

---

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МЭИ»

---

**ЗАДАНИЕ**  
и  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к курсовой работе по дисциплине

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ**  
часть 2

Москва, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Целью курсовой работы является приобретение навыков разработки микропроцессорных систем (МПС) и оформления документации на примере проектирования системы управления некоторым объектом (рис. 1). МПС принимает информацию  $\{X\}$  об объекте управления ( $OU$ ) от аналоговых и цифровых датчиков ( $D$ ), вырабатывает управляющие воздействия  $\{Y\}$  в соответствии с заданным алгоритмом управления и подает их на исполнительные механизмы ( $RU$ ). В МПС предусматривается сигнал прерывания  $\{INT\}$  для обработки асинхронных событий (например: от клавиатуры матричного типа при нажатии клавиши).

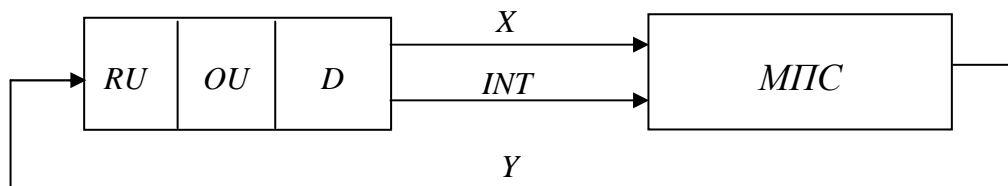


Рис. 1. Объект, управляемый МПС

Структурная схема МПС (рис. 2) состоит из микропроцессорного модуля ( $MPM$ ), оперативного и постоянного запоминающих устройств ( $RAM$  и  $ROM$ ), интерфейсных устройств ввода-вывода ( $IOU$ : входные аналоговый  $Xa$ , дискретные  $Xd$  сигналы и выходные сигналы  $Y$ ), контроллера прерываний ( $IC$ ) и пульта управления ( $CPAN$ : клавиатура, индикация), соединенных с помощью общей шины.

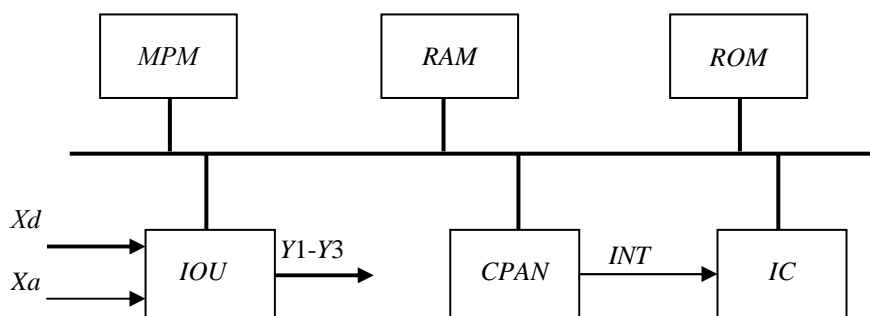


Рис. 2. Структурная схема МПС

В курсовой работе разрабатываются:

- структурная, функциональная<sup>1</sup> и принципиальная схемы МПС (электрические схемы МПС учитывают вопросы сопряжения компонентов схемы);
- алгоритм и программы на ассемблере, обеспечивающие выполнение пунктов задания и реализующие необходимые временные диаграммы.

Также в работе осуществляется оценка параметров МПС.

В качестве основы для построения МПС выбран микроконтроллер семейства  $MSC51$  (однокристальные микроЭВМ) – **AT89S53** (для всех вариантов).

Вариант задания (в десятичной системе счисления) соответствует порядковому номеру студента в группе по БАРСу и обозначен ***M***, номер группы обозначен – ***G*** (7 или 8, или 12).

<sup>1</sup> Функциональная схема делит аппаратный состав по функциональным признакам, т.е. включает в себя МК (содержащий АЛУ, ОЗУ, ПЗУ, схему управления),  $IOU$  (содержащий АЦП, генераторы сигналов/стробов),  $CPAN$  (содержащий клавиатуру, индикаторы, светодиоды) и кольцевой буфер (двухпортовая  $SRAM$ ).

## 1. МПС для управления объектом

В МПС реализуется обобщенный алгоритм, представленный на рис. 3.



