие виды.

Рабочее. Обычное освещение, которое ежедневно применяется сотрудниками, помогает обеспечению рабочего процесса.

Аварийное. Включается только при аварии, в экстренной ситуации, когда основное освещение отключается.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Эвакуационное. Применяется для подсветки путей эвакуации людей при ЧС, обычно является не таким мощным, как рабочее.

Охранное. Используется охранным персоналом, присутствует не на всех предприятиях, а по необходимости. Не нормируется по интенсивности.

Дежурное. Остается включенным даже по окончании рабочего процесса (например, небольшое освещение коридоров в больших зданиях).

Чтобы грамотно нормировать освещение, нужно строго следовать СанПиН и иным нормативным документам. Все требования можно условно поделить на касающиеся собственно освещенности и относящиеся к качеству света. Общие для всех отраслей требования:

- освещенность достаточна для каждого человека;
- работник может регулировать освещение — направлять свет в нужную сторону, менять его интенсивность;
- кроме искусственного света обязательно присутствует естественный;
- все светильники на потолке, стенах должны быть приглушенного цвета, лампочки не вызывают зрительного дискомфорта.

Долгая, ежедневная работа с компьютером часто вызывает снижение зрения у сотрудников. Такие проблемы можно исключить или замедлить, соблюдая нормы и рекомендации:

- световой поток — 300 Лк;
- яркость элементов в осветительных приборах менее 200 кд/кв.м.;
- коэффициент естественного освещения (КЕО) — от 1,2%;
- расположение окна сбоку от места работы;
- наличие индивидуальных приборов освещения в комплексе с общими, если последних не достаточно;
- расположение локальных источников света справа от экрана;
- отсутствие бликов на мониторе;
- равномерное распределение луча света по столу и монитору.

Для выявления коэффициента освещенности нужно применить такую формулу: $КО = \frac{\text{Световой поток (Ватт)}}{\text{площадь помещения (кв.м.)}}$
 Пропорционально повышению площади снижается КПД потока света.

При оформлении интерьера в офисных помещениях важно учитывать цветовую гамму стен, ведь она по-разному воздействует на человека. Лучше всего выбирать пастельные тона, а также зеленоватые, желтые оттенки, приятные для глаз. Плохо воздействует на глаза свойство ярких поверхностей ухудшать контрастность и нарушать зрительный комфорт. Утомление глаз вызывают и колебания света, они сильно снижают производительность труда, поэтому тоже недопустимы.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан микроконтроллерный измеритель расхода топлива. Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. Информация о расходе топлива выводится на семисегментный светодиодный индикатор в [мл/км], если скорость не равна нулю, или [л/ч] в противном случае. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны структурная и принципиальная схемы микроконтроллерного измерителя расхода топлива, а также полностью разработано и отлажено программное обеспечение.

Графическая часть выпускной квалификационной работы содержит следующие чертежи:

- схема электрическая структурная – 1 лист формата А1;
- схема электрическая принципиальная – 1 лист формата А1;
- схемы программ – 2 листа формата А1.

Список использованных источников

1. Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Цифровые устройства. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
2. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и Техника, 2005.
3. Бородин В.Б. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / Бородин В.Б., Калинин А.В. - М. : ЭКОМ, 2002.
4. Виншип П. Преобразователь частота-напряжение на двух микросхемах/ Радиолюбитель, №6, июль 2013. Режим доступа: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=151548>.
5. Гуров В.В. Микропроцессорные системы : учебник / В.В. Гуров. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 336 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/757114>.
6. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : учебник / Б. А. Калабеков. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007.
7. Костров Б.В. Микропроцессорные системы : учебное пособие / Б. В. Костров, В. Н. Ручкин. - М. : Десс, 2006.
8. Механов В.Б. Особенности архитектуры универсальных микропроцессоров: Учебное пособие – Пенза: Изд-во ПГУ, 2010. Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/961/74961/files/mps_2010.pdf
9. Микроконтроллеры для систем автоматики: Учебное пособие / Водовозов А.М. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 164 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/760122>.
10. Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах.. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
11. Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие / А. К. Нарышкин. - М. : Академия, 2006.
12. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

техники: учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12948>.

13. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства: Учебное пособие/Беккер В. Ф., 2-е изд. - М.: РИОР, ИЦ РИОР, 2015. - 140 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/404654>.

14. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

15. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто! Т. 1. – М.: ООО «ИД СКИМЕН», 2002.

16. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. - М: Мир, 1986.

17. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы -под ред. Якубовского С.В.-М.: Радио и связь, 1989.

18. Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы. - М: Радио и связь 1988.

19. <http://www.edsim51.com>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Листинг программы

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

	; порт 3.
MOV 53h, P3	; Данные с порта (скорость) записываются
	; в ячейку памяти.
SETB P1.3	;
CLR P1.5	; Аналогично, сигнал начала преобразования
SETB P1.5	; для второго АЦП.
NOP	
CLR P1.5	
NOP	
NOP	
NOP	
NOP	
NOP	
CLR P1.6	; Аналогичные сигналы для передачи
CLR P1.7	; данных со второго АЦП на 3-ий порт.
MOV 52h, P3	; Данные с порта в ячейку (расход топлива).
SETB P1.7 ;	
SETB P1.6	
; Реализация формул	
MOV 50h, #180	; Коэффициент 180 в формуле (1.4).
MOV A, 53h	; Проверка скорости на равенство нулю и
JZ NULL	; переход в метку NULL при его истинности.
MOV 54h, #0	
MOV A, 52h	; Реализация по формуле (1.4)
MOV B, 50h	
SJMP ALGORITM	; Переход к реализации формулы.
NULL: MOV 54h,#03h	
MOV 53h, #0E8h	

; Реализация по формуле (1.6).

