

манд и их содержимое. Для сокращения размеров таблицы значения управляющих полей микрокоманды приведены в десятичной системе счисления. Знаком "X" в микропрограмме обозначено безразличное состояние сигнала из данного поля микрокоманды. В колонке I2 подчеркнуты адреса переходов при выполнении операций условной или безусловной передачи управления.

Структура микровычислителя, приведенная на рис. 3, относится к классу двухуровневых конвейерных структур [1, 5]. В ней задержки при выполнении микрокоманд распараллелены по двум путям: в БОД и ВМУ. При этом условные переходы должны быть задержаны не менее, чем на один такт после выработки условия перехода.

Микропрограмма начинается в микропрограммной памяти с нулевого адреса. После загрузки начального адреса микроЭВМ выдает сигнал готовности (РМК [78]) и переходит в состояние ожидания (происходит закивание по нулевому адресу).

С приходом сигнала "Пуск" управление передается на IO-ю ячейку МПП. Происходит выборка команды и дешифрация кода операции.

Выполнение команды умножения чисел начинается с микрокоманды, записанной по адресу IOO МПП.

По адресу I22 в МПП расположена микрокоманда, которая осуществляет в блоке обработки данных микрооперацию "сложение-сдвиг" в процессе перемножения мантисс операндов. Единица на управляющем входе  $M11$  (РМК [44]) означает пропуск разряда PQO регистра RQ на выход мультиплексора (см. рис. 5). В зависимости от содержимого этого регистра в БОД будет выполняться или операция I, 0, 4 (при PQO = 0), или операция 3, 0, 4 (при PQO = I).

Вся микропрограмма занимает в микропрограммной памяти 46 ячеек по 80 разрядов каждая. По этой причине в блоке микропрограммного управления достаточно иметь две четырехразрядные секции управления адресом микрокоманды KI804BVI.

## 6. Разработка функциональных схем микровычислителя

На основе структурных схем микровычислителя (рис. 3) и его основных блоков (рис. 4-6) выполняется разработка функциональных схем.

Синтез схемы преобразователя начального адреса на микросхемах ПЗУ или ПЛМ может быть выполнен на основе таблицы истинности его работы и затруднений не вызывает.

В процессе разработки программного обеспечения было выяснено, что в МПП необходимо иметь 46 ячеек по 80 разрядов. Микропрограммную



память целесообразно строить на микросхемах ПЗУ, в качестве которых могут быть использованы К556РТ4 (организация 256 x 4) или К556РТ5 (организация 512 x 8). Время срабатывания этих микросхем составляет 70 нс [ 8]. Выходы микросхем выполнены по схеме с открытым коллектором. Для согласования по уровням с нагрузочными микросхемами необходимо определить величину внешнего резистора, расчет которого можно найти, например, в [ 9].

Регистр микрокоманд может быть выполнен на микросхемах типа К555ИР23, представляющие собой 8-разрядный регистр с записью информации по переднему фронту синхросигнала [ 10].

Регистр состояния целесообразно реализовать на микросхемах К1804ИР1 [ 3, - 5]. Одна такая микросхема представляет собой 4-разрядный регистр на D - триггерах с записью информации по переднему фронту синхросигнала (  $СИ_{вод}$  ). Наличие выходов информации с тремя состояниями позволяет использовать регистр для работы на общую магистраль. Поэтому на микросхемах К1804ИР1 могут быть также реализованы регистры РК , РВхД и РВыхД.

В качестве мультиплексора кода условия может быть использована микросхема К155КП5, осуществляющая коммутацию восьми входов на один выход [ 11]. При построении мультиплексоров МХ1 и МХ2 могут быть использованы микросхемы К555КП2 или К531КП1 [ 6, 10].