Рис. 3. Схема алгоритма управления объектом

Блоком 1 выполняется начальная установка системы (инициализация при включении устройства): программирование используемых интегральных микросхем, загрузка в выходные устройства начальных значений управляющих воздействий и т.п.

Блоком 2 реализуется взаимодействие с пользователем:

- опрос клавиатуры матричного типа 4x4 (десятичные цифры 0-9, кнопка ввода, кнопка сброса, сервисные клавиши *A*, *B*, *C*, *D*): ввод двух последовательно введенных цифр десятичного числа (асинхронный ввод целого числа от 0 до 99) – цифровой сигнал  $X_d$ ;
- выдача на семисегментный индикатор (2 позиции) цифр нажимаемых на клавиатуре (вывод  $X_d$ ), начальное состояние индикатора: выключен;
- при нажатии кнопки «ввода» фиксировать число, введенное с клавиатуры – преобразование сигнала  $X_d$  в десятичную величину  $Q$  (начальное значение  $Q=2 \cdot G+M$ ) и выдать строб низкого уровня  $Y_1$  длительностью:  $T_1=M$  мс, индикатор: сегменты цифр выключены;
- при нажатии на клавишу «сброс» выполнить очистку ввода данных с клавиатуры, индикатор: сегменты цифр выключены;
- при обнаружении ошибки при вводе данных или расчетах выдавать на индикатор символ ошибки «Е» с последующей цифрой – кодом ошибки, составить таблицу расшифровки, индикация кода – до нажатия сервисной клавиши «сброс» (другие клавиши заблокированы).

Блоком 3 обеспечивается ввод и обработка сигналов с максимально возможным приоритетом и наибольшей частотой опроса (задача реального времени):

- ввод однополярного аналогового сигнала  $X_{a5}$  (полоса 100 Гц) с АЦП– цифровой сигнал  $X_5$ ;
- если  $X_5 < |3Q+G-2M|$ , то красный светодиод на *CPAN* выключить, иначе – включить;
- вычисление значения управляющего воздействия:  $Y_2=M+X_5$  без округления и сохранения этой величины во внешнем ОЗУ статического типа – кольцевой буфер на  $32 \cdot (M \bmod 10 + G)$  записей.

Блок 4 реализует сервисные функции (при их работе ввод данных пользователя блокировать, а работоспособность блока 3 сохранить):

- при нажатии на сервисную клавишу «А» – выдача через *UART* последних  $4 \cdot G$  записей кольцевого буфера с индикацией прогресса на индикаторе (обратный отсчет), по окончании передачи данных: сегменты цифр индикатора выключены;
- при нажатии сервисных клавиш «В» и «С» включить и выключить соответственно генератор периодического сигнала  $Y_3$  с периодом  $T_3=(22+2 \cdot M)$  мс и шириной импульса  $t_{и}=G$  мс, активное состояние индицировать зеленым светодиодом (в выключенном состоянии считать  $Y_3=0$ ), погрешность установки временных интервалов: не более 1%;
- сервисная кнопка «D» не используется (резерв - не исключать ее работоспособность).

## 2. Общие требования к реализации блоков схемы системы

Требования по распределению линий портов ввода-вывода:

- P0, P2, P3.6, P3.7 – внешнее ОЗУ, устройства;
- P3.5 – выход генератора (сигнал Y3);
- P3.4 – выход, строб Y1;
- P3.3 и P3.0 – управление светодиодами;
- P3.2 – вход *INT0* (асинхронный ввод данных);
- P3.1 – выход *UART* (выдача данных без подтверждения передачи);
- P1.4-P1.7 – *SPI* для подключения АЦП;
- P1.0-P1.3 – можно использовать по Вашему усмотрению.

Схемотехнические требования:

- выполнять согласование электрических параметров (привести расчет);
- выполнять согласование временных параметров (временные диаграммы);
- стремиться использовать минимум внешних компонентов.

Основные требования к реализации кода:

- выполнить разбивку задачи проекта на функции, описать каждую (назначение, входные/выходные параметры), выделить: ввод с клавиатуры, управление генератором, формирование строба, вывод через *UART*, ввод данных с АЦП;
- комментировать строки кода по смыслу их действий, а не «перевода» мнемоники на русский язык;
- стремиться использовать минимум команд;
- предусмотреть хранение указателей ("голова", "хвост") на кольцевой буфер в начале адресного пространства внешнего двухпортового ОЗУ (полагаем, что другое устройство может только читать данные из этого буфера одновременно с Вашим МК);
- задействовать максимум аппаратных возможностей МК.

