

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Профили «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«ИЗУЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ»**

Студент _____ Егорова Светлана Андреевна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель _____ Калинин Е.Н.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____ Калинин Е.Н.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 17.06.19г. № 12)

Заведующий кафедрой _____ Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭК _____ Паскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Цель и задачи бакалаврской работы	4
 ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ	
1.1. Виды электрических сигналов	5
1.2. Основные характеристики цифрового сигнала	11
1.3. Назначение и использование микропроцессоров в электронике	15
1.4. Использование устройств на микропроцессорах на факультативных занятиях по физике в школе	20
 ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАКТНОГО ЦИФРОВОГО АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА НА УРОКАХ ФИЗИКИ	
2.1. Семейство чипов PIC 16Fxxx: основные характеристики и возможности	24
2.2. Цифровой амперметр и вольтметр: прошивка чипа 16F363 и настройка	29
2.3. Конспект урока лабораторной работы по физике в 8 классе «Последовательное и параллельное соединение проводников»	32
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38
 ПРИЛОЖЕНИЕ.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие цифровых технологий открывает большой спектр возможностей для человека и его сфер деятельности. Цифровые технологии используются в быту, экономике, образовании, медицине и производстве.

Каждый из нас в своей квартире, на работе, учебе и где бы он не был, ежедневно сталкивается с большим количеством цифровых устройств: компьютеры, планшеты, телефоны, бытовая техника и многое другое. Благодаря появлению цифровых технологий, медицина шагнула далеко вперед и спасла не одну тысячу жизней. Поскольку население планеты с каждым годом увеличивается, то неотъемлемой частью становится и увеличение объемов производства. Цифровые технологии позволяют стремительно развивать не только объем производства, но и ускорять все процессы. Помимо выше сказанного эти технологии открывают новые возможности для развития системы образования на любых его уровнях.

Следовательно, мы можем сделать вывод, что цифровые технологии в настоящее время оказывают влияние на все сферы жизни общества. А это в свою очередь означает, что каждый школьник должен иметь представления о них и быть с ними знаком.

Основным преимуществом цифровых технологий является передача сигнала без искажений. Так же большим плюсом является возможность добавления новых функций, что позволяет быстро подстраиваться под изменяющиеся требования.

Наряду с плюсами, выделяют и минусы цифровых технологий, к таковым относятся: потребления большей энергии, в сравнении с аналоговыми, в некоторых электрических схемах; потеря информации во время преобразования аналогового сигнала в цифровой; в случае неисправности одного фрагмента цифровых данных, может измениться смысл целого блока информации. Проанализировав важность и необходимость

цифровых технологий можно сделать вывод о том, что тема бакалаврской работы посвященная цифровым технологиям является актуальной.

Цель бакалаврской работы заключается в формировании первоначальных представлений у школьников на факультативных занятиях по физике знаний в области современных микропроцессорных технологий и их использования в быту и на производстве.

Исходя из цели работы, были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ учебно-методической литературы по теме исследования.
2. Разработать и изготовить макет с использованием цифровых индикаторных устройств для проверки свойств параллельного и последовательного соединения проводников.
3. Разработать конспект урока лабораторной работы по физике в 8 классе по теме: «Последовательное и параллельное соединение».
4. Провести апробацию элементов данной методики.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

1.1. ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Перед тем как поговорить о видах, попробуем разобраться, что же вообще такое электрический сигнал. Исходя из того, что в понятии мы видим слово электрический то к этому сигналу может иметь отношение электрический ток.

Электрический ток характеризуется силой ток и напряжением. И как мы знаем на расстояния ток передается по средствам проводов, соответственно и электрический сигнал будет передаваться так же. Какие у нас условия возникновения тока? Первое и основное это то, что должен быть источник тока. Следовательно, для передачи электрических сигналов нам нужно устройство, которое будет генерировать электрический ток. И так же должно быть что-то, что этот самый сигнал будет принимать.

Так что же все-таки такое электрический сигнал? Электрический сигнал – материальный носитель информации об электромагнитных процессах, происходящих в электрической цепи, в качестве которого используется обычно либо ток, либо напряжение [1, стр. 2].

Ну и конечно же, как и большинство новых явлений или процессов, электрические сигналы были квалифицированы наукой. Классификация радиотехнических сигналов представлена на рис. 1 [2, стр. 160].

Остановимся на двух основных группах электрических сигналов: аналоговых и дискретных.

Начнем с аналоговых сигналов. Аналоговый сигнал – это сигнал, обеспечивающий передачу данных путем непрерывного изменения во времени частоты, амплитуды или же фазы. То есть такой сигнал можно описать непрерывной функцией (см. рис. 2).



Рис. 1. Классификация радиотехнических сигналов

Сама функция $S_a(t)$, и ее аргумент t могут принимать любые значения на заданных интервалах: $S_a(S_{\min}, S_{\max})$; $t(t_{\min}, t_{\max})$ [2, стр.3].

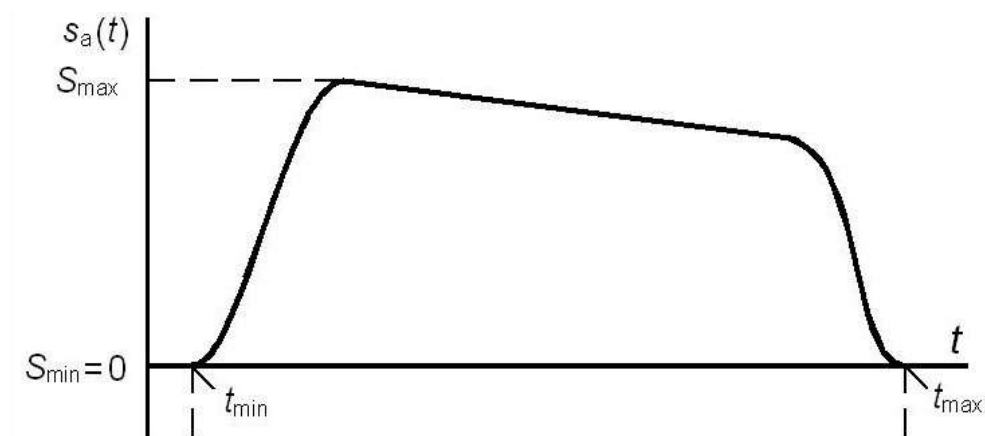


Рис. 2. График функции аналогового электрического сигнала

Примерами такого сигнала в жизни можем назвать обычные механические часы, наш собственный голос. Поскольку колебания голоса могут иметь разную амплитуду в любой точке своего диапазона. Звук также является аналоговым сигналом, поскольку может изменяться в широком диапазоне [3, стр. 85]. Рассмотрим свойства аналогового сигнала:

- нет четко различимых уровней сигнала, что не позволяет использовать аналоговый сигнал для описания понятия информации, которое используют в цифровых технологиях;
- отсутствие избыточности, поскольку пространство непрерывно, то любая помеха, внесенная в сигнал, не отличается от самого сигнала [4].

Эти свойства являются противоположностью свойств цифровых сигналов. На рис. 3 представлено изображение аналогового и цифрового сигнала.

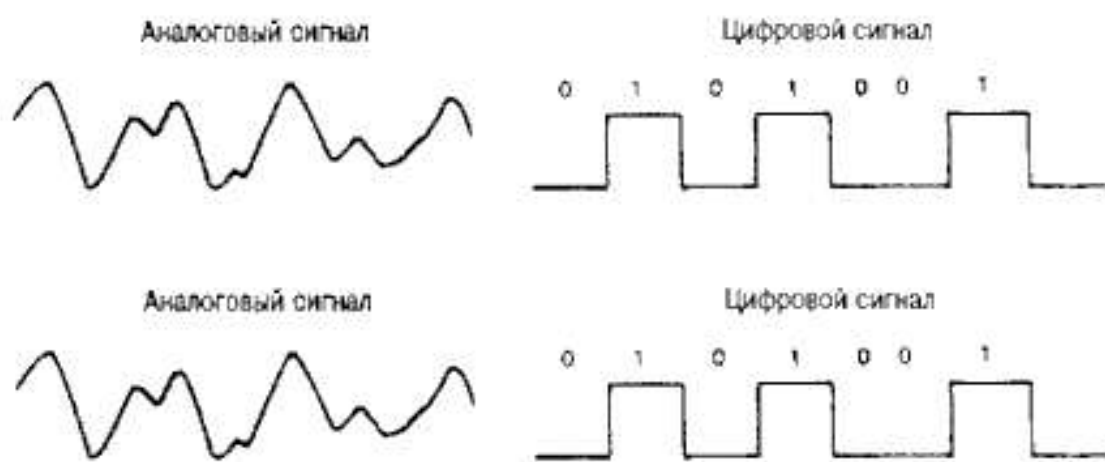


Рис. 3. Аналоговый и цифровой сигнал

В современных электронных системах основной функцией является то, что они могут преобразовывать аналоговый сигнал в цифровой и на оборот. О цифровом сигнале поговорим более подробно в следующем пункте главы, а пока рассмотрим дискретный сигнал.

Дискретный сигнал – это сигнал, который изменяется прерывисто по времени, но при этом остается постоянным по величине (пример графика приведен на рисунке 4), или же по уровню, но остается постоянным по величине. То есть можно сказать, что такой сигнал – это некая последовательность коротких импульсов.

На графике t_d – является периодом дискретизации, а n принимает значения равные 0; 1; 2; 3 Что же называют периодом дискретизации?

Период дискретизации – временной интервал, с которым происходит преобразование непрерывной функции в дискретную [2, стр. 4].

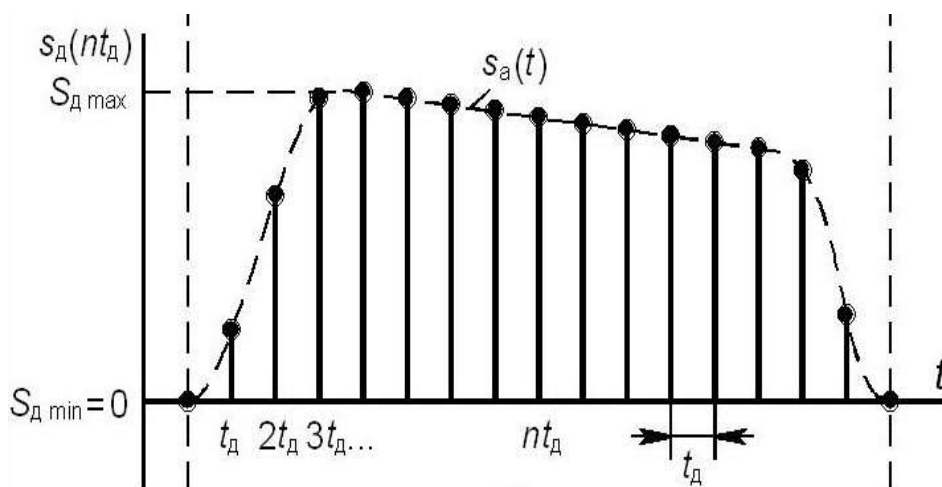


Рис.4. График дискретного сигнала, прерывистого по времени, но постоянного по величине

Примерам дискретного сигнала является электрический ток в цепи, в которой есть выключатель. Когда цепь разомкнута ток в ней отсутствует, соответственно, когда она замкнута ток имеет номинальное значение.

Исходя из того, как меняется с течением времени электрический сигнал выделяют постоянные и переменные сигналы. Рассмотрим их более подробно.