MOV A, 52h

MOV B, #141

; Реализация формул (1.4) и (1.6)

ALGORITM: MUL AB ; Произведение $180 \cdot K_V$ или $141 \cdot K_V$.

MOV R7, #00h ; Делимое (4 байта)

MOV R6, #00h ;

MOV R5, B ;

MOV R4, A

;

MOV R1, 54h ; Делитель (2 байта)

MOV R0, 53h

CALL DIV42 ;Вызов подпрограммы деления

MOV 60h, R5 ; Запись результата ячейки памяти 60h, 61h

MOV 61h, R4

; Преобразование в десятичную систему счисления

DALEE3: MOV A, 61h ; Разбиваем наше 16-разрядное значение

CLR ACC.7 ; на 3 4-разрядных.

CLR ACC.6

CLR ACC.5

CLR ACC.4

MOV 42h, A ; Младшее 4-разрядное значение.

MOV A, 61h

CLR ACC.3

CLR ACC.2

CLR ACC.1

CLR ACC.0

SWAP A

MOV 41h, A ; Среднее 4-разрядное значение.

MOV 40h, 60h	; Старшее 4-разрядное значение.
MOV A, 41h	; Среднее 4-разрядное значение
MOV B, #06h	; умножается на 6.
MUL AB	
MOV B, #0Ah	; Затем делится на 10. Целая часть - число
DIV AB	; десятков, остаток - число единиц.
MOV 45h, A	; Число десятков.
MOV 46h, B	; Число единиц.
MOV A, 40h	; Старшее 4-разрядное значение
MOV B, #06h	; умножается на 6.
MUL AB	
ADD A, 46h	; Результат складывается с числом единиц.
ADD A, 42h	
MOV B, #0Ah	; Потом делится на 10.
DIV AB	
ADD A, 45h	; Целая часть от деления складывается с
MOV 45h, A	; числом десятков.
MOV 46h, B	; Остаток - окончательное число единиц.
MOV A, 40h	; Старшее 4-разрядное значение
MOV B, #5h	; умножается на 5.
MUL AB	
ADD A, 41h	; Результат складывается с числом десятков
ADD A, 45h	
MOV B, #0Ah	; Потом делится на 10.
DIV AB	
MOV 44h, A	; Число сотен.
MOV 45h, B	; Окончательное число десятков.
MOV A, 40h	; Старшее 4-разрядное значение
MOV B, #2h	; умножается на 2.

MUL AB

ADD A, 44h ; Результат складывается с числом сотен

MOV 44h, A ; Окончательное число сотен.

; Вывод результата на трехразрядный семисегментный индикатор

MOV 60h, #11000000b ; Цифра 0.

MOV 61h, #11111001b ; Цифра 1.

MOV 62h, #10100100b ; Цифра 2.

MOV 63h, #10110000b ; Цифра 3.

MOV 64h, #10011001b ; Цифра 4.

MOV 65h, #10010010b ; Цифра 5.

MOV 66h, #10000010b ; Цифра 6.

MOV 67h, #11111000b ; Цифра 7.

MOV 68h, #10000000b ; Цифра 8.

MOV 69h, #10010000b ; Цифра 9.

; Определение выводимых на индикатор цифр (т.е. двоичных

; комбинаций)

MOV R0, #60h ; Номер ячейки памяти с цифрой 0.

MOV A, 44h ; Число сотен записывается в аккумулятор

OPRED: MOV 5Ah, @R0 ; Текущая цифра.

JZ OPRED1 ; Если аккумулятор равен 0, то переход на
; следующий этап с сохранением текущей
; цифры, показывающей число сотен.

DEC A ; Уменьшение числа сотен на 1.

INC R0 ; Изменение текущей цифры (следующая).

SJMP OPRED ; Переход в начало (метку OPRED).

OPRED1: MOV R0, #60h ; Номер ячейки памяти с цифрой 0.

MOV A, 45h ; Число десятков пишется в аккумулятор

OPR: MOV 5Bh, @R0 ; Текущая цифра.