Блок ОЗУ емкостью 4К x 33 разряда (один разряд контрольный) может быть реализован, например, на микросхемах К565РУ2А (организация 1К x 1) или К541РУ1А (организация 4К x 1) [ 8]. Здесь же следует разработать функциональную схему блока контроля работы ОЗУ с проверкой кода четности или нечетности [ 2]. Для этой цели целесообразно использовать микросхемы типа К531ИП5П и К155ЛП5 [ 10]. При обнаружении схемой контроля ошибки в работе ОЗУ должен быть сформирован сигнал аварийного останова микровычислителя. Следует помнить, что время работы схемы контроля необходимо учитывать при расчете быстродействия блока оперативной памяти.

В пояснительной записке должны быть приведены фрагменты функциональных схем всех блоков микровычислителя с подробным описанием их работы .

#### 7. Разработка принципиальных электрических схем микровычислителя и таблиц "прошивки" управляющего ПЗУ

На основе функциональных схем строится принципиальная электрическая схема микровычислителя в соответствии с требованиями ГОСТа [ 12].

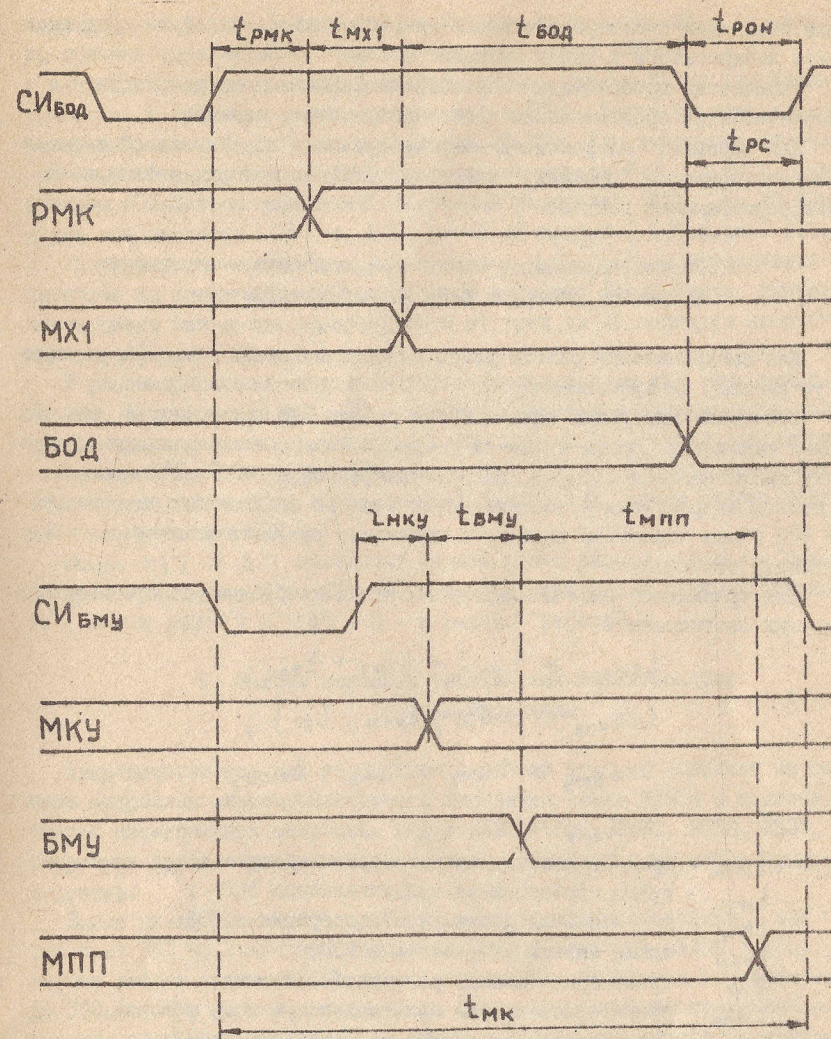


Рис. 10. Временная диаграмма работы микро ЭВМ



Для повышения помехоустойчивости микровычислителя следует предусмотреть конденсаторы в цепях питания.

Разработка принципиальной электрической схемы микровычислителя заканчивается предъявлением требований к блоку питания.