Постоянный электрический сигнал можно соотнести с постоянным электрическим током. А постоянным называют такой ток, сила которого со временем не изменяется. Следовательно, данный сигнал не изменяется не по амплитуде, не по знаку с течением времени. График постоянного электрического сигнала представлен на рис. 5.

Логично предположить, что переменный электрический сигнал так же связан с переменным электрическим током. Электрический ток, периодически меняющийся со временем по модулю и направлению, называют переменным электрическим током [7, стр. 173].

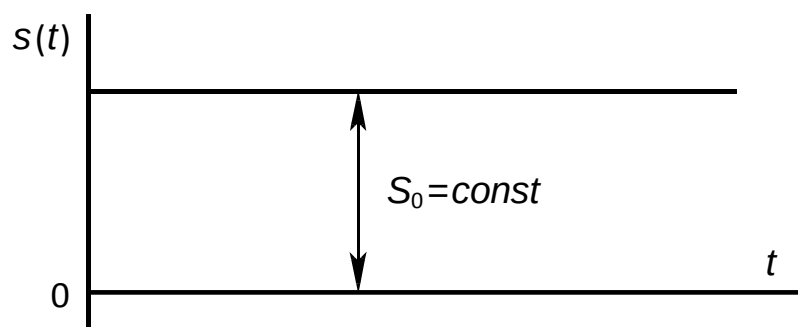


Рис. 5. График постоянного электрического сигнала

То есть мы можем сказать, что переменный сигнал меняется с течением времени, иначе говоря его можно называть электрическим колебанием. Переменные сигналы в свою очередь делятся на непрерывные и импульсивные.

Непрерывный сигнал, это такой сигнал описываемый непрерывной функцией и соответственно параметры его изменяются непрерывно в течении всего временного интервала. Примером такого сигнала может служить гармонический сигнал, изменяющийся с течением времени по закону косинуса(синуса). График непрерывного переменного электрического сигнала представлен на рис. 6.

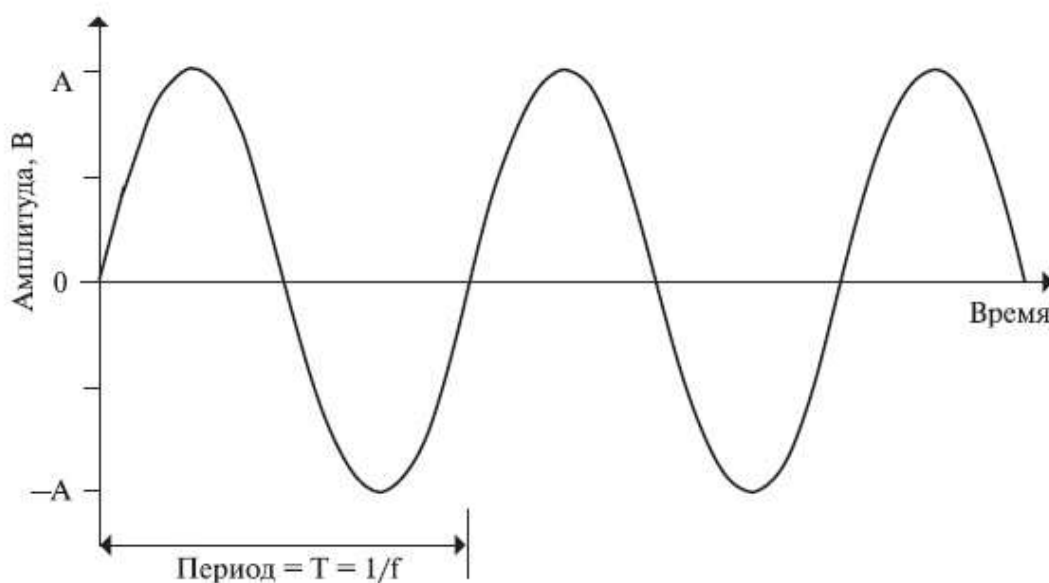


Рис. 6. Непрерывный переменный электрический сигнал

Импульсный сигнал или электрический импульс – кратковременное отклонение напряжение (тока) от некоторого начального уровня (в частном случае нулевого) [1, стр. 6].

То есть из определения мы можем сделать вывод, что такой сигнал существует короткий интервал времени, который в свою очередь много меньше времени самого наблюдения. В практике, как правило встречаются следующие формы импульсных сигналов (см. рис. 7):

- прямоугольные;
- треугольные;
- трапецеидальные;
- экспоненциальные.

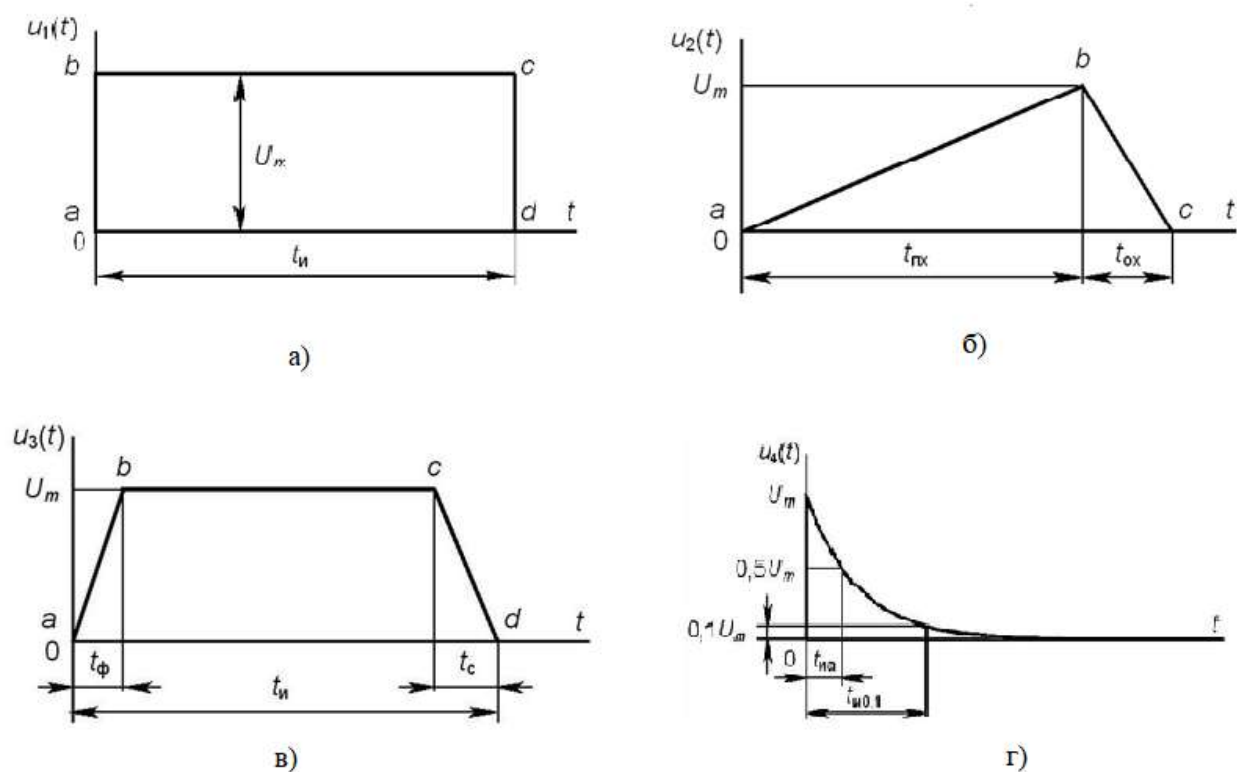


Рис. 7. Формы импульсного сигнала:

а) прямоугольная; б) треугольная; в) трапецеидальная; г) экспоненциальная.

1.2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА

Перед тем как описать характеристики цифрового сигнала, рассмотрим его определение: цифровой сигнал – это сигнал, у которого каждый из представляющих параметров описывается функцией дискретного времени и конечным числом значений информационного параметра [8].

То есть можно сказать, что это аналоговый сигнал, который был переведен в дискретный, а за тем к нему было применено квантование.

В таком случае, сигнал будет представлен так, что на каждом промежутке времени будет известно квантовое значение сигнала. Его же можно записать целым числом, переведенным в двоичную систему исчисления, что и будет цифровым сигналом. Вспомним, что представляет собой двоичная система – это последовательность 0 и 1.

Графическое изображение цифрового сигнала представлено на рис. 8.

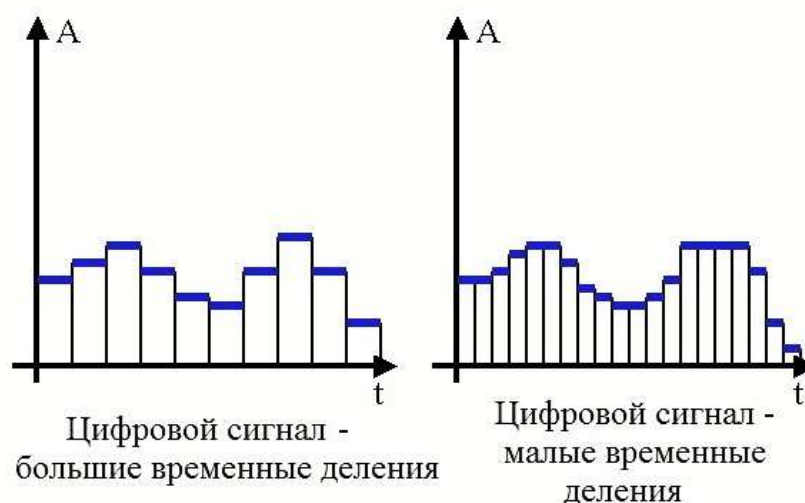


Рис. 8. График цифрового сигнала

Из графика видно, что переход от максимального значения к минимальному происходит достаточно резко. Что позволяет приемнику сигнала более четко увидеть и зафиксировать его.

Все цифровые сигналы делятся на две большие группы: одиночные цифровые сигналы и сгруппированные цифровые сигналы. В свою очередь одиночные подразделяются:

- разрезающие/запрещающие сигналы;
- сигнализирующие сигналы (флаги);
- синхронизирующие сигналы (определяющие момент времени выполнения операции).

Сгруппированные цифровые сигналы также выделяют следующие подгруппы:

- коды выборок, аналоговых сигналов;
- коды адресации устройств;
- коды команд;
- коды данных.

Стоит рассмотреть, как же все-таки преобразуется аналоговый сигнал в цифровой. Из написанного выше, можно сделать вывод, что в процессе аналого-цифрового преобразования (АЦП) можно выделить три этапа:

1. дискретизация;
2. квантование;
3. кодирование.

Остановимся на каждом более подробно. Что же такое дискретизация – это процесс перехода от аналогового сигнала к дискретному. При этом стоит отметить, что частоту дискретизации выбирают таким образом, чтобы при описании сигнала информация о нем была достоверной. Рассчитать частоту мы можем по формуле:

$$f_D = \frac{1}{T}, \quad (1)$$

где T – это период дискретизации сигнала.

Операция квантования (изображение квантования сигнала представлено на рис.9) в свою очередь заключается в измерении напряжения каждого импульса, полученного после дискретизации. В результате чего каждому из

этих импульсов будет присвоен двоичный код. В настоящее время в АЦП используют 8 разрядное кодирование. Количество уровней квантования рассчитывается по формуле:

$$N = 2^n. \quad (2)$$

Соответственно n – количество разрядов. Следовательно, при 8-разрядном кодировании выделяется 256 уровней квантования. Для чего же выделяют так много уровней? Это делается для того, чтобы минимизировать количество шумов квантования.