JZ OPRED2 ; Если аккумулятор равен 0, то переход на

	; следующий этап с сохранением текущей
	; цифры, показывающей число десятков.
DEC A	; Уменьшение числа десятков на 1.
INC R0	; Изменение текущей цифры (следующая).
SJMP OPR	; Переход в начало (метку OPR).
OPRED2: MOV R0, #60h	; Номер ячейки памяти с цифрой 0.
MOV A, 46h	; Число единиц пишется в аккумулятор.
OPR1: MOV 5Ch, @R0	; Текущая цифра.
JZ INDIC	; Если аккумулятор равен 0, то переход на
	; следующий этап с сохранением текущей
	; цифры, показывающей число единиц.
DEC A	; Уменьшение числа единиц на 1.
INC R0	; Изменение текущей цифры (следующая).
SJMP OPR1	; Переход в начало (метку OPR1).
; Вывод цифр на индикатор	
INDIC: MOV R0, #5Ah	; Номер ячейки памяти с нужной цифрой.
MOV R1, #0h	; Значение регистра 1 необходимое для
	; перехода к нужной метке с выводом.
MOV R2, #32h	; Число повторений вывода на индикаторы
; равно 50 (около 120Гц).	
MOV R3, #1h	; Значение регистра необходимое для
	; перехода к метке START.
; Обработчик прерываний	
SELECTOR: MOV A, R3	; Если R3 равен 0, то переход к метке
JZ ST	; ST
MOV B, R1	; Если R1 равен 0, то переход к выводу
MOV A, B	; третьего разряда (числа сотен).
JZ VUVOD_1	
DEC B	; Если R1 равен 1, то переход к выводу

MOV A, B	; второго разряда (числа десятков).
JZ VUVOD_2	
DEC B	; Если R1 равен 2, то переход к выводу
MOV A, B	; первого разряда (числа единиц).
JZ VUVOD_3	
DEC B	; Если R1 равен 3, то переход к метке
MOV A, B ; BIG_ZADERG.	
JZ BIG_ZADERG	
ST: JMP START	; Переход к метке START.
VUVOD_1: MOV P2, @R0	; Передача цифры на порт 2 (число
	; сотен).
SETB P0.4	; Разрешение работы дешифратора.
CLR P0.2	; Вывод на первый индикатор.
CLR P0.5	
SETB P0.3	; Строб записи в регистр.
CLR P0.3	
INC R0	; Переход к следующей нужной
	; цифре.
INC R1	; Увеличение регистра перехода к
	; следующей метке вывода.
MOV TH1, #0F8h	; Задается значение таймера для
	; задержки
MOV TL1, #02Fh	; на 2мс.
RETI	; Возврат из прерывания.
VUVOD_2: MOV P2, @R0	; Вывод на второй индикатор числа
SETB P0.4	; десятков.
SETB P0.2	
CLR P0.5	
SETB P0.3	; Строб записи

CLR P0.3	
INC R0	; Переход к следующей нужной
	; цифре.
INC R1	; Увеличение регистра перехода к
	; следующей метке вывода.
MOV TH1, #0F8h	; Задается значение таймера для
	; задержки
MOV TL1, #02Fh	; на 2мс.
RETI	; Возврат из прерывания.
VUVOD_3: MOV P2, @R0	; Вывод на третий индикатор числа
SETB P0.4	; единиц.
CLR P0.2	
SETB P0.5	
SETB P0.3	; Строб записи.
CLR P0.3	
INC R0	
INC R1	; Увеличение регистра перехода к
	; следующей метке вывода.
MOV TH1, #0F8h	; Задается значение таймера для
	; задержки
MOV TL1, #02Fh	; на 2мс.
RETI	; Возврат из прерывания.
BIG_ZADERG: DEC R2	; Уменьшение числа повторений
	; вывода
	; на индикаторы на 1.
MOV A, #0h	; Проверка числа повторений на
MOV B, R2	; равенство 0
CJNE A, B, D1	
D1: MOV R0, #5Ah	; Возврат регистра 0 к

MOV R1, #0h	; первоначальному значению 5A
	; Возврат регистра 1 к
	; первоначальному значению 0.
JC D2	; Если число повторений не равно 0,
JNC D3	; то вывод на индикатор повторяется.
	; В противном случае переход в
D2: MOV TH1, #0FFh	; бесконечный цикл и ожидание
MOV TL1, #0FFh	; прерывания (все повторяется заново).
RETI	; Возврат из прерывания.
D3: MOV R3, #0h	
MOV TH1, #0FFh	
MOV TL1, #0FFh	
RETI	; Возврат из прерывания.
; Подпрограмма деления четырехбайтового числа из R7R6R5R4	
; на двухбайтовое в R1R0 с получением двухбайтового частного в R5R4	
DIV42:	
MOV A, #16	; A – счетчик циклов
DCLK_42:	
PUSH ACC	; Сохранение счетчика циклов в стеке
CLR C	
MOV A, R4	; Сдвиг делимого R7R6R5R4
RLC A	; на 1 разряд влево
MOV R4, A	; через бит C
MOV A, R5	
RLC A	
MOV R5, A	
MOV A, R6	
RLC A	

```

MOV R6,  A
MOV A,   R7
RLC      A
MOV R7,  A
PUSH     PSW                ; Сохранение флагов в стеке
PER1_42:
CLR      C                  ; Вычитание R7R6-R1R0
MOV A,   R6
SUBB     A,   R0
MOV R6,  A
MOV A,   R7
SUBB     A,   R1
MOV R7,  A
JC       PER2_42            ; Переход, если C=1
POP      PSW                ; Восстановление флагов
PER3_42:
INC      R4                  ; Установка в 1 очередного бита
                                ; частного

SJMP PER4_42
PER2_42:
POP      PSW                ; Восстановление флагов
JC       PER3_42            ; Переход, если C=1
MOV A,   R6                  ; Восстановление остатка
ADD A,   R0                  ; (сложение R7R6+R1R0)
MOV R6,  A
MOV A,   R7
ADDC     A,   R1
MOV R7,  A

