

В первом случае после каждого нажатия кнопки ПУСК в регистр микрокоманд (RG24) считается текущая микрокоманда, а счетчик адреса ЗУ (RG АДР БМУ) увеличивает свое состояние на единицу. Содержимое этих регистров при этом можно наблюдать в каждом такте на индикаторах этих регистров. После выполнения последней микрокоманды (МК14) RG АДР БМУ необходимо вручную сбросить в нуль и выполнение алгоритма начать сначала. В непрерывном режиме (НЕПР) после однократного нажатия кнопки ПУСК УМЭ1 останавливается автоматически после выполнения МК14. Для повторного запуска УМЭ1 необходимо вручную счетчик адреса БМУ установить в нуль и нажать кнопку ПУСК.

Лабораторная работа № 10

Деление беззнаковых целых чисел

При выполнении деления выполняется деление целого четырнадцатиразрядного делимого (ДЛ) на целые восьмиразрядный делитель (ДТ). Длина целого частного при этом может составлять от

$$\Delta_D^{\min} = 14 - 8 + 1 = 7 \quad \text{до}$$

$$\Delta_D^{\max} = 14 - 1 + 1 = 14$$

Поэтому длину ДТ необходимо принимать такой, чтобы

$\Delta_D = \Delta_{DL} - \Delta_{DT} + 1$ была не больше длины регистра частного РД, т.е. не больше восьми разрядов.

Деление выполняется по алгоритму а с во становлением остатка (СВО). В каждом шаге деления из регистра делимого (РР) вычитается делитель на ШИНЕХ (до начала деления этот делитель должен быть занесен в RGВХД). При этом определяется алгоритм дальнейших операций. При $РР > ДТ$ в следующем шаге выполняется вычитание остатка и делителя с последующим сдвигом остатка влево. При $РР < ДТ$ в следующем шаге выполняется только сдвиг остатка влево.

Цифра частного в каждом шаге заносится в младший разряд регистра РД при двойном сдвиге влево составного регистра РР и РД. Поэтому после окончания операции восьмиразрядное частное окажется в регистре РД, а остаток - в регистре РР. Результат будет правильным, если длина частного будет не больше восьми разрядов, т.е. не больше 255_{10} . Если длина правильного значе-

ния частного больше восьми, то результат в РД получается неправильным. Для сравнения остатка РР и ШИНВХ используется операция $PP - ШИНВХ \rightarrow ШИНВХ$. Путем контроля ВыхПалу при выполнении этой операции определяется условие $PP > ШИНВХ$ (ВыхПалу = 1) или условие $PP < ШИНВХ$ ($PP - ШИНВХ < 0$ и ВыхПалу = 0). Если $PP > ШИНВХ$ (ДТ), то осуществляется повторное вычитание РР и ШИНВХ ($PP - ШВХ$): Полученный результат циклически сдвигается влево совместно с РД с занесением нулевого знака результата в младший разряд РД. Старшая часть сдвинутой разности записывается в регистр РР, в младший разряд которого записывается спадающий старший разряд регистра РД. В следующем шаге после сдвига влево РР и РД к содержимому РД добавляется +1 в младший разряд, код которого (+1) располагается после М (РД + 1) в следующей по порядку ячейке ЗУ. Если $PP < ШВХ$ (ВыхПалу = 0) то разность ($PP - ШВХ$) не записывается в РР и управление передается МК двойного циклического сдвига влево РР, РД с записью в младший разряд сдвигаемого влево РД нулевого состояния старшего разряда РР. Схема алгоритма операции деления целых чисел показана на рис. 10.1.

При делении $3276:3 = 52$ в двоичной форме в регистр РР заносится код 0000 1100 - старшая часть делимого, в регистр РД - 1100 1100 - младшая часть делимого, а в регистр Р ВХД код делителя: 0011 1111 (63_{10}). В прямой счетчик РОНЗ заносится количество сдвигов - 248_{10} . Схема микропрограммы деления беззнаковых с чисел приведена на рис. 10.2.

В нулевой и первой ячейке ЗУ записаны МК занесения исходного значения счетчика циклов в РОНЗ (1111 1000 \rightarrow РОНЗ). При этом МК занесения кода записана в нулевой ячейке, а сам операнд - в следующей по порядку первой ячейке. При этом обработка информации в 0-й и 1-ой ячейках МП производится в одном цикле работы - в течение первых 16 тактов работы МП. В следующих двух циклах аналогичным образом информация заносится в регистр РД ($204 = 1100 1100 \rightarrow$ РД) и старшая половина делимого в РОН1 ($12 = 0000 1100 \rightarrow$ РОН1). Микрокоманда МК6 пересылает РОН1 в регистр РР. Затем значения РР и РД вылаются на выходные регистры информации МП. В ячейке 9 осуществляется пробное вычитание делителя (ШИНВХ) из старших разрядов делимого (РР) и контроль возникающего при этом выходного переноса АЛУ (ВыхПалу). Если ВыхПалу = 0, то в 10-й ячейке осуществляется только цикли-

Схема алгоритма двоичного деления

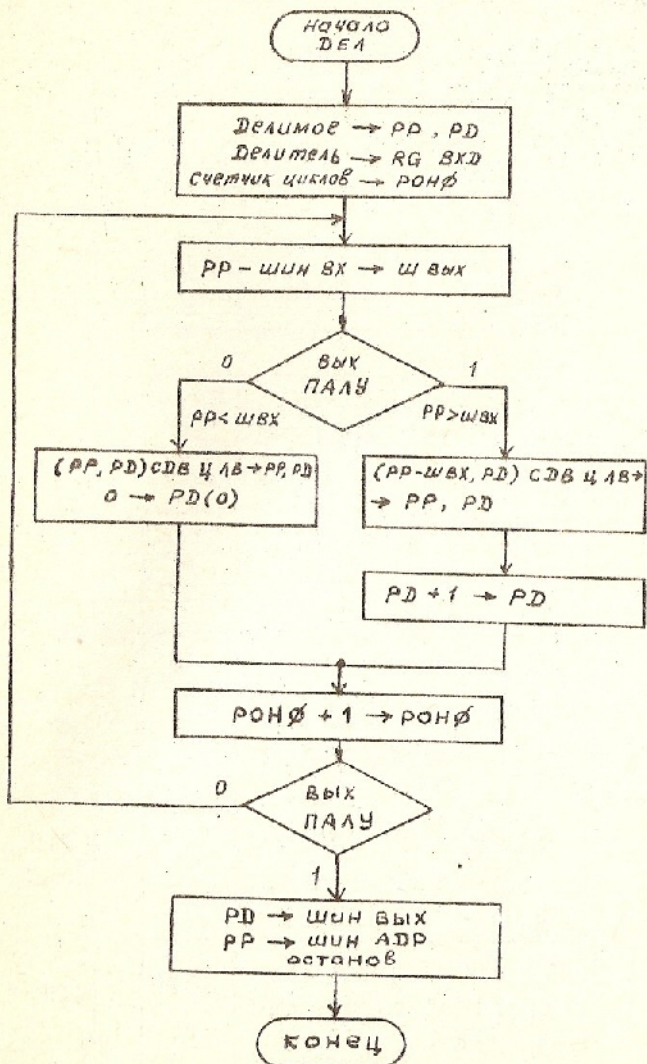


Рис. 10.1

Микропрограмма установки УМЗ1 алгоритма
деления целых беззнаковых чисел