Для первых 10 микрокоманд микропрограммы в пояснительной записке следует привести "прошивку" микросхем ПЭУ, на которых реализована микропрограммная память.

#### 8. Расчет параметров блока синхронизации и построение временных диаграмм работы микровычислителя

Для синхронизации работы узлов микровычислителя применим двухфазную систему синхронизации [5].

Временные диаграммы одного цикла работы ЭВМ приведены на рис. 10. Цикл выполнения арифметической операции начинается по переднему фронту синхросигнала СИ<sub>вод</sub> записью выбранной из МПП микрокоманды в регистр микрокоманд и заканчивается записью полученного результата в РОН блока обработки данных, а признаков результата операции - в регистр состояния.

Для правильной работы микровычислителя необходимо выполнение следующих соотношений:

$$t_{\text{СИвод}} \geq t_{\text{рмк}} + t_{\text{мх1}} + t_{\text{вод}};$$

$$t_{\overline{\text{СИвод}}} \geq \max\{t_{\text{рон}}, t_{\text{рс}}\};$$

$$t_{\text{СИБМУ}} \geq t_{\text{мкУ}} + t_{\text{БМУ}} + t_{\text{МПП}};$$

$$t_{\overline{\text{СИБМУ}}} \geq t_{\text{рмк}},$$

где  $t_{\text{рмк}}$  - время срабатывания регистра микрокоманд;  
 $t_{\text{мх1}}$  - время срабатывания мультиплексора МХ1;  
 $t_{\text{вод}}$  - максимальная длительность операции в БОД;  
 $t_{\text{рон}}$  - время записи результата в РОН;  
 $t_{\text{рс}}$  - время срабатывания регистра состояния;  
 $t_{\text{мкУ}}$  - время срабатывания мультиплексора кода условия;  
 $t_{\text{БМУ}}$  - время выработки адреса микрокоманды в БМУ;  
 $t_{\text{МПП}}$  - время срабатывания микропрограммной памяти.

После несложных вычислений определяем время цикла выполнения одной микрокоманды. Принимаем  $t_{\text{мк}} = 250$  нс. Тогда частота следования синхросигналов будет составлять 4 МГц.

Основным элементом при построении блока синхронизации является

задающий генератор. В качестве последнего целесообразно использовать программно-управляемый генератор импульсов типа К1804ГГ1 [3].

Период следования опорной частоты примем равным 50 нс (примерно совпадает с временем записи результата в РОН). Тогда частота следования импульсов  $f_{\text{оп}}$  будет составлять 20 МГц. Для получения стабильной опорной частоты необходимо к внешним выводам FC1 и FC2 микросхемы генератора подключить кварцевый резонатор ВQ на 20 МГц и два конденсатора С1 и С2 по 68 пФ каждый [3] (см. рис. 11).

Управление генератором осуществляется путем подачи управляющих сигналов на входы С01-С03. При этом возможно формировать длительность цикла импульсов синхронизации от трех до 10 периодов опорной частоты  $f_{\text{оп}}$ .

В рассматриваемом микровычислителе использованы два типа микроциклов. Как видно из рис. 12, микроцикл удвоенной длительности получается при подаче на управляющие входы С01-С03 сигналов, соответствующих коду 100. Этот удлиненный микроцикл ( $t_{\text{ц}} = 500$  нс) может быть использован при работе с "медленным" блоком ОЗУ, время работы которого не превышает 500 нс.

Входы НLT и ST позволяют задать режим работы задающего генератора: при НLT = 0 и ST = 1 генератор работает в режиме "остановка", а при НLT = 1 и ST = 0 - в режиме "работа".

#### 9. Расчет основных технических характеристик микровычислителя

Микровычислитель для реализации заданной функции выполнен на основе микросхем микропроцессорного комплекта серии К1804 с использованием интегральных микросхем серий К155, К555, К531, К556, К537. Структура процессора относится к классу двухуровневых конвейерных структур.