```

PER4_42:

POP ACC ; Восстановление счетчика циклов

DJNZACC, DCLK_42 ; Декремент A и переход на начало
; цикла при A≠0

RET ; Возврат из подпрограммы

END

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

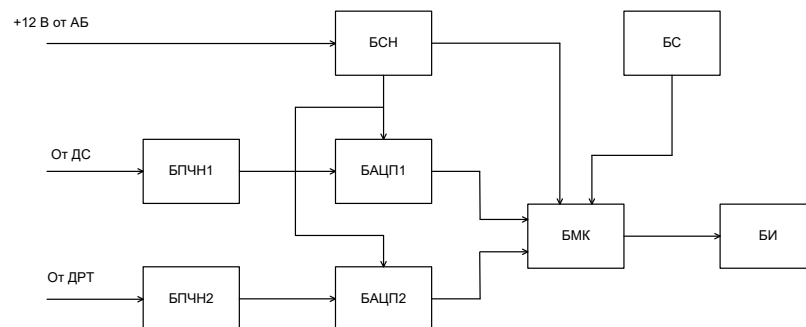
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Схема электрическая структурная

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83



АБ – аккумуляторная батарея
 ДС – датчик скорости
 ДРТ – датчик расхода топлива
 БПЧН1, 2 – блок преобразователя частота-напряжение 1, 2
 БСН – блок стабилизатора напряжения
 БАЦП1, 2 – блок аналого-цифрового преобразователя 1, 2
 БМК – блок микроконтроллера
 БС – блок синхронизации
 БИ – блок индикации

ПГУ 2.09.03.01.27.002 Э1					У		М	
Исполн.	В.И.Иванов	Провер.	С.И.Иванов	Доп.	У		М	
Лист	1	Лист	1	Лист	У		М	
Исполн.	В.И.Иванов	Провер.	С.И.Иванов	Доп.	У		М	
Лист	1	Лист	1	Лист	У		М	
Исполн.	В.И.Иванов	Провер.	С.И.Иванов	Доп.	У		М	
Лист	1	Лист	1	Лист	У		М	
Исполн.	В.И.Иванов	Провер.	С.И.Иванов	Доп.	У		М	
Лист	1	Лист	1	Лист	У		М	

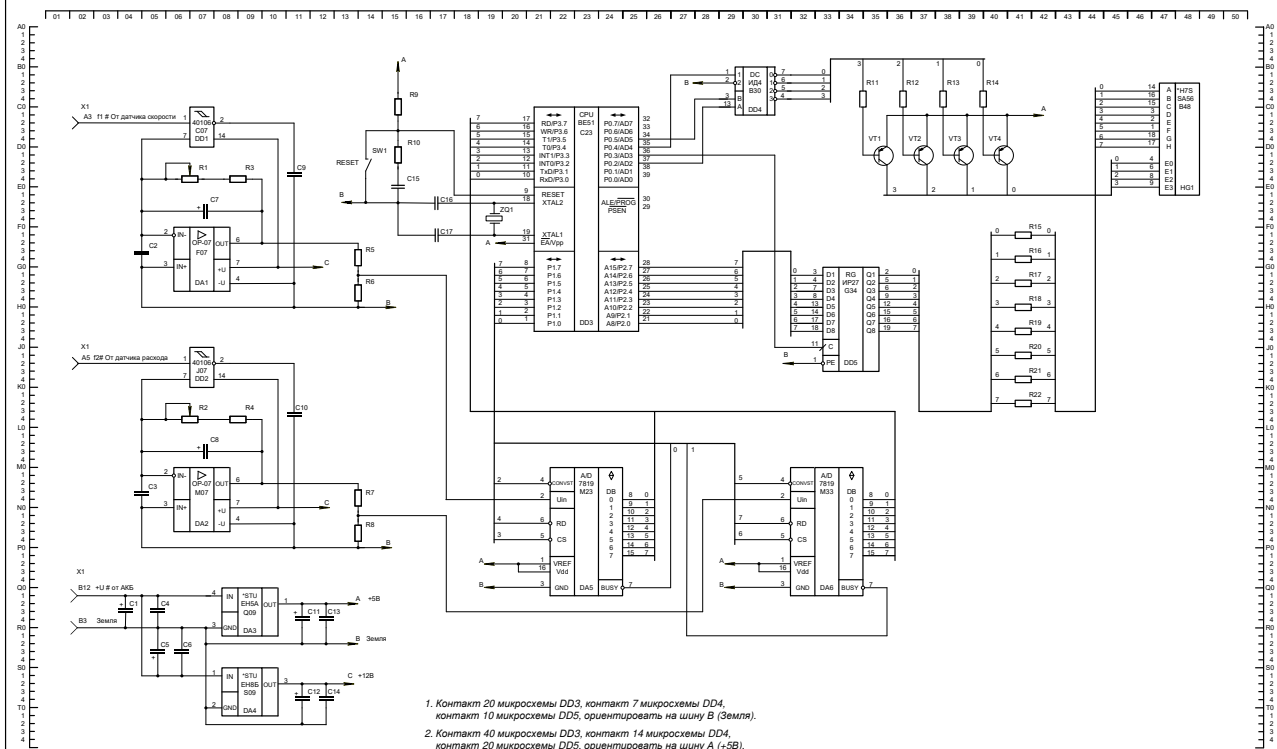
ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Схема электрическая принципиальная