Требования к оформлению работы:

- титульный лист;
- поля: сверху и снизу -2, слева -2.5, справа -1 см;
- шрифт: 12pt, *Times New Roman*, одинарный интервал;
- при начертании схем устройства выполнять требования ЕСКД;
- рисовать (печатать) электрическую принципиальную схему на листе формата А3 (горизонтальное расположение – «альбомная» ориентация);
- в приложение к работе включить выдержки из технической документации на компоненты;
- при выполнении расчетов приводить формулы, а затем числовые значения, а также указывать размерности физических величин;
- привести таблицу кодов ошибок системы;
- указать список использованных источников.

В работе применять следующие марки элементов:

Семисегментный индикатор: **DA04-11**.

Сдвиговый регистр: **74hc595**

Регистр-защелка 8-разрядный: **KP580IP82, sn74act573** или сдвоенный на 4 бита: **74ac11873**

Регистр 4 бита (сдвоенный) с несколькими разрешающими стробами: **cd54hc173**

Двухпортовая *SRAM* 8-разр.: **IDT7005** или аналогичная

АЦП с *SPI* интерфейсом по варианту *M*

<b><i>M mod 6</i></b>	0	1	2	3	4	5
АЦП	mcp33121	max176	mcp3201	mcp3001	ad7091	ad7910

Матричная клавиатура 4x4 с дребезгом контактов не более 5 мс любого типа.

Прочие компоненты – на свое усмотрение с предоставлением документации.

## 2.1. Разработка аппаратных средств МПС

Разработка аппаратных средств МПС включает:

- 1) Разработку структурной и функциональной схем МПС;
- 2) Разработку микропроцессорного модуля (МРМ), в состав которого должны входить: микроконтроллер, кварцевый резонатор, узел сброса МПС в начальное состояние (как при включении питания), шинные формирователи или буферные регистры для обеспечения электрического сопряжения компонентов МПС и т.п.;
- 3) Составление карты распределения адресного пространства памяти МПС под *ROM* и *RAM*, внешние и интерфейсные устройства;
- 4) Разработку интерфейсных устройств ввода-вывода (*IOU*), которые включают АЦП, генератор строба *Y1* и генератор периодического сигнала *Y3*;
- 5) Разработку пульта управления (*CPAN*), который включает семисегментные индикаторы (на 2 позиции), светодиоды и матричную клавиатуру;
- 6) Разработку двухпортового буфера статического типа, обеспечивающего независимый доступ внешнего устройства к данным, сохраняемым *МРМ* (формирование сигнала *Y2*);
- 7) При разработке узлов системы особое внимание следует уделить расчету электрического сопряжения элементов МПС (*МРМ*, *IOU* и *CPAN*);
- 8) Построение временных диаграмм (обмен между МК и АЦП, МК и кольцевым буфером). Должны быть указаны сигналы: как на выводах МК так и на выводах микросхем памяти и АЦП;
- 9) Построение принципиальной электрической схемы МПС в целом. На принципиальной электрической схеме предусмотреть использование разъёмов для подключения источников питания, набора входных сигналов  $\{X\}$  и выходных сигналов  $\{Y\}$ , в т.ч. к шине для доступа к кольцевому буферу, а для повышения помехоустойчивости МПС следует предусмотреть емкостные фильтры по цепям питания.
- 10) Составление перечня используемых компонентов электрической схемы.

В пояснительной записке к курсовой работе указать технические характеристики, параметры, временные диаграммы отечественных и зарубежных ИС (не следует полностью приводить всю документацию, используйте ту часть документации, которая нужна и используется в работе). Внести в список используемой литературы ссылки на "интернет" или любой другой источник, откуда взято описание ИС, включенное в работу.

## 2.2. Разработка программного обеспечения

В проекте необходимо разработать следующие алгоритмы и программные модули на языке Ассемблера:

- 1) Инициализации МПС, т.е. установки режимов работы программируемых интерфейсных ИС;
- 2) Логической обработки сигнала *Xd* и формирования управляющего сигнала *Y1* аппаратными средствами МК;
- 3) Ввода напряжения *Xa5* для формирования сигналов *Y2*, *Yd*;
- 4) Формирования сигнала *Y3*;
- 5) Вызов подпрограмм обработки прерываний.
- 6) Подпрограмма опроса клавиатуры и определения кода нажатой клавиши, а также его преобразование в величину *Q*.
- 7) Подпрограмма вывода числа на индикатор.