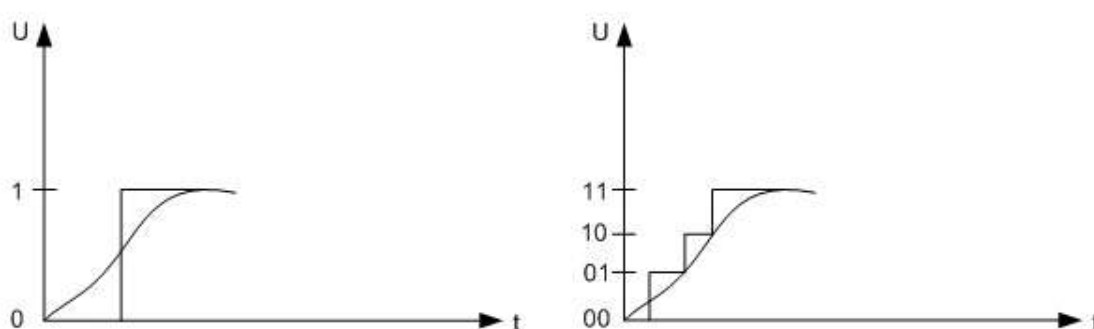


Рис. 9. Квантование по уровню

И последний третий этап – кодирование. В нем происходит образование импульсов на основе информации, полученной в результате предыдущего этапа. То есть мы можем говорить о том, что создается копия того аналогового сигнала, который изначально был взят нами.

Структурная схема обработки цифрового сигнала в общем виде представлена ниже на рис.10.

А для чего нам вообще нужно преобразовывать аналоговые сигналы в цифровые? Все дело в том, что в современном мире большинство устройств для передачи сигнала являются цифровыми. Это различные цифровые микропроцессоры, микрокомпьютеры и др.

Так какие же преимущества есть у цифровых сигналов? Во-первых, они имеют более сложную и многоступенчатую обработку, чем аналоговые. Во-

вторых, мы имеем возможность длительного хранения цифрового сигнала без его потерь, а также его многократное копирование без искажения. В отличие от аналогового сигнала, цифровой возможно качественно передавать на большие расстояния. Бонусом ко всему вышесказанному можно добавить то, что цифровые устройства проще настраиваются и менее подвержены старению. А сам сигнал более предсказуем в своем поведении, чем аналоговый.

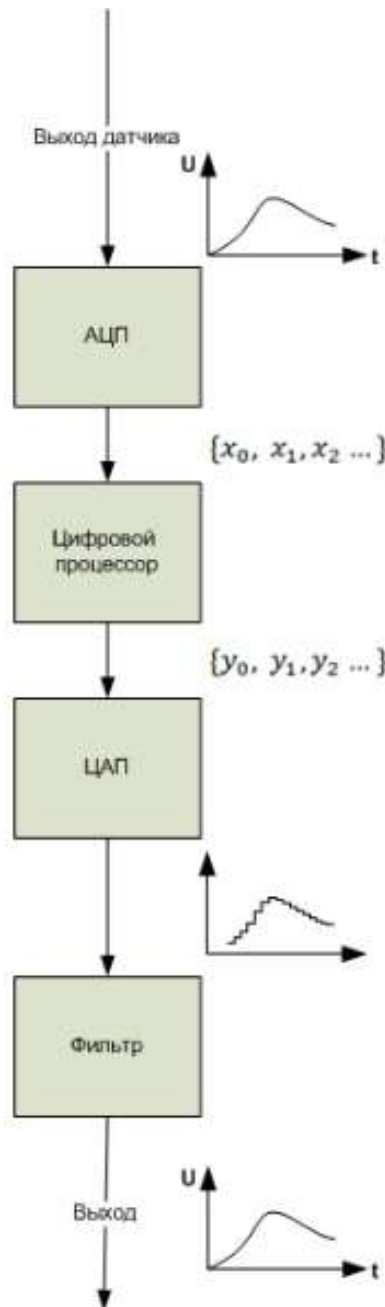


Рис. 10. Структурная схема обработки цифрового сигнала

Но наряду с достоинствами у цифрового сигнала есть и недостатки:

- Принципиально меньшее предельное быстродействие цифровых устройств, в сравнении с аналоговыми.
- Информативная емкость гораздо ниже, чем у аналогового сигнала.
- Для связи с внешним миром потребуются преобразователи.
- При простом алгоритме обработки цифровые устройства гораздо сложнее аналоговых.

Как уже говорилось ранее сигналы могут быть подвержены искажению, примеры приведены на рис.11.

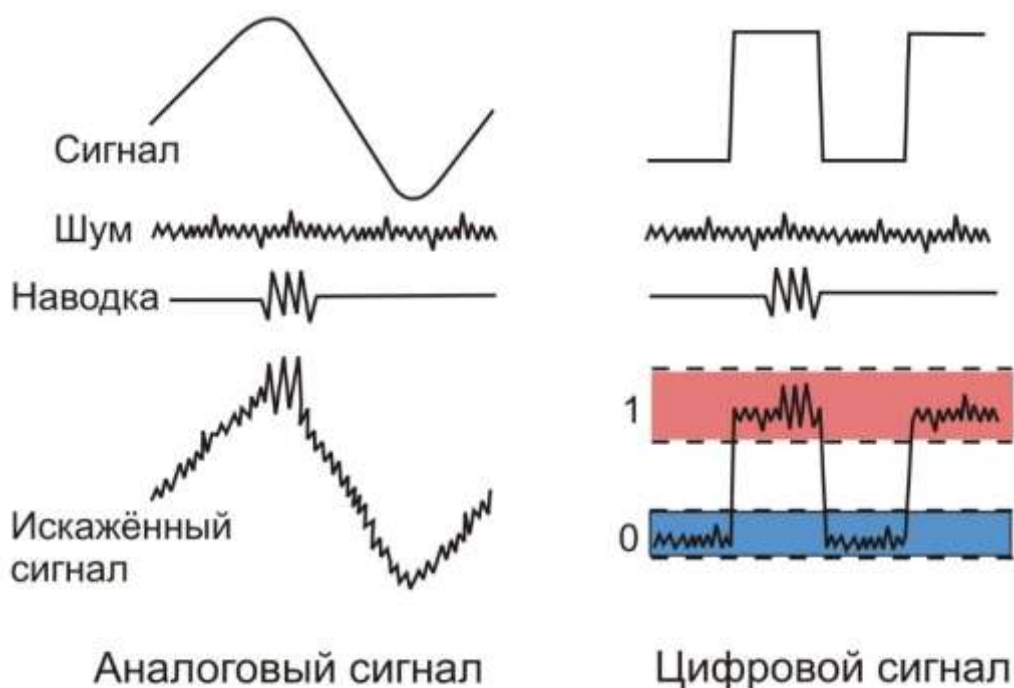


Рис. 11. Искажение сигналов шумами и наводками

1.3. НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ В ЭЛЕКТРОННИКЕ

Перед тем, как говорить о назначении и использовании стоит изучить определение микропроцессоров. Микропроцессор – это программно-

управляемое устройство обработки информации, применяемое в микро-ЭВМ, системах автоматического управления [13, стр. 544].

Микропроцессор появился значительно раньше своих других собратьев, таких как микроконтроллер. Их следует отличать друг от друга, хотя они и имеют схожее происхождение. Но объединяет их только то, что они объединяют в одном корпусе набор узлов, которые в свою очередь пригодны для построения функционально законченной системы управления [14, стр. 12].

Поговорим немного об истории создания микропроцессоров. Первые процессоры, которые могли решать легкие математические задачи и выполнять не сложные логические операции появились еще в 1940 году. Но они были очень огромными по своим размерам и совсем не применялись в быту. Время шло, и наука так же не стояла на месте. В 1970 году Хофф представил плату, которая могла выполнять те же функции, что и огромные электронно-вычислительные машины, но при этом она спокойно помещалась в ладошке. Поэтому можно сказать, что «прародителем» современных микропроцессоров стала микросхема i4004, изготовленная фирмой Intel 15 ноября 1971 года [14, стр. 12]. С этого момента и пошел отсчет новой эпохи процессоров.



Рис.12. Обобщенная структурная схема типового микропроцессора

Что же из себя представляет микропроцессор? Основной его составляющей является центральное процессорное устройство (ЦПУ), внутри которого содержатся регистры общего назначения, арифметический

вычислитель и логическое ядро. Взаимодействие ЦПУ с окружающим миром происходит при помощи трех шин: управления, данных и адреса. Помимо этого они служат для получения в ЦПУ кодов управляющей программы, которые находятся на внешнем носителе. Так же любой микропроцессор имеет сигнал сброса RESET, за счет которого производится начальная установка регистров ЦПУ. А синхронизация их работы осуществляется при помощи тактовых импульсов SYN. На рис.12 приведена обобщенная структурная схема типового микропроцессора. Принято выделять 3 типа микропроцессоров. Их классификация представлена на рис.13.



Рис. 13. Классификация микропроцессоров

Говоря об универсальных микропроцессорах, логично будет отметить, что они предполагают решение широкого круга задач, а область их применения не ограничивается только персональными компьютерами.

Что же представляют собой однокристалльные микропроцессоры? Это микропроцессор, который реализован на базе одной большой интегральной системы (БИС) или сверх большой интегральной системы (СБИС). Внешний вид, этого процессора представлен на рис.14. В настоящее время в однокристалльных микропроцессорах применяют следующие виды архитектуры процессоров: RISC, CISC, ARM.



Рис. 14. Внешний вид процессора

К специализированным микропроцессорам относятся микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры. Рассмотрим более подробно первые. Микроконтроллеры (МК) – это микропроцессор к которому на кристалл были добавлены оперативное и постоянно запоминающие устройство, аналого-цифровые и цифровые преобразователи, порты ввода/вывода, различные интерфейсные узлы, а также счетчики и таймеры. По поводу первого появления микроконтроллеров существует две версии. По одной из них они были представлены в 1976 году, уже упоминавшийся ранее фирмой Intel. По другой же за 4 года до этого фирма Texas Instruments изобрела 4-х битный микроконтроллер TMS1000. В чем же заключается главное отличие микроконтроллера от микропроцессора? Первые являются наиболее самодостаточными и обладают большей способностью к «самовыживанию». Структурная схема микроконтроллера приведена ниже на рис. 15.

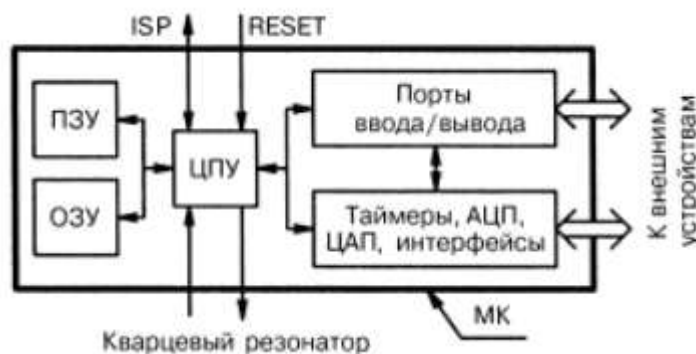


Рис. 15. Структурная схема микроконтроллера

В настоящее время, границы между микропроцессорами и микроконтроллерами практически отсутствуют. Все чаще микроконтроллеры относят к процессорам встраиваемых систем.