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85



ПУ 2.09.03.01.27.003 ЭЗ			
Исполнитель	М.И.Сидоров	Проверен	М.И.Сидоров
Разработчик	М.И.Сидоров	Утвержден	М.И.Сидоров
Дата	01.01.2001	Срок действия	до 01.01.2002
Исполнитель	М.И.Сидоров	Проверен	М.И.Сидоров
Разработчик	М.И.Сидоров	Утвержден	М.И.Сидоров
Дата	01.01.2001	Срок действия	до 01.01.2002

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Перечень элементов

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Зона	Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
		Конденсаторы		
	C1	K53-4A-16B-15 мкФ20% ОЖО.464.107ТУ	1	
	C2, C3	K10-17-A-H90-0,1мкФ ОЖО.460.107ТУ	2	
	C4	K15-23 0,047 мкФ10% ОЖО.440.061 ТУ2	1	
	C5	K53-4A-16B-15 мкФ20% ОЖО.464.107ТУ	1	
	C6	K15-23 0,047 мкФ10% ОЖО.440.061 ТУ2	1	
	C7, C8	K53-4A-16B-1 мкФ20% ОЖО.464.107ТУ	2	
	C9, C10	K10-17-A-H90-5 нФ ОЖО.460.107ТУ	2	
	C11, C12	K53-4A-16B-1 мкФ20% ОЖО.464.107ТУ	2	
	C13, C14	K15-23 0,047 мкФ10% ОЖО.440.061 ТУ2	2	
	C15	K10-17-A-H90-0,1мкФ ОЖО.460.107ТУ	1	
	C16, C17	K10-17-A-M47-20 пФ ОЖО.450.107ТУ	2	
		Микросхемы		
	DA1, DA2	OP-07	2	Импортн.
	DA3	KP142EH5A БКО.318.229-01 ТУ	1	
	DA4	KP142EH8Б БКО.318.249-01 ТУ1	1	
	DA5, DA6	AD7819	2	Импортн.
	DD1, DD2	40106	2	Импортн.
	DD3	KP1816BE51 ОЖО 515.218 ТУ	1	
	DD4	K555ИД4 ОЖО 545.216 ТУ	1	
	DD5	K155ИР27 ОЖО 511.202 ТУ	1	
		Индикаторы		
	HG1	SA56-21	1	Импортн.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Десятов Н.О			
Пров.	Бычков А.С.			
Т. контр.				
Н. контр.	Кучин А.В.			
Утв.	Митрохин М.А.			
ПГУ 2.09.03.01.27.003 ПЭЗ				
Микроконтроллерный измеритель расхода топлива Перечень элементов			Лит.	Лист
			1	2
			ПГУ, каф.ВТ, гр. 16ВВ1	

[illegible]

					<p><i>ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ</i></p>	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

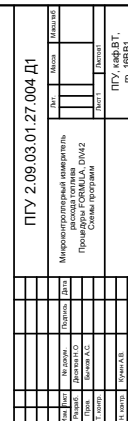
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Схемы программ

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Презентация

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

ПГУ, ФВТ
Направление подготовки: 09.03.01
«Информатика и вычислительная техника»
Профиль подготовки:
«Вычислительные машины, комплексы,
системы и сети»

Микроконтроллерный измеритель расхода топлива

Автор работы: студент группы 16ВВ1 Десятов Н.О.

Руководитель: доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Цель работы

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование микроконтроллерного измерителя расхода топлива.

Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. Информация о расходе топлива выводится на семисегментный светодиодный индикатор. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.

Основные технические характеристики:

- исходные данные (скорость автомобиля и расход топлива) поступают в виде частотно-импульсных сигналов с выходов соответственно датчика скорости и датчика расхода топлива;
- с помощью преобразователей частота-напряжение исходные данные представляются в виде напряжений;
- скорости от 0 до 200 км/час соответствует напряжение от 0 до 10В;
- расходу от 0 до 10 мл/с соответствует напряжение от 0 до 10В;
- информация о расходе топлива выводится в [мл/км], если скорость не равна нулю, или [л/ч] в противном случае;
- для вывода информации используется семисегментный светодиодный индикатор;
- в качестве микроконтроллера используется восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51 или аналогичный.

В ходе выполнения ВКР были рассмотрены следующие вопросы, подлежащие разработке и решены следующие задачи проектирования:

- назначение, состав, область применения и принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива;
 - обзор используемого дополнительного оборудования;
 - датчики скорости движения автомобиля;
 - датчики расхода топлива автомобиля;
 - преобразователи частота-напряжение;
 - принципы функционирования микроконтроллерного измерителя расхода топлива;

- разработка микроконтроллерного измерителя расхода топлива;
 - разработка схемы электрической структурной;
 - разработка схемы электрической принципиальной;
 - выбор элементной базы;
 - описание схемы электрической принципиальной;
 - расчет параметров блока индикации;
- разработка программной части микроконтроллерного измерителя расхода топлива;
 - разработка алгоритма и программы;
 - отладка и тестирование программной части.