Время цикла выполнения одной микрокоманды без обращения к ОЗУ составляет 250 нс (частота следования синхроимпульсов равна 4 МГц). В случае работы с блоком ОЗУ время выполнения микрокоманды увеличено до 500 нс. При данной длительности цикла микрокоманды время выборки и выполнения команды умножения чисел с плавающей запятой составляет 21,3 мкс.

Блок обработки данных позволяет выполнять арифметические и логические операции над 24-разрядными операндами.

Оперативная память команд и данных имеет организацию 4К x 33 разряда. Предусмотрен контроль блока ОЗУ по паритету.

Микропрограмма, реализующая заданную команду, занимает в микро-



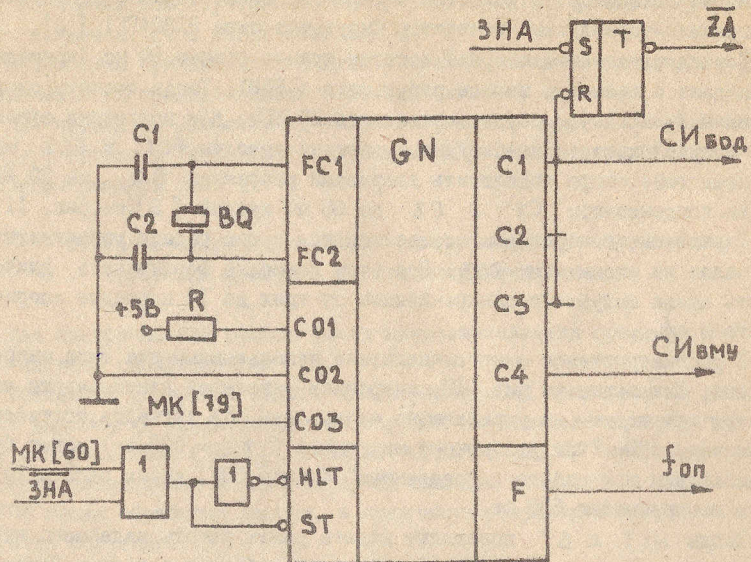


Рис. 11. Схема управления блоком синхронизации

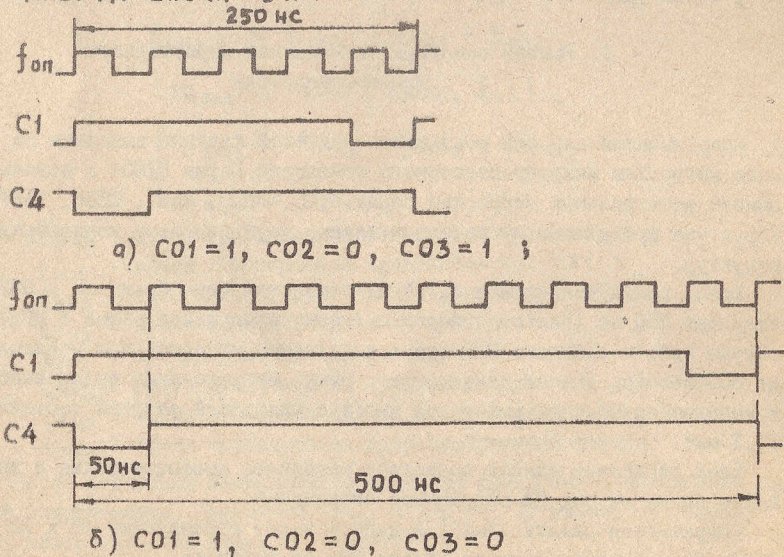


Рис. 12. Временная диаграмма работы формирователя синхросигналов

программной памяти 46 ячеек. Формат слова одной микрокоманды составляет 80 разрядов.

Питание микровычислителя осуществляется от источника постоянного тока с напряжением  $+5 \text{ В} \pm 5\%$ . Мощность, потребляемая микровычислителем, не превышает 30 Вт.