Стоит так же обратить внимание на особенности микропроцессорных систем:

- гибкая логика работы;
- универсальность, то есть возможность выполнения большого количества задач;
- простота проектирования аппаратуры;
- простота отладки;
- аппаратная избыточность;
- низкое быстродействие, в сравнении с устройствами с жесткой логикой;
- необходимость разработки и отладки программного обеспечения.

Так для чего же все-таки предназначены все эти микропроцессоры и микроконтроллеры? Основное их назначение заключается в следующем: расшифровка и чтение команд из основной и оперативной памяти; прием и обработка информации, а также запросов с внешних устройств; обработка информации и запись ее в память устройства; синхронизация имеющихся данных с внешними; создание сигналов, служащих для управления узлами и блоками системы.

Область применения микропроцессоров очень обширна, можно даже сказать, что они повсюду. Первой и одной из обширных областей применения является вся современная бытовая техника массового производства. Почему же производители выбирают микропроцессоры или микроконтроллеры? Все связано с тем, что по сути их микросхемы являются универсальными. Экономически выгоднее использовать готовые микроконтроллеры, чем заказывать производство отдельных микросхем для каждого прибора.

Так же мы ежедневно используем МК в своих телефонах, при оплате покупок в магазине при помощи банковских карт. Где же там спрятался микроконтроллер? То самое металлизированное окошко и есть ни что иное, как выводы МК (см. рис.16).



Рис. 16. Микроконтроллеры на банковской карте

В общем выделяют следующие области применения микропроцессоров [14, стр.17]:

1. Измерительная, автомобильная, медицинская электроника.
2. Автоматизация и роботизация дома.
3. Ремонт и совершенствование заводских изделий.
4. Конструирование оборудования для радиосвязи.
5. Изготовление бытовых приборов, еще не освоенных промышленностью.
6. Создание единичных приборов с уникальными параметрами.

1.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ НА МИКРОПРОЦЕССОРАХ НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ

Ярким примером применения устройств на микропроцессорах на уроках по физике в школе, может служить использование цифровых амперметров и вольтметров при изучении законов постоянного тока. В календарно-тематическом планировании (КТП) для 8 класса представлены темы: «Закон Ома для участка цепи», «Последовательное и параллельное соединение проводников». Фрагмент КТП приведен ниже (Таблица 1):

Таблица 1. Фрагмент КТП в 8 классе

№ уро ка	№ урока в теме	Тема урока	Дата проведения	Домашнее задание
38	13	Закон Ома для участка цепи	01.02.2019	§44, упр. 19(1,2,3), № 1280
39	14	Расчет сопротивления проводника. Удельное сопротивление. Реостаты.	02.02.2019	§45-47, упр. 20(1,3,4), №1306
40	15	Лабораторная работа №5 «Регулирование силы тока реостатом». Инструктаж по ТБ	08.02.2019	№1296, 1298, 1300, 1328, 1331
41	16	Лабораторная работа №6 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра». Инструктаж по ТБ	09.02.2019	№1290, 1301, 1326, 1327
42	17	Решение задач по теме: «Закон Ома для участка цепи. Расчет сопротивления проводника».	15.02.2019	№1313, 1316, 1320
43	18	Последовательное и параллельное соединение проводников. Тест по теме: «Расчет сопротивления проводника. Удельное сопротивление». 10 мин	16.02.2019	§48, 49, упр. 22 (1,3), 23 (1,3)

Примечание: уроки ведутся по учебнику Перышкин А.В. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2013. – 237, [3] с.: ил., задачи дается из задачника Лукашик В.И. Сборник задач по физике. 7-9 класс : пособие для учащихся общеобразоват. учреждений/ В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. – 25-е изд. – М. : Просвещение, 2011 г. – 240 с. : ил.

При проведении уроков по этим тема, учитель как раз может применить цифровые амперметры и вольтметры. Например, показывая параллельное и последовательное соединение проводников, учитель собирает электрическую цепь с данными приборами.

Пример схемы последовательного соединения приведена на рис.17.

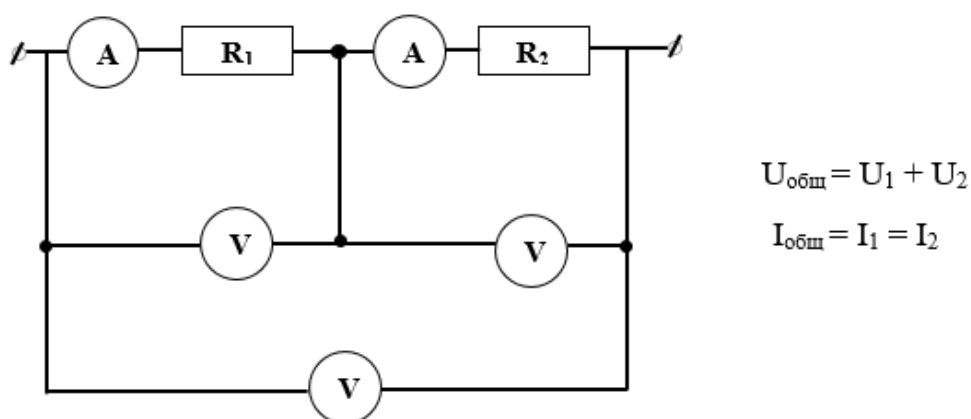


Рис. 17. Схема последовательного соединения

Так же можно использовать цифровые амперметры и вольтметры и в параллельном соединении, пример схемы приведен ниже на рис. 18.

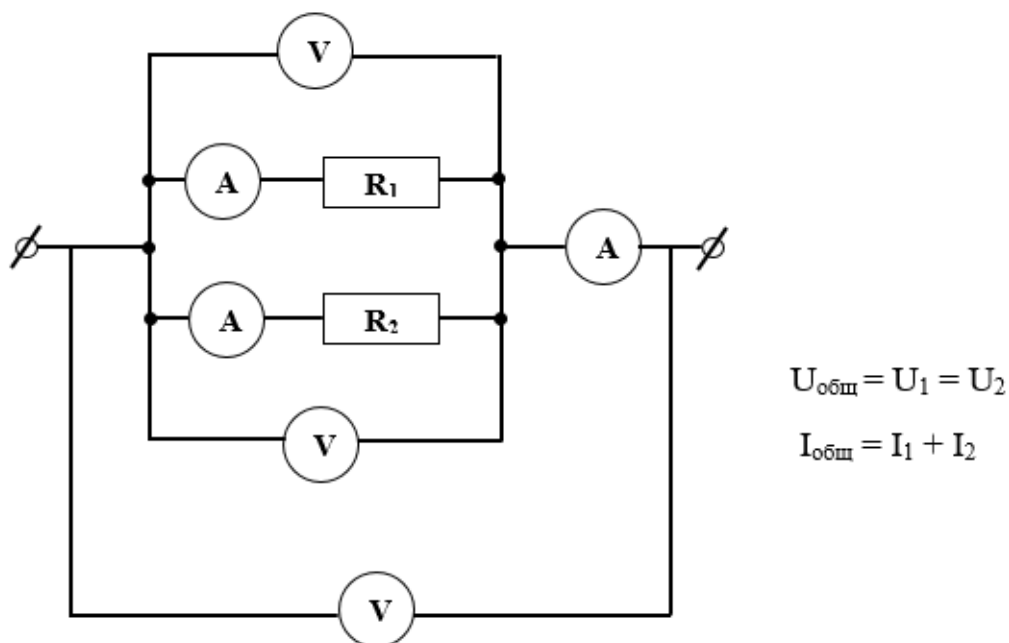


Рис. 18. Схема параллельного соединения

В чем же преимущества цифровых приборов? Основным плюсом в сравнении с аналоговыми вольтметрами и амперметрами, является размер и вес приборов. Они являются достаточно компактными, занимают не много места, что позволяет с легкостью переносить их из одного кабинета в другой, не прибегая к помощи посторонних. Еще одним не мало важным преимуществом является точность индикации показаний прибора. Простота использования. Наглядность, а как следствие возможность получения показаний сразу, не прибегая к дополнительным расчетам.

Но, на ряду с плюсами есть и минусы. Основной минус – это зависимость от внешних факторов, то есть такие приборы являются очень чувствительными. А это будет сказываться на показаниях прибора. Еще одним следствием чувствительности прибора, является плохая переносимость не стабильной подачи напряжения.

Это были рассмотрены примеры использования цифровых приборов непосредственно на уроках физики. Помимо уроков в школе существуют факультативные занятия по физики. Об использовании приборов на них речь пойдет во второй главе моей работы.

ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАКТНОГО ЦИФРОВОГО АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА НА УРОКАХ ФИЗИКИ

2.1. СЕМЕЙСТВО ЧИПОВ PIC 16FXXX: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Чипы PIC 16FXXX относятся к так называемому «среднему семейству» микроконтроллеров, производством которых занимается фирма Microchip Technology Inc. Микроконтроллеры этой серии являются достаточно распространенными и установлены во многих устройствах. Все МК данного семейства подразделяются на: 8-битные, 16-битные и 32 битные контроллеры. Наибольшую популярность в бытовом использовании получили 8-битные. Применение МК этого семейства удобно в устройствах токопотребление которых ограничено. Основное их назначение заключается в выполнении интерфейсных функций.

Так называемым «сердцем» микроконтроллеров данного семейства является высокопроизводительный RISC-процессор. Транслятор для программы у которого содержит 35 команд, что делает его более простым в использовании. Поэтому для начала изучения микроконтроллеров и их программирования многие специалисты рекомендуют именно их.

За один машинный цикл, такой МК может выполнить почти все команды, состоящие из четырнадцати разрядного слова, за исключением инструкций перехода. Это связано с тем, что на исполнение последних уходит 2 цикла. В среднем на каждый машинный цикл уходит период в 4 такта микроконтроллера. При этом частота генератора МК PIC 16F676 и его внешнего тактового сигнала варьируется от нескольких Гц до 20 МГц.

Имеется 6 источников тактового сигнала [18, стр. 10-11]:

- RC – внешний RC генератор (2 режима);
- INTOSC – внутренний генератор 4 МГц (2 режима);
- EC – внешний тактовый сигнал;
- XT – стандартный резонатор;

- HS – высококачественный резонатор;
- LP – низкочастотный резонатор.

Напряжение, на которое рассчитан микроконтроллер PIC 16F676, может быть от 2,0 до 5,5 В.

При этом микроконтроллеры имеют достаточно низкое энергопотребление. Например, если напряжение достигает 5,5 В, а тактовая частота 4 МГц, то энергопотребление будет 1 мА. Если же напряжение будет 2,0 В при той же частоте, то потребление энергии составит 100 мкА, что считается типовым. Если же энергопотребление менее 1,0 мкА, значит МК находится в режиме энергосбережения – SLEEP. При работе в дежурном режиме значение тока составит 1 нА.

Микроконтроллеры данного семейства выпускаются с возможностью работы в трех температурных диапазонах, а в общем температура варьируется от 0 до +125 °C.

Такие микроконтроллеры имеют два 6-разрядных порта: А и С. Выводы таких МК как правило являются многофункциональными. Значение каждого из которых задается программно.

Эти микроконтроллеры имеют следующие особенности [18, стр. 13]:

- сброс при включении питания (POR);
- сброс по снижению напряжения питания (BOR);
- наличие таймера включения питания, таймера запуска генератора и сторожевого таймера с собственным встроенным генератором (что повышает надежность работы МК);
- режим энергосбережения с быстрым выходом из этого режима при работе с внутренним генератором;
- мультиплицируемый вывод MCLR и программируемая защита кода.