Схема электрическая структурная

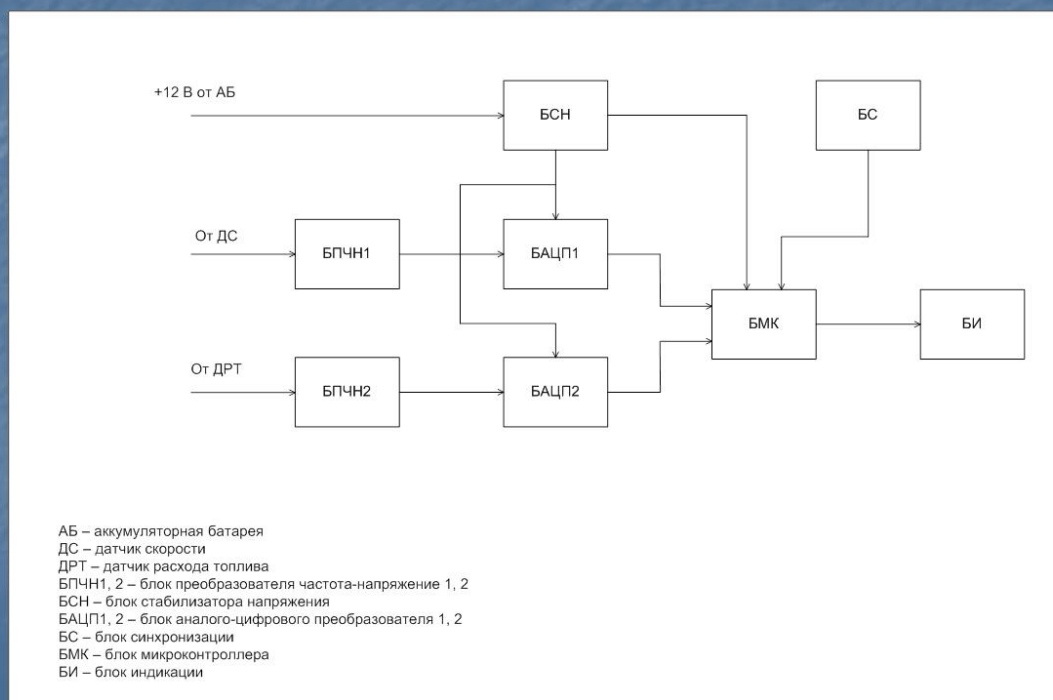


Схема электрическая принципиальная

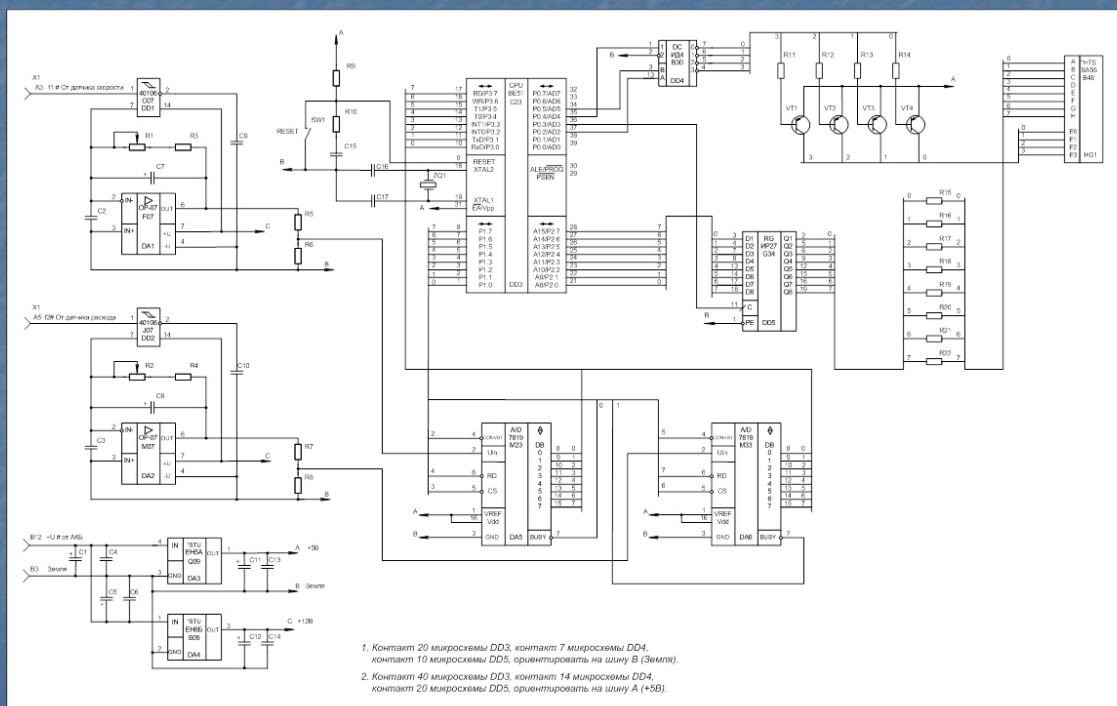