Микровычислитель может быть собран на двух платах размером  $300 \times 200 \text{ мм}$ . Для подавления низкочастотных помех в цепях питания на каждой плате поставлены конденсаторы.

#### 10. Заключение

В данном курсовом проекте разработаны принципиальные электрические схемы и программное обеспечение микровычислителя для расчета функции  $Z = A \times B$ . Операция умножения реализована над операндами плавающей запятой.

Предусмотрен контроль работоспособности микровычислителя.



ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР  
ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра "Электронные вычислительные машины"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по курсу  
"Теория проектирования ЭВМ и систем"  
на тему: Микропроцессорное вычислительное устройство  
для реализации заданной функции

Разработал студент группы ВТ-89в

\_\_\_\_\_ Иванов И.И.  
(подпись, дата) (Ф.И.О.)

Руководитель проекта

Петров П.П.

Заведующий кафедрой

Сидоров С.С.

ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ЭВМ

Ф.И.О.

" 9 " февраля 1990 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ  
студенту группы ВТ-89в-7  
Иванову Ивану Ивановичу

Срок сдачи проекта 20 апреля 1990 г.

Исходные данные:

вариант - 100;

реализуемая функция

$$F_4 = A * B * C + D ;$$

тип процессорного элемента - К1804ВС2;

тип управляющего автомата - на основе микросхемы К1804ВУ1;

алгоритм выполнения операции умножения - Г;

организация ОЗУ 4К x 33 (один разряд контрольный);

формат данных, представленных в прямом коде с фиксированной запятой:

0	1	31
±	M	

формат команды F5:

0	3	4	5	8	9	10	11	15
коп	пз	п1	пА	А				

Разделы пояснительной записки, подлежащие разработке:

анализ реализуемой формулы и примеры вычислений;

разработка функциональных схем микровычислителя;

разработка алгоритмов реализации заданной команды;

разработка программного обеспечения микровычислителя;

оценка основных технических характеристик микровычислителя.



Содержание графической части:

схема электрическая функциональная микровычислителя (формат А1);  
схема электрическая принципиальная микровычислителя (формат А1);  
схема алгоритмов вычисления для заданной функции и арифметических операций (формат А1).

График выполнения курсового проекта:

- I неделя - анализ функции и разработка программы ее реализации в указанном формате команды;  
2 неделя - разработка структурной схемы микровычислителя;  
3 неделя - разработка алгоритмов реализации заданной команды;  
4 неделя - разработка программной модели заданной арифметической операции;  
5, 6 недели - разработка микропрограмм выполнения арифметических операций;  
7, 8 недели - разработка функциональных и принципиальных электрических схем узлов микровычислителя;  
9 неделя - "прошивка" управляющего ПЗУ;  
10 неделя - расчет основных технических характеристик микроЭВМ и построение временных диаграмм ее работы;  
II неделя - оформление пояснительной записки и графической части проекта;  
12 неделя - защита курсового проекта.

Дата выдачи задания 9 февраля 1990 года.

Руководитель проектирования \_\_\_\_\_ Петров П.П.  
(Подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению 9 февраля 1990 г.

\_\_\_\_\_ Иванов И.И.  
(Подпись) (Ф.И.О.)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭВМ И СИСТЕМ»

(для студентов специальности 22.01  
дневной и вечерней форм обучения)

Составитель Юрий Владимирович ГУБАРЬ

Редактор И. Д. Бородина  
Корректор Н. А. Филярская  
Техн. редактор С. Х. Аниськова

Пл. изд. № 57 1989 г.

Подп. в печать 26.01.90. Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Бумага тип. № 2. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 2,56. Усл. кр.-отт. 2,79. Уч.-изд. л. 2,94. Тираж 300 экз. Заказ 9-13.  
Бесплатно.

Донецкий политехнический институт, 340000, Донецк, ул. Артема, 58.

ДМПЦ, 340050, Донецк, ул. Артема, 96.