На ряду с этим стоит отметить, что в системе команд нет сложных арифметических действий, также максимально сокращено число условных переходов. И не мало важным преимуществом является цена данных МК,

которая значительно ниже в сравнении с другими аналогами. Объясняется это тем, что на корпусах используется маленькое количество выводов.

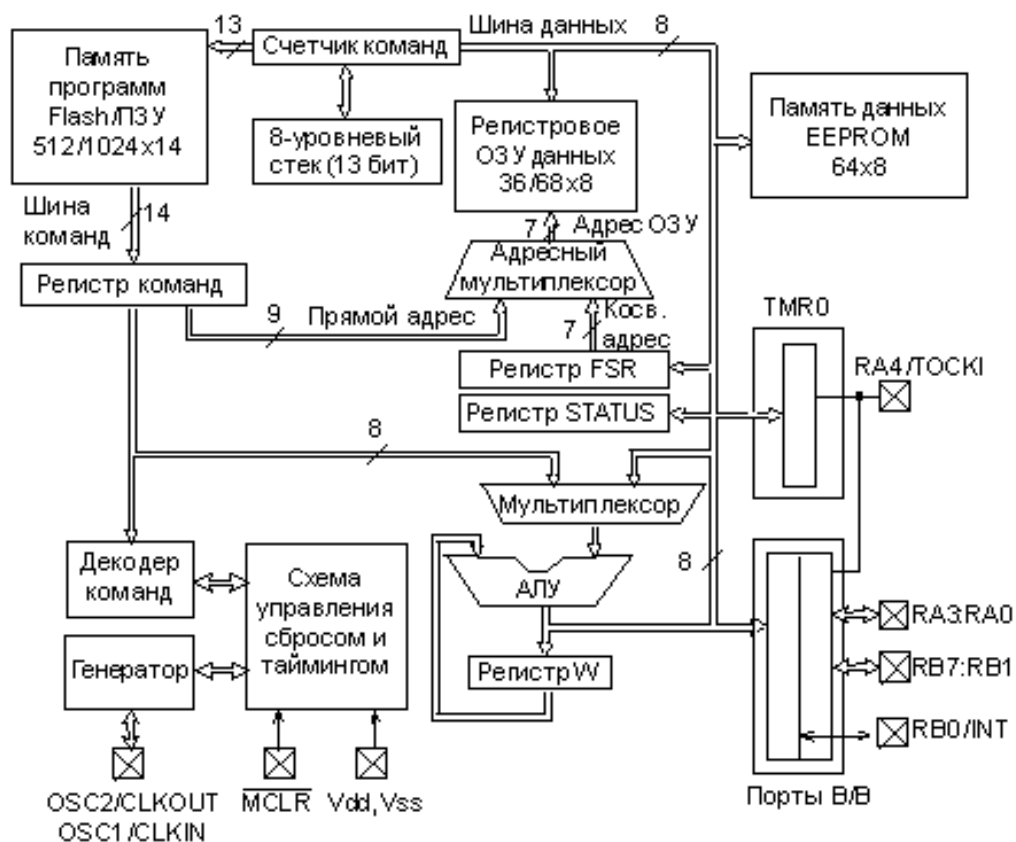


Рис. 19. Структурная схема МК подгруппы PIC 16F8X

Рассмотрим более подробно основные характеристики микроконтроллера PIC 16F676, а именно тактовую частоту, память, поддержку прерываний, его периферию, модуль АЦП [18, стр. 15].

Тактовая частота: для внутреннего генератора составляет 200Мгц, для цикла инструкций 2000 нс.

Память: для FLASH-памяти это 1024×14 слов, для памяти данных ОЗУ 64×8 байт, для данных EEPROM 128×8 байт.

Поддержка прерываний: для данных указанных в инструкции выделяют – прямой, косвенный относительный режимы адресации; 8-уровневый аппаратный стек.

Периферия включает в себя 12 портов ввода/вывода, с возможностью индивидуальной настройки для каждого. Высокоточные схемы портов ввода/вывода, модуль для аналогового компаратора.

Модуль АЦП:

- разрядность 10 бит;
- 8 каналов для программирования;
- вход источника опорного напряжения.

РIS 16F676 включает 32 регистра специального назначения. Первым рассмотрим счетчик команд РС. Он служит для отображения номера ячейки памяти, внутри которой размещается команда. Считать РС может до 1024, так как память включает в себя 1024 слова, его ширина при этом составляет 13 бит. Данный счетчик включает в себя 2 регистра – PCL и PCLATH.

Первый относится к младшим регистрам программных счетчиков, в него входят 8 младших разрядов. Второй же в свою очередь относится к старшим регистрам программного счетчика, имеющего адрес 0Ah, внутри него располагаются оставшиеся 5 разрядов счетчика. И PCL, и PCLATH находятся в 0 банке, но также отображаются и в банке №1.

Регистр состояний или STATUS также, как и два первых расположен в нулевом баке, но отображается и в первом. В основном его биты - это флаги, которые показывают было или нет то или иное событие. Но все же 2 старших бита не используются, а бит №5 служит для переключения банков ОЗУ.

OPTION_REG – регистр установок располагается в банке 1, имеет адрес 81h. За установку коэффициента деления предделителя отвечают 3 младших разряда.

Регистр управления прерываниями (INTCON) содержит 3 флага прерывания и 5 бит разрешения различных прерываний. К нему мы можем обратиться как из банка один, так и из банка 0.

Регистры PIE1 и PIR1 являются регистрами прерывания. А PCON управляет питанием, регистр имеет адрес 8Eh.

Регистр калибровки внутреннего генератора с адресом 90h, использует 6 старших разрядов. Среднее значение его частоты соответствует коду 100000.

Регистр INDF отсутствует, информация о нем считывается с регистра FSR. Имеющего адрес 04 или 84, является регистром выбора косвенно адресуемого.

Регистр порта А или PORTA. У данного порта есть так же регистр управления его конфигурацией – TRISA, в основном его биты служат для включения выводов. К этому же порту относятся WPUA отвечающей за включения резисторов подтяжки порта. За разрешение прерывания на выводах порта А отвечает IOCA.

К порту С относятся два регистра: PORTC и TRISC (регистр, управляющий конфигурацией порта)

Так же имеется 6 регистров различного управления: CMCON, VRCON, ADCON0, ADCON1, EECON1, EECON2.

За временное хранение информации отвечает регистр TMR1H. А за результат старшего и младшего разрядов ADRESH и ADRESL. Плюс регистр данных EEDAT и регистр адреса EEADR.

Поскольку микроконтроллеры PIC 16F676 характеризуются огромным числом параметров они относятся и к сложным программным устройствам, и к микросхемам.

Сфера применения микроконтроллеров этого семейства очень обширна, они являются одними из любимых среди радиолюбителей. Так же они используются в большинстве компьютерных устройств, устройств связи, автомобильной электронике.

2.2. ЦИФРОВОЙ АМПЕРМЕТР И ВОЛЬТМЕТР: ПРОШИВКА ЧИПА 16F363 И НАСТРОЙКА

Основу прибора [17, стр. 5-10] составляет микроконтроллер PIC 16F363, который имеет 10-разрядный АЦП последовательного приближения. Источником опорного напряжения для АЦП служит напряжение питания микроконтроллера, поэтому точность измерения будет зависеть от стабильности питающего напряжения. При напряжении питания 5,12 В шаг квантования АЦП равен 5 мВ. Если использовать делитель напряжения 1:2, то цена деления будет равна 0,01 В при максимальном измеряемом напряжении 5,12 В. При использовании шунта сопротивлением около 0,5 Ом цена деления амперметра составит 0,01 А. При этом если измеряемый ток составит 1 А, то падение напряжения на шунте 0,5 В. Очевидно, что для измерений больших токов необходимо устанавливать усилитель напряжения. Так, применив сопротивление шунта, равное 0,01 Ом, и усилитель напряжения, можно получить амперметр с пределом измерения до 10 А.

Для использования милливольтметра в различных положениях положение запятой в разрядах программно не запрашивается и может быть установлено по необходимости.

Алгоритм работы программы милливольтметра представлен на рис. 20. Программа прошивки микроконтроллера приведена в Приложении 1. Основная работа процессора – организация трехразрядной динамической индикации. Время индикации каждого разряда приблизительно равно 5 мс. Отсчет этого интервала времени организован с помощью прерывания по переполнению таймера TMR0. Таймер имеет коэффициент деления $K=256$, предделитель $K=4$ и счетчик $K=5$. После индикации нулевого уровня разряда выполняется измерение напряжения.

Результат измерения напряжения записывается в два регистра с правым выравниванием, то есть младший регистр будет полностью заполнен, а в старшем регистре будут значащими только два младших разряда. Далее

выполняется перекодировка 16 разрядов двоичного кода в три разряда двоично-десятичного кода. Результат перекодировки записывается в регистры индикации. После индикации второго разряда программа повторяется.

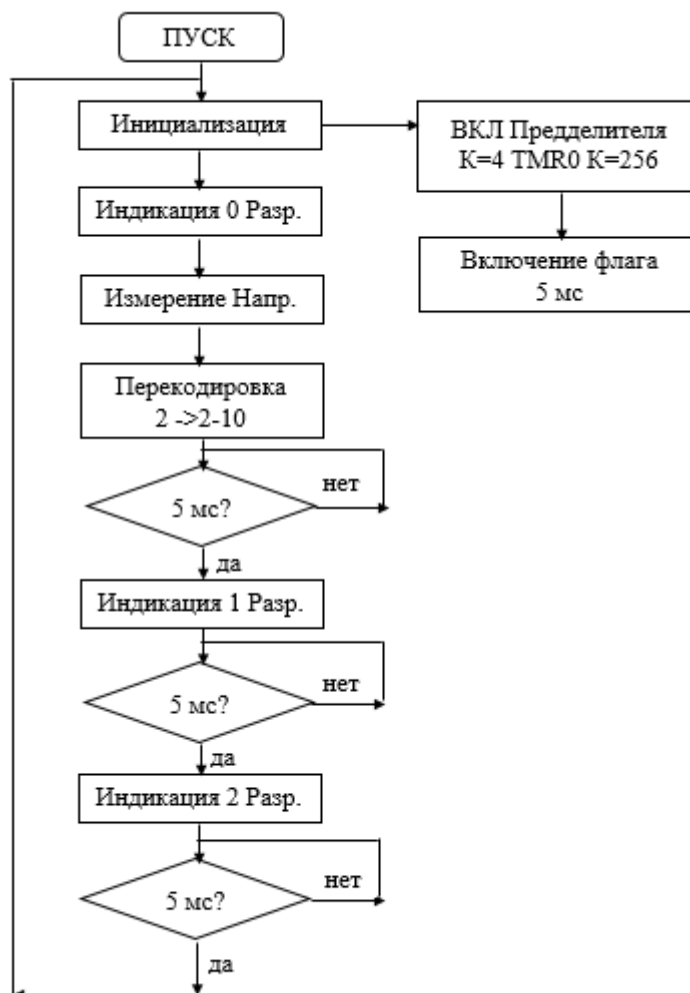


Рис. 20. Алгоритм работы программы цифрового вольтметра

На рис. 21 показана схема милливольтметра, который включен в режиме измерения напряжения до 51,2 В. Стабилизатор напряжения DA1 обеспечивает микроконтроллер напряжением питания и опорным напряжением АЦП. Для того чтобы использовать в резистивном делителе (1:20) резисторы R5, R6 с допустимыми отклонениями номиналов 5...10%, напряжение питания можно изменять в небольших пределах подстроечным резистором R4.