Схема программы вычисления расхода топлива и подпрограммы многобайтного деления

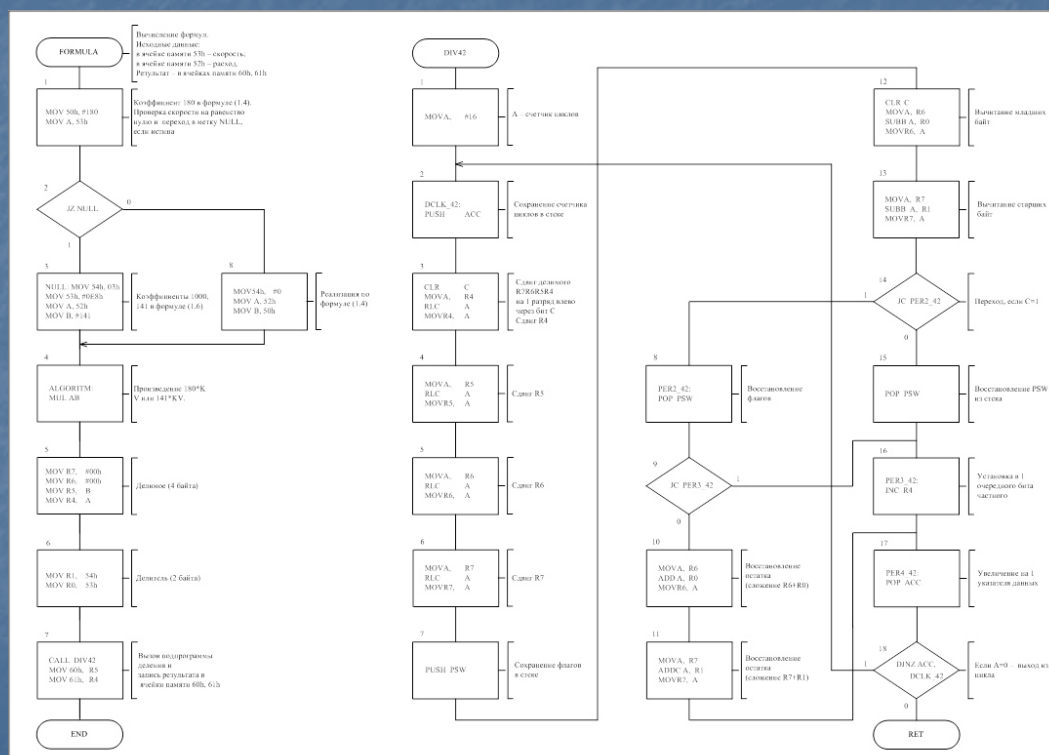
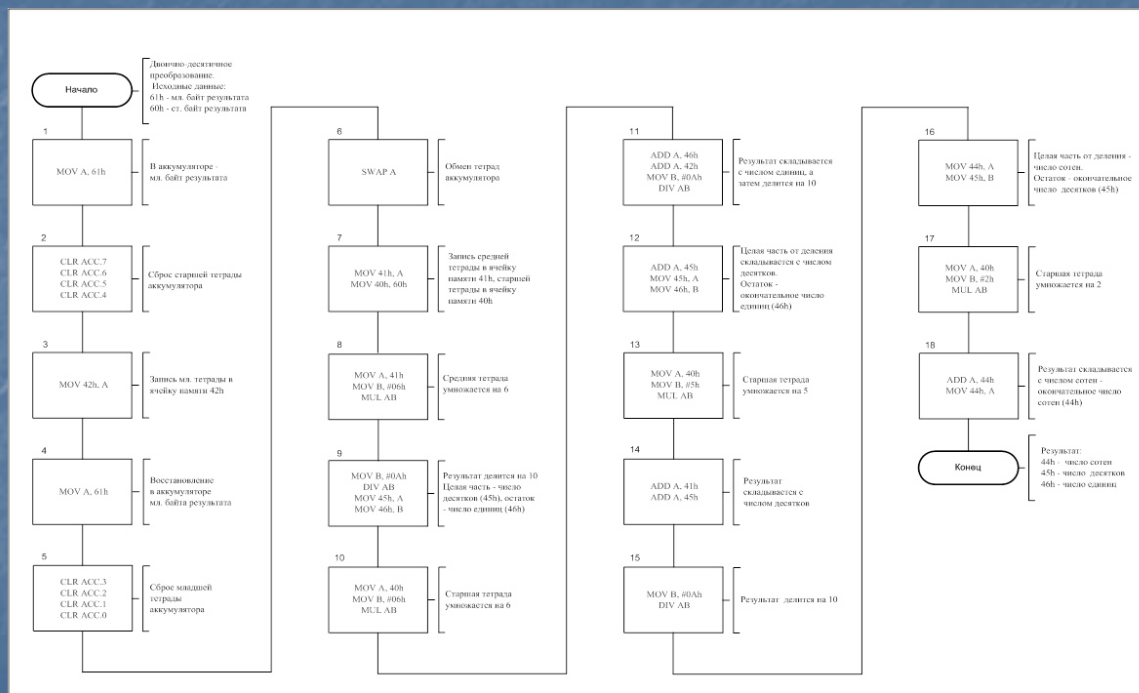