При разработке программного обеспечения рекомендуется применять соответствующие средства отладки.

Листинг программы (файл с расширением **.txt**) выслать на почту ОСЭП вашего руководителя проекта с темой: «МПС2-Ваша фамилия-Группа» (пример: МПС2-Михалин-А00 на почту [MikhalinSN@mpei.ru](mailto:MikhalinSN@mpei.ru)). Печатать листинг не надо!

### **3. Определение параметров МПС**

- 1) Выполнить оценку мощности потребления устройства, указать требования к системе питания устройства;
- 2) Указать нагрузочную способность выходных сигналов  $Y_i$ ;
- 3) Определить частоту дискретизации АЦП, принять меры по стабилизации этой величины (при необходимости): нестабильность не хуже 10-20%;
- 4) Определить время реакции системы на нажатие клавиши (определить худший случай);
- 5) Определить временные рамки (минимальное и максимальное время) доступа к внешнему ОЗУ другим МК (с целью использования данных кольцевого буфера), описать механизм доступа.

### **4. Оформление работы и ее оценка**

Оформление работы выполняется в виде двух документов - по аппаратной части (титульный лист - Приложение А) и по программной части (шаблон - Приложение Б) отдельно в соответствии с принятыми нормативными документами.

КМ-1 оценивает факт получения задания, его ясности, полноты и готовности к выполнению (рассматриваем как заключение контракта на работу).

КМ-2 оценивает аппаратную часть работы "по сути" при обязательном наличии пояснительной записки, т.е. оценивается корректность, читаемость схемы и содержание пояснительной записки (качество оформления в оценку не входит, недостатки оформления можно устранить к КМ-4).

КМ-3 оценивает программную часть работы "по сути" при обязательном наличии корректного оформления (качество оформления в оценку не входит, недостатки можно устранить к КМ-4). Обратите внимание: программная часть должна соответствовать принятой в КМ-2 аппаратной части.

КМ-4 оценивает оформление двух частей работы как среднее арифметическое (при положительных оценках "по сути" за каждую часть).

Итоговая оценка определяется по "технологии БАРС" (КМ2-4 имеют одинаковый вес).

Сдача работы по сроку КМ БАРС должна осуществляться накануне недели с КМ! Это необходимо для проверки работы и выставления оценки за текущее КМ в срок. Сдача работы после срока, включая текущую неделю КМ, означает потерю баллов в оценке (т.к. работа проверяется 1 неделю).

Защита работы происходит после получения положительных оценок за КМы, при выставлении итоговой оценки во внимание принимается факт своевременного/несвоевременного выполнения этапов работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальная документация на микроконтроллер AT89S53  
<http://www.atmel.com>
2. Гладштейн М.А. Микроконтроллеры смешанного сигнала C8051Fxxx SiliconLaboratories и их применение. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додэка - XXI», 2008. – 336 с.: с илл. – (Серия «Мировая электроника») ISBN 978-5-94120-162-4
3. Однокристалльные микроЭВМ. – М.: Микап, 1994. – 490 с.
4. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
5. Иванов А.В., Кленов С.И. Построение микропроцессорных систем на базе однокристалльных микроЭВМ. – М.: Изд-во МЭИ, 1992. – 52 с.
6. Петровский И.И. и др. Логические ИС КР1533, КР1554. Справочник. В двух частях. – М.: Бином, 1993. – Часть 1 – 254 с., часть 2 – 497 с.
7. Интегральные микросхемы: Микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средств мультимедиа. Выпуск 1. – М.: ДОДЭКА, 1996. – 384 с.
8. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, импульсные, оптоэлектронные приборы: А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М.: КУБК-а, 1997. – 592 с.
9. Аксенов А.И., Нефедов А.В. Электрические схемы бытовой радиоаппаратуры. Конденсаторы, резисторы.: Справочник. – М.: Радио и связь, 1995. – 272 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

**КУРСОВАЯ РАБОТА**  
по курсу "Микропроцессорные системы ч.2"

Проектирование микропроцессорной системы на базе МК i8051

**Аппаратная часть**

Выполнил:

Группа:

Вариант:

Проверил:

Дата:

Москва, 2022