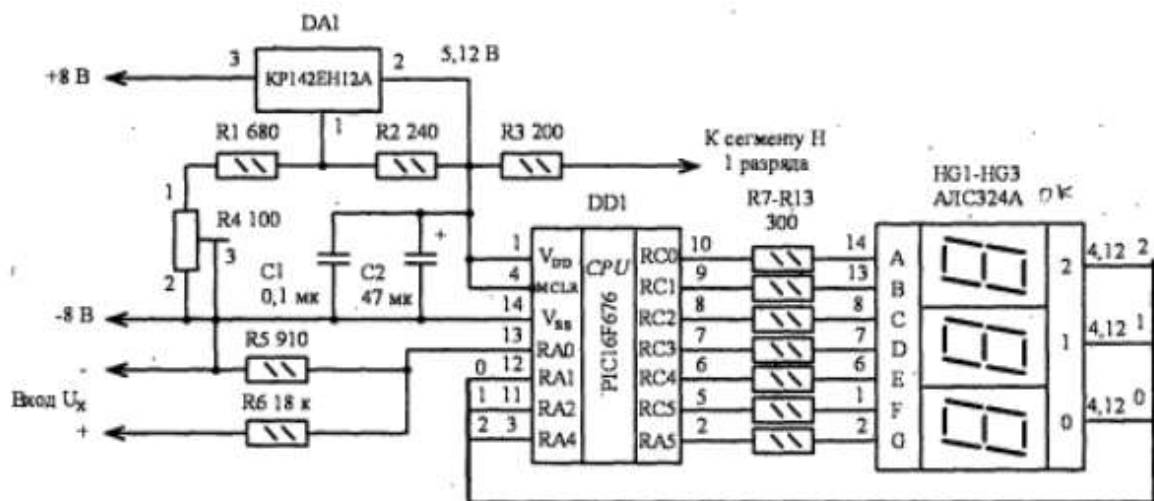


Рис. 21. Милливольтметр. Измерение напряжения

Измерительный вход RA0 подключен к делителю R5, R6, и запитывается сегмент запятой H в первом разряде индикатора. При измерении напряжения с пределом 5,12 В коэффициент деления делителя R5, R6 необходимо установить равным 1:2, и запитать запятую во втором разряде.

Налаживание вольтметра и амперметра начинают с установки напряжения питания 5,12 В вращением движка подстроечного резистора R4. При этом микроконтроллер не устанавливают в микросхемную панель.

При налаживании вольтметра параллельно измеряемой цепи устанавливают цифровой вольтметр. Изменением напряжения питания микроконтроллера выравнивают показания настраиваемого прибора и цифрового вольтметра. При этом напряжение питания микроконтроллера не должно превышать максимально допустимое напряжение, равное 5,5 В. При уменьшении напряжения питания показания увеличиваются (уменьшаются все разряды квантования).

При налаживании амперметра последовательно с измеряемой цепью устанавливают цифровой амперметр. В отверстия печатной платы впаивают провод шунта с сопротивлением около 0,01 Ом. Постепенно уменьшают длину провода и добиваются максимального совпадения показаний настраиваемого прибора и цифрового амперметра. В качестве флюса для

пайки шунта хорошо использовать ортофосфорную кислоту. Если слишком уменьшить длину шунта, то увеличение длины провода не даст результата, потому что часть провода будет покрыта припоем.

Точное совпадение показаний налаживаемого прибора и цифрового амперметра производят изменением напряжения питания микроконтроллера или сопротивления резистора R13. Если сопротивление шунта измерено с достаточной точностью, то подстройку выполняют только изменением напряжения питания.

2.3. КОНСПЕКТ УРОКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ В 8 КЛАССЕ «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ»

Предмет: Физика.

Класс: 8.

УМК: А.В. Перышкин Физика 8 класс. М.: Дрофа, 2013 г.

Тема урока: Лабораторная работа: «Последовательное и параллельное соединение».

Тип урока: Лабораторная работа.

Цель урока: При выполнении лабораторной работы, экспериментально установить справедливость закона Ома для участка цепи и равенств, изученных в теме: «Последовательное и параллельное соединение».

Задачи урока:

Образовательные – окончательно сформировать знания о различных видах соединений, научить учащихся применять эти знания на практике.

Развивающие – развить навыки совместной деятельности в ходе выполнения лабораторной работы; навыки анализа информации; умения делать выводы из наблюдений и данных полученных в ходе работы.

Воспитательные – воспитать культуру общения в ходе групповых обсуждений результатов своей деятельности; воспитать ответственное отношение к выполнению предлагаемых заданий; способствовать формированию интереса к предмету; повышения мотивации учебной деятельности.

Формы организации учебно-познавательной деятельности учащихся:
фронтальная, групповая и парная.

Средства обучения: учебник, конспект урока, разработанный методический материал для выполнения лабораторной работы.

Ход урока

I. Организационный момент.

Приветствие учителя. Проверка готовности класса. Проведение инструктажа по технике безопасности.

II. Актуализация знаний.

Вспоминаем с учащимися как находится сила тока, напряжение и сопротивление при последовательном и параллельном соединении.

III. Выполнение лабораторной работы.

Лабораторная работа: «Последовательное и параллельное соединение проводников».

Цель работы: Экспериментально подтвердить справедливость закона Ома для участка цепи, равенств, изученных в данной теме.

Приборы и материалы: макет (демонстрирующий последовательное и параллельное соединение проводников), источник питания, ручка, тетрадь.

Указания к работе:

1. Зарисовать схему макета (см. рис. 22) в тетрадь, используя условные обозначения приборов.

2. *Рассматриваем последовательное соединение.* Подключаем источник питания к электрической цепи, записываем показания амперметров.

Согласно определению – сила тока: $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

Затем записываем показания вольтметров. Согласно определению – напряжение в электрической цепи: $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

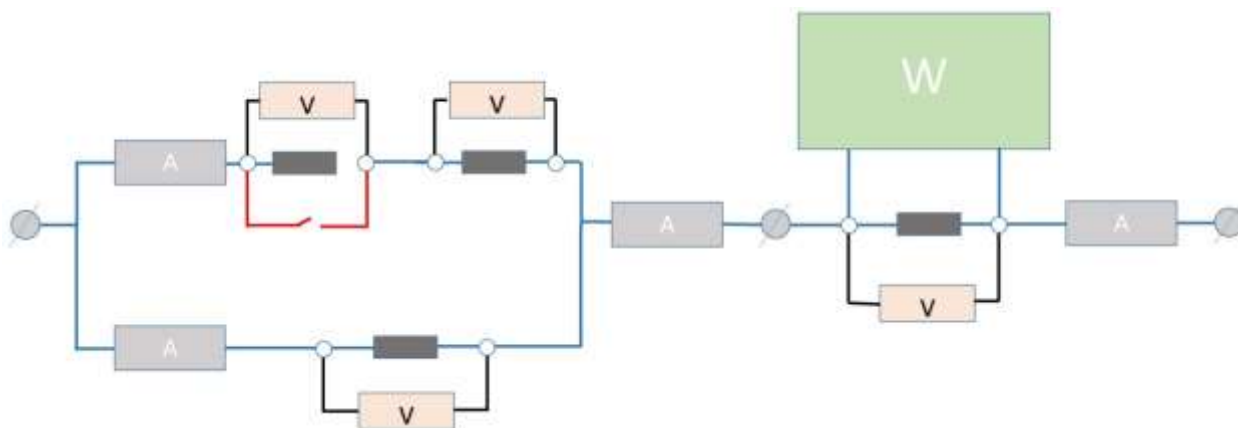


Рис. 22. Схема макета

3. Находим по полученным данным сопротивление на каждом резисторе и общее сопротивление цепи. Из закона Ома сопротивления находится как: $R = \frac{U}{I}$. А при последовательном соединении общее сопротивление: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

4. *Рассмотрим параллельное соединение.* Записываем показания амперметров. Согласно определению – сила тока: $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

Затем записываем показания вольтметров. Согласно определению – напряжение: $U_{\text{общ}} = U_1 = U_2$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

5. Находим по полученным данным сопротивление на каждом резисторе и общее сопротивление цепи. При параллельном соединении общее сопротивление в цепи находится: $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$. Удостоверится в справедливости данного равенства.

Таблица 2

Тип соединения	Показания приборов						Сопротивление		
	I_1	I_2	$I_{\text{общ}}$	U_1	U_2	$U_{\text{общ}}$	R_1	R_2	$R_{\text{общ}}$
Последовательное									
Параллельное									

6. Сделать вывод о проделанной работе.

IV. Заключительный этап.

Подведение итогов урока. Проведение рефлексии учебной деятельности:

Сегодня на уроке мне понравилось

Сегодня на уроке мне не понравилось...

Сегодня на уроке я узнал, что...

Самым трудным в ходе работы было ...

V. Домашнее задание.

Повторение параграфов 48-49. Упражнения 32 (пункт 4), 33 (пункт 5).

Ниже представлено фото макеты при помощи которого выполняется лабораторная работа (см. рис. 23). Макет включает в себя следующие микропроцессорные устройства:

- Цифровой амперметр (4 шт.);
- Цифровой вольтметр (4 шт.);
- Цифровой ваттметр (1 шт.).