Схема программы многобайтного двоично-десятичного преобразования



Результаты тестирования (скорость не равна нулю)

Вычисление по формуле: $R=180 \cdot K_r / K_V = B4h \cdot 50h / 25h = 0185h$

The screenshot displays a microcontroller simulator interface. On the left, the register file shows R0-R7, SBUF, RXD, TXD, SCON, TH0, TL0, TMOD, TCON, TH1, TL1, PC, and pins. The PC register is highlighted with the value 8051. Below the registers is a 'Data Memory' window showing a hex dump. On the right, the assembly code window shows the following code:

```

Reset: PC = 0x0000
MOV 53h, #25h
MOV 52h, #50h
MOV 50h, #180

MOV A, 53h
JZ NULL
MOV 54h, #0
MOV A, 52h
MOV B, 50h

SJMP ALGORITM

NULL:
MOV 54h, #03h
MOV 53h, #0E8h
MOV A, 52h
MOV B, 141

ALGORITM:
MUL AB

MOV R7, #00h ;ДЕЛИМОЕ (4 БАЙТА)
MOV R6, #00h

```

At the bottom of the simulator window, there is a 'Remove All Breakpoints' button and a copyright notice: 'Copyright © 2005-2010 James Rogers'.

Результаты тестирования (скорость равна нулю)

Вычисление по формуле: $R = 0,141 * K_r = 141 * K_r / 1000 = 8Dh * 50h / 3E8h = 0Bh$

The screenshot displays a microcontroller simulator interface. The top section shows system settings: System Clock (MHz) at 12.0, a frequency divider of 100, and an 'Update Freq.' button. Below this, various registers and their values are listed:

- SBUF:** R7=0x01, B=0x00; R6=0x18, ACC=0x00; R5=0x00, PSW=0x00; R4=0x0B, IP=0x00; R3=0x00, IE=0x00; R2=0x00, PCON=0x00; R1=0x03, DPH=0x00; R0=0xE8, DPL=0x00; SP=0x07.
- TH0, TL0:** 0x00, 0x00
- TH1, TL1:** 0x00, 0x00
- PC:** 0x0000
- ACC:** 0000

The 'Data Memory' section shows a table of memory addresses (00 to 70) and their corresponding values. The 'Modify RAM' section shows the current address (0x53) and value (0x25). The assembly code window on the right shows the following instructions:

```

MOV 53h, #00h
MOV 52h, #50h
MOV 50h, #180

MOV A, 53h
JZ NULL
MOV 54h, #0
MOV A, 52h
MOV B, 50h

SJMP ALGORITM

NULL:
MOV 54h, #03h
MOV 53h, #0E8h
MOV A, 52h
MOV B, #141

ALGORITM:
MUL AB

MOV R7, #00h ;ДЕЛИМОЕ (4 БАЙТА)
MOV R6, #00h
    
```

Результаты тестирования (скорость равна нулю)

Вычисление по формуле: $R = 0,141 * K_r = 141 * K_r / 1000 = 8Dh * 50h / 3E8h = 0Bh$

The screenshot shows a 8051 microcontroller simulator interface. The top section displays the System Clock (MHz) at 12.0 and the Update Freq. at 100. Below this, the SBUF register is shown with R/W and TXD/TXD pins. The register list includes R0-R7, B, ACC, PSW, IP, IE, PCON, DPH, DPL, and SP. The PC register is highlighted with the value 0x0000. The Data Memory section shows a table of memory addresses (00 to 70) and their values. The assembly code window on the right shows the following code:

```

Reset: PC = 0x0000
MOV 53h, #00h
MOV 52h, #50h
MOV 50h, #180

MOV A, 53h
JZ NULL
MOV 54h, #0
MOV A, 52h
MOV B, 50h

SJMP ALGORITM

NULL:
MOV 54h, #03h
MOV 53h, #0E8h
MOV A, 52h
MOV B, #141

ALGORITM:
MUL AB

MOV R7, #00h ;ДЕЛИМОЕ (4 БАЙТА)
MOV R6, #00h

```

Заключение

- В ходе выполнения ВКР был разработан микроконтроллерный измеритель расхода топлива. Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. Информация о расходе топлива выводится на семисегментный индикатор в [мл/км], если скорость не равна нулю, или [л/ч] в противном случае. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.
- В ходе выполнения ВКР были разработаны структурная и принципиальная схемы микроконтроллерного измерителя расхода топлива, а также полностью разработано и отлажено программное обеспечение.

Заключение

- В ходе выполнения ВКР был разработан микроконтроллерный измеритель расхода топлива. Разработанное устройство предназначено для измерения и выдачи на индикацию информации о расходе топлива в процессе эксплуатации автомобиля. Информация о расходе топлива выводится на семисегментный индикатор в [мл/км], если скорость не равна нулю, или [л/ч] в противном случае. В качестве микроконтроллера использован восьмиразрядный микроконтроллер семейства MCS51.
- В ходе выполнения ВКР были разработаны структурная и принципиальная схемы микроконтроллерного измерителя расхода топлива, а также полностью разработано и отлажено программное обеспечение.

Спасибо за внимание!

					ПГУ 2.09.03.01.27.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108