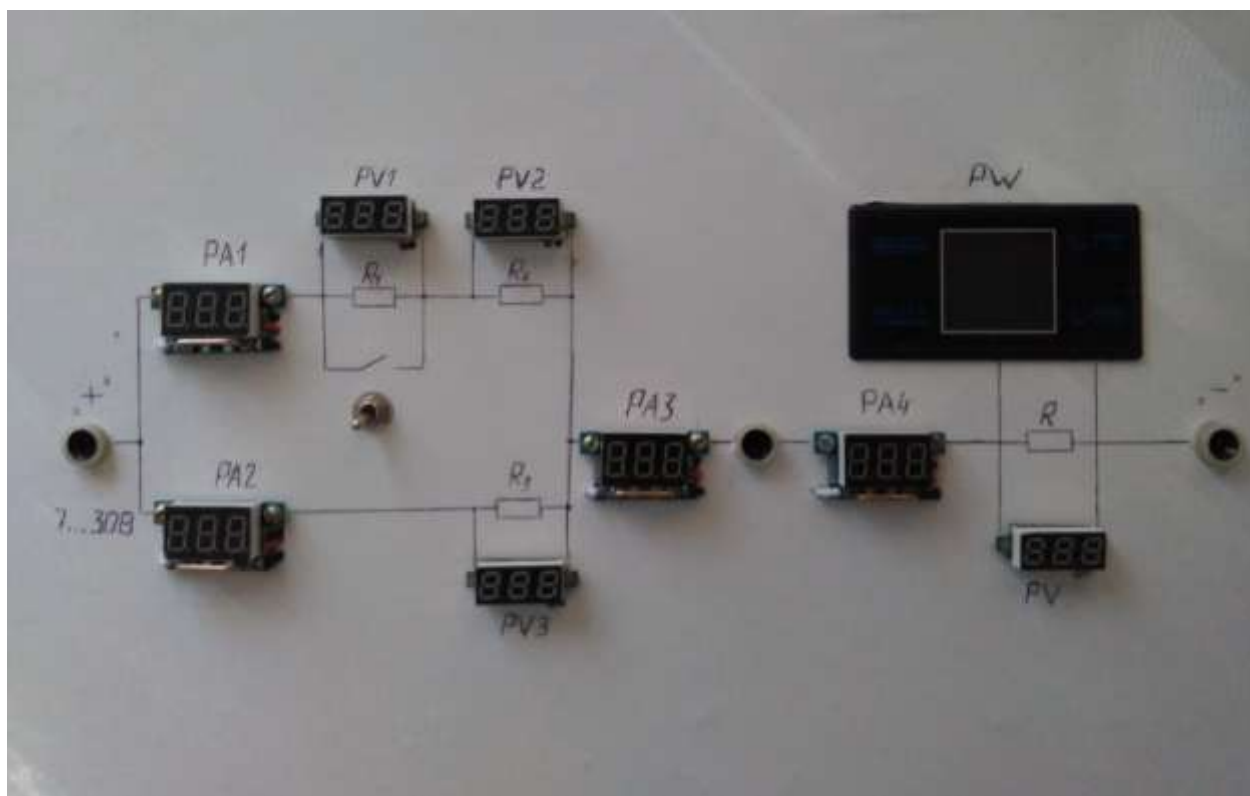


Рис. 23. Фото изготовленного макета

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы была изучена и проанализирована литература по современным микропроцессорным технологиям на базе микроконтроллеров PIC16FXXX компании Microchip Technology Inc. и возможностей их использования для изготовления цифровых индикаторных устройств – амперметров и вольтметров. Также были рассмотрены особенности проведения факультативных занятий по физике с использованием цифровых амперметров и вольтметров. Разработан макет для проверки свойств параллельного и последовательного соединения и методические рекомендации по его использованию оформленные в виде конспекта урока. Поставленные цель и задачи полностью достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гребенников В.В. Теория электрических цепей: учеб. пособие для кафедры промышленной и медицинской электроники – издательство ТПУ, 24 с.
2. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие/ под редакцией профессора В.И. Нефедова – М.: Высш. шк., 2009 г. – 735 с.: ил.
3. Усманов А. У., Шокиров Л. Б., Сайфуллаев С. С. Аналоговый и цифровой сигналы: статья в журнале // Молодой ученый. — 2017. — №15. — с. 85-87.
4. ru.wikipedia.org – Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс] - https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналоговый_сигнал
5. Харкевич А.А. Основы радиотехники – 3-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 г. – 512 с.
6. Макишев Г.Я. Физика. 10 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций с прил. с прил. на электрон. носителе: базовый уровень. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение – 2014 г. - 416 с.: с ил.
7. Перышкин А.В. Физика. 9 кл.: учебник / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014 г. – 319 [1]с.: ил.
8. studopedia.su - Студопедия - лекционный материал для студентов [Электронный ресурс] - https://studopedia.su/10_143027_analogoviy-i-tsifrovoy-signali-harakteristiki-signala.html
9. Грачев Н.П., Зубкова В.А., Сеницын Е.А., Чепель Е.В. Шумы квантования алгоритмов быстрого преобразования Фурье при обработке радиолокационных сигналов: статья в журнале // Вопросы радиоэлектроники. – 2010 г. - №2. – с. 10-23.
10. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - Пер. с англ. Под ред. Ю.Н. Александрова. - М.: Мир – 1978 г. - 848 с.

11. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций – СПб.: БХВ-Петербург - 2005 г. - 766с.
12. Никулин С.С., Лазарев И.В. К вопросу о влиянии шумов квантования устройств цифровой обработки информации на показатели качества: статья в журнале// Вестник Воронежского Института ФСИН России – 2015 г. - №3. – с.16-19.
13. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений. — 4-е изд., М.: Высшая школа, 1993. — 944 с.
14. Рюмик С.М. 1000 и одна микроконтроллерная схема. - Вып.1 – М.: Додэка, 2010 г. – 356 с.: ил. + CD
15. Перышкин А.В. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. – М.: Дрофа, 2013 г. – 237, [3] с.: ил.
16. Лукашик В.И. Сборник задач по физике. 7-9 класс : пособие для учащихся общеобразоват. учреждений/ В.И. Лукашик, Е.В. Иванова. – 25-е изд. – М. : Просвещение, 2011 г. – 240 с. : ил.
17. Заец Н.И. Радиолобительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. С алгоритмами работы программ и подробными комментариями к исходным текстам. Книга 2. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005 г. – 192 с.: ил.
18. Виноградов А.А. Микропроцессоры и микропроцессорные устройства: учебное пособие для студентов энергетических специальностей. – Электрон.текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012 г. – стр. 67

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Прошивка микроконтроллера PIC16F363

```
; МУЛЛИВОЛЬТМЕТР
; ИНДИКАЦИЯ - 7 СЕГМ. СВ. ДИОДЫ - 3 РАЗРЯДА.
; saes@mail.ru
; ПРОГРАММА = MILLUM.ASM
; ВЕРСИЯ: 13-03-05
; АССЕМБЛЕР И ОТЛАДЧИК: MPLAB IDE, ВЕРСИЯ: 5.70.40
;

    #INCLUDE <P16F676.INC>
    __CONFIG 3FF4H

;=====
; ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ВНУТРЕННИЙ ГЕНЕРАТОР ЧАСТОТОЙ 4,0 МГц.
;=====
; ПОРТ С - ВЫХОД СЕГМЕНТОВ А-F.
; RA5 - ВЫХОД, СЕГМЕНТ G.
; RA1-RA2-RA4 - ВЫХОД РАЗРЯДОВ 0-2.
; RA0 - АНАЛОГОВЫЙ ВЫХОД 0.
;=====
; РЕГИСТРЫ РСН.
;=====
INDF    EQU  00H ; ДОСТУП К ПАМЯТИ ЧЕРЕЗ FSR.
TIMERO  EQU  01H ; ТМРО.
OPTIONR EQU  81H ; OPTION (RPO=1).
PC      EQU  02H ; СЧЕТЧИК КОМАНД.
STATUS  EQU  03H ; РЕГИСТР СОСТОЯНИЯ АЛУ.
FSR     EQU  04H ; РЕГИСТР КОСВЕННОЙ АДРЕСАЦИИ.
PORTA   EQU  05H ; ПОРТ А ВВОДА/ВЫВОДА.
PORTC   EQU  07H ; ПОРТ С ВВОДА/ВЫВОДА.
TRISA   EQU  85H ; НАПРАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ПОРТА А.
```

TRISC EQU 87H ; НАПРАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ПОРТА С.
 INTCON EQU 0BH ; РЕГИСТР ФЛАГОВ ПРЕРЫВАНИЙ.
 PIR1 EQU 0CH ; РАЗРЕШЕНИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПРЕРЫВАНИЙ.
 PIE1 EQU 8CH; РЕГИСТР РАЗРЕШЕНИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ
 ПРЕРЫВАНИЙ.
 T1CON EQU 10H ; РЕГИСТР УПРАВЛЕНИЯ ТАЙМЕРОМ 1.
 CMCON EQU 19H ; РЕГИСТР УПРАВЛЕНИЯ КОМПАРАТОРОМ.
 VRCON EQU 99H ; РЕГИСТР ИСТОЧНИКА ОПОРНОГО
 НАПРЯЖЕНИЯ.
 PCON EQU 8EH ; КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ.
 ANSEL EQU 91H ; ВЫБОР АНАЛОГОВОГО ВХОДА.
 WPUA EQU 95H ; ВКЛЮЧЕНИЯ ПОДТЯГИВАЮЩИХ РЕЗИСТОРОВ.
 IOCA EQU 96H ; РАЗРЕШЕНИЕ ПРЕРЫВАНИЙ ПО ИЗМ. СИГН. НА
 ВХОДАХ А.
 ADRESH EQU 1EH ; СТАРШИЙ РЕГИСТР АЦП.
 ADRESL EQU 9EH ; МЛАДШИЙ РЕГИСТР АЦП.
 ADCON0 EQU 1FH ; УПРАВЛЕНИЯ АЦП.
 ADCON1 EQU 9FH ; ВЫБОР ТАКТИРОВАНИЯ АЦП.
 ;=====
 ; ОПРЕДЕЛЕНИЕ PОН.
 ;=====
 ТЕКН EQU 20H ; ДВОИЧНОЕ ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ.
 ТЕКЛ EQU 21H ;
 SEG EQU 22H ; РЕИСТР СЕГМЕНТОВ.
 СЕК EQU 23H ; ВРЕМЯ ПАУЗЫ.
 WTEMP EQU 24H ; ВРЕМЕННЫЙ.
 TEMP EQU 25H ; ВРЕМЕННЫЙ.
 FLAG EQU 26H ; РЕГИСТР ФЛАГОВ.
 СОУ EQU 27H ; СЧЕТЧИК ПЕРЕКОДИРОВКИ.
 STEMP EQU 28H ; ВРЕМЕННЫЙ.

```

FTEMP EQU 29H ; ВРЕМЕННЫЙ.
DEA EQU 2AH ; РЕГИСТРЫ ПЕРЕКОДИРОВКИ.
EDA EQU 2BH ;
EDI EQU 2CH ; ПОРАЗРЯДНЫЕ РЕГИСТРЫ ИНДИКАЦИИ, 0.
DEI EQU 2DH ; 1.
COI EQU 2EH ; 2.
ANOD EQU 2FH ; ПОЗИЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ КАТОД (АНОДА).

;=====
; 1. ПУСК.
;=====

                ORG      0
                GOTO     INIT
                ORG      4
                GOTO     PRER

;=====
; 2. ТАБЛИЦА СЕГМЕНТОВ ДЛЯ ОБЩЕГО КАТОДА.
;=====
SEGDATA          ; 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0.
                ADDWF    PCL,F    ; H, G, F, E, D, C, B, A. ; ОБЩИЙ          КАТОД
АНОД
                RETLW    B'00111111' ; 0 B'11000000'
                RETLW    B'00000110' ; 1 B'11111001'
                RETLW    B'01011011' ; 2 B'10100100'
                RETLW    B'01001111' ; 3 B'10110000'
                RETLW    B'01100110' ; 4 B'10011001'
                RETLW    B'01101101' ; 5 B'10010010'
                RETLW    B'01111101' ; 6 B'10000010'
                RETLW    B'00000111' ; 7 B'11111000'
                RETLW    B'01111111' ; 8 B'10000000'
                RETLW    B'01101111' ; 9 B'10010000'

```

;=====

; 3. ИНДИКАЦИЯ.

;=====

IND

```
MOVLW    B'00010100' ; УСТАНОВЛИВАЕМ НОЛЬ В
MOVWF    ANOD         ; 0 РАЗРЯДЕ ИНДИКАЦИИ.
BCF      FLAG,1       ; СБРОСИМ ФЛАГ ПЕРЕРЫВАНИЯ.
MOVEFW   EDI          ; ЗАГРУЖАЕМ РЕГИСТР ИНДИКАЦИИ.
CALL     INDZ          ; ПРОИНДИЦИРУЕМ.
CALL     ADP0          ; ПРОВЕРИМ НАПРЯЖЕНИЕ.
CALL     ZDEM          ; НА ОЖИДАНИЕ ПЕРЕРЫВАНИЯ.
```

IND1

```
MOVLW    B'00010010' ; УСТАНОВЛИВАЕМ НОЛЬ В
MOVWF    ANOD         ; 1 РАЗРЯДЕ.
BCF      FLAG,1       ; ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ РАЗРЯДЫ
MOVFW    DEI          ; АНАЛОГИЧНО НУЛЕВОМУ.
CALL     IND2         ;
CALL     ZDEM          ; НА ОЖИДАНИЕ ПЕРЕРЫВАНИЯ.
```

IND2

```
MOVLW    B'00000110' ; УСТАНОВЛИВАЕМ НОЛЬ В
MOVWF    ANOD         ; ВО 2 РАЗРЯДЕ.
BCF      FLAG,1       ;
MOVWF    COI          ;
CALL     INDZ          ;
CALL     ZDEM          ; НА ОЖИДАНИЕ ПЕРЕРЫВАНИЯ.
GOTO     IND           ; НА ИНДИКАЦИЮ НУЛЕВОГО РАЗРЯДА.
```

INDZ

```
CALL     SEGDATA      ; ОПРЕДЕЛИМ СЕМИСЕКМЕНТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ.
MOVWF    SEG          ; ЗАПИШЕМ ЕГО В РЕГИСТР.
MOVWF    PORTC        ; В ПОРТ С.
```

```

MOVFW  ANOD    ; ВКЛЮЧИМ РАЗРЯД.
MOVWF  PORTA   ;
BTFSC  SEG,6   ;
BSF     PORTA,5 ;
RETURN                      ; ВЕРНЕМСЯ.

ZDEM
    BTFSC  FLAG,1    ; ОЖИДАНИЕ ПРЕРЫВАНИЯ.
    RETURN                      ;
    GOTO   ZDEM      ;

;=====
; 4. АЦП-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ (ИЗМЕРЕНИЕ ВХОДНЫХ ВЕЛИЧИН).
;=====

ADPO
    MOVLW  B'10000001' ;
    MOVWF  ADCON0      ; ВХОД 2, ВКЛЮЧЕНИЕ АЦП (УВХ).
    CALL   ZAD         ;
    BSF     ADCON0,1    ; ВКЛЮЧИМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ.
    BTFSC  ADCON0,1    ; ОЖИДАЕМ ЗАВЕРШЕНИЯ
    GOTO   S-1         ; ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
    MOVFW  ADRESH      ; ПЕРЕПИШЕМ РЕЗУЛЬТАТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
    MOVWF  ТЕКН        ; В СТАРШИЙ ТЕКУЩИЙ РЕГИСТР.
    BSF     STATUS,5   ; ПЕРЕХОДИМ В БАНК 1.
    MOVLW  21          ; ТЕКЛ
    MOVWF  FSR         ; ПО КОСВЕННОЙ АДРЕСАЦИИ
    MOVFW  ADRESL      ; ЗАПИСЬ МЛ. РЕГИСТРА АЦП
    MOVWF  INDF        ; В РЕГИСТР ТЕКЛ.
    BCF     STATUS,5   ; ПЕРЕХОДИМ В БАНК 0.
    GOTO   BINDEC      ; ПЕРЕКОДИРУЕМ В 2_10 КОД.

ZAD
    MOVLW  .5          ; ЗАДЕРЖКА 20 мкс.

```

```

ADDLW    -1      ;
BTFSS    STATUS,2 ;
GOTO     s-2      ;
RETURN

;=====
; 5. ПЕРЕКОДИРОВКА ИЗ 16-РАЗРЯДНОГО 2-ГО В 5-РАЗРЯДНОЕ 2-10-Е.
; АЛГОРИТМ ПЕРЕКОДИРОВКИ ОСНОВЫВАЕТСЯ НА ПРИБАВЛЕНИИ
3 В МЛАДШИЙ И СТАРШИЙ
; ПОЛУБАЙТЫ. ЕСЛИ РЕЗУЛЬТАТ С ПЕРЕНОСОМ 1 В 3 РАЗРЯД
(10=7+3) , ТО
; ЗАПИСЫВАЕМ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ В РЕГИСТР. ВЫПОЛНЯЕМ 16 РАЗ,
СДВИГАЯ БИТЫ
; РЕГИСТРОВ.
;=====

BINDEC

    MOVLW    .16      ; ЗАПИШЕМ ЧИСЛО СДВИГОВ
    MOVWF    COU      ; В СЧЕТСИК.

BIDE

    BCF      STATUS,0  ; ОБНУЛИМ БИТ "С".
    RLF      TEKL,1    ; СДВИНЕМ ПЕРЕКОДИРУЕМОЕ
    RLF      ТЕКН,1    ; ЧИСЛО, ПЕРЕМЕЩАЯ ЕГО СТАРШИЙ БИТ
    RLF      EDA,1     ; В МЛАДШИЙ БИТ РЕГИСТРОВ
    RLF      DEA,1     ; РЕЗУЛЬТАТА.
    DECFSZ   COU,1     ; ЗАФИКСИРУЕМ СДВИГ В СЧЕТЧИКЕ.
    GOTO     RASDEC    ; ПРОВЕРИМ ПОЛУБАЙТЫ НА СЕМЕРКУ.
    GOTO     MESTO     ; ЕСЛИ СЧЕТЧИК ПУСТ, ЗАПОЛНИМ РЕГИСТРЫ
ИНДИКАЦИИ.

RASDEC

    MOVLW    EDA      ; ЗАПИШЕМ АДРЕС РЕГИСТРА W=ЕВ
    MOVWF    FSR      ; В РЕГИСТР КОСВЕННОЙ АДРЕСАЦИИ.

```

```

CALL    BCD          ; ПРОВЕРИМ ЗНАЧЕНИЕ РЕГИСТРА НА 7.
MOVLW   DEA          ; АНАЛОГИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРОДЕЛАЕМ
MOVWF   FSR          ; С ДРУГИМИ РЕГИСТРАМИ.
CALL    BCD          ;
GOTO    BIDE         ; ПОЙДЕМ ПОВТОРЯТЬ СДВИГ.
BCD
MOVLW   3             ;0000 0011
ADDWF   0,0           ; ПРИБАВИМ 3 К РЕГИСТРУ И РЕЗУЛЬТАТ
MOVWF   TEMP         ; ЗАПИШЕМ ВО ВРЕМЕННЫЙ РЕГИСТР.
BRFSC   TEMP,3        ; ПРОВЕРИМ 3 БИТ, И ЕСЛИ ОН РАВЕН
НУЛЮ,
MOVWF   0             ; ПРОПУСКАЕМ ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТА В
РЕГИСТР.
MOVLW   30            ;48=0011 0000
ADDWF   0,0           ; ПРИБАВИМ 3 К СТАРШЕМУ ПОЛУБАЙТУ
РЕГИСТРА И
                ;РЕЗУЛЬТАТ
MOVWF   TEMP         ; ЗАПИШЕМ ВО ВРЕМЕННЫЙ РЕГИСТР.
BTFSC   TEMP,7        ; ЕСЛИ БИТ ЕДИНИЧНЫЙ,
MOVWF   0             ; ТО ЗАПИШЕМ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ В РЕГИСТР.
RETURN   ; ВЕРНЕМСЯ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ НОВОГО ЗНАЧЕНИЯ
РЕГИСТРА.
;=====
; 6. ИЗВЛЕКАЕМ ПОЛУБАЙТЫ ИЗ РЕГИСТРОВ СЧЕТА В РЕГИСТРЫ
ИНДИКАЦИИ.
;=====
MESTO
MOVLW   B'00001111'   ; ИЗВЛЕКАЕМ ПОЛУБАЙТЫ
ANDWF   DEA,0         ; В РЕГИСТРЫ ИНДИКАЦИИ.
MOVWF   COI           ;

```

```

MOVLW    B'11110000'    ;
ANDWF    EDA,0          ;
MOVWF    DEI            ;
SWAPF    DEI,1          ;
MOVLW    B'00001111'    ;
ANDWF    EDA,0          ;
MOVWF    EDI            ;
CLRF     EDA            ;
CLRF     DEA            ;
RETURN                               ;

```

;=====

; 7. СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ РЕГИСТРОВ ПРИ
ПЕРЕРЫВАНИИ.

;=====

PRER

```

MOVWF    WTEMP          ; СОХРАНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ РЕГИСТРОВ W И
MOVWF    STATUS          ; STATUS,
MOVWF    STEMP          ;
MOVWF    FSR             ; FSR.
MOVWF    FTEMP          ;
BCF      STATUS,6        ;
BCF      STATUS,5        ;
INCF     CEK,1           ; ДЕЛИТЕЛЬ НА 5.
MOVLW    .5              ;
SUBWF    CEK,0           ;
BTFSS    STATUS,2        ; ЕСЛИ РАВНО 5,
GOTO     REPER           ;
BSF      FLAG,1          ; ТО УСТАНОВИМ ФЛАГ 5 мс.
CLRF     CEK             ; ОБНУЛИМ.
REPER                               ; ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОХРАНЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ.

```

```

MOVFW    STEMP      ; ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕГИСТРОВ:
MOVWF    STATUS     ; STATUS,
MOVFW    FTEMP      ;
MOVWF    FSR         ; FSR,
MOVFW    WTEMP      ; W.
BCF      INTCON,2    ; СБРАСЫВАЕМ ФЛАГ ПЕРЕРЫВАНИЯ ОТ TMR0.
RETFIE                      ; ВОЗВРАТ ИЗ ПЕРЕРЫВАНИЯ.

;=====
; 8. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ.
;=====

INIT

BSF      STATUS,5      ; ПЕРЕХОДИМ В БАНК 1.
CLRF     OSCCAL^0x90   ; МИНИМАЛЬНАЯ ЧАСТОТА.
MOVLW    OFFH          ; СИНХРОНИЗАЦИЯ ОТ RC.
MOVWF    ADCON1        ; ТАКТ АЦП ОТ ВНУТРЕННЕГО ГЕНЕРАТОРА
500 кГц.
MOVLW    B'10000001'   ; K=4.
MOVWF    OPTION_REG^80H ; РЕЗИСТРЫ ВЫКЛЮЧЕНЫ.
MOVLW    B'10100000'   ; РАЗРЕШЕНИЕ ПЕРЕРЫВАНИЙ ОТ TMR0.
MOVWF    INTCON        ;
CLRF     PIE1^80H      ; ЗАПРЕЩЕНЫ ВСЕ ПЕРИФЕРИЙНЫЕ
ПЕРЕРЫВАНИЯ.
MOVLW    B'00000001'   ; ВСЕ ВЫХОДЫ. 0 - ВХОД АЦП.
MOVWF    TRISA^80H     ;
CLRF     TRISC^80H      ; ВСЕ ВЫХОДЫ.
MPVLW    .1
MOVWF    ANSEL          ; ВЫБРАН АНАЛОГОВЫЙ ВХОД RA0/AN0.
CLRF     VRCON          ; ИОН ОТКЛЮЧЕН.
CLRF     PCON^80H      ; ПЕРЕРЫВАНИЯ ПО ПИТАНИЮ ЗАПРЕЩЕНЫ.
CLRF     WPUA          ; ПОДТЯГИВАЮЩИЕ РЕЗИСТОРЫ ВЫКЛЮЧЕНЫ.

```

```

CLRf    IOCA        ; ПЕРЫВАНИЯ ЗАПРЕЩЕНЫ.
BCF     STATUS,5    ; ПЕРХОДИМ В БАНК 0.
CLRf    PORTC       ; ВХОД И ИНДИКАТОРЫ ВЫКЛЮЧЕНЫ.
CLRf    PORTA       ;
CLRf    TICON       ; ТАЙМЕР 1 ОТКЛЮЧЕН.
MOVLW   .7
MOVWF   CMCON       ; КОМПАРАТОР ВЫКЛЮЧЕН.
CLRf    FLAG        ; ВСЕ ОБНУЛЯЕМ И УСТАНОВЛИВАЕМ.
CLRf    EDI
CLRf    DEI
CLRf    COI
CLRf    CEK
GOTO    IND
;=====
END
;=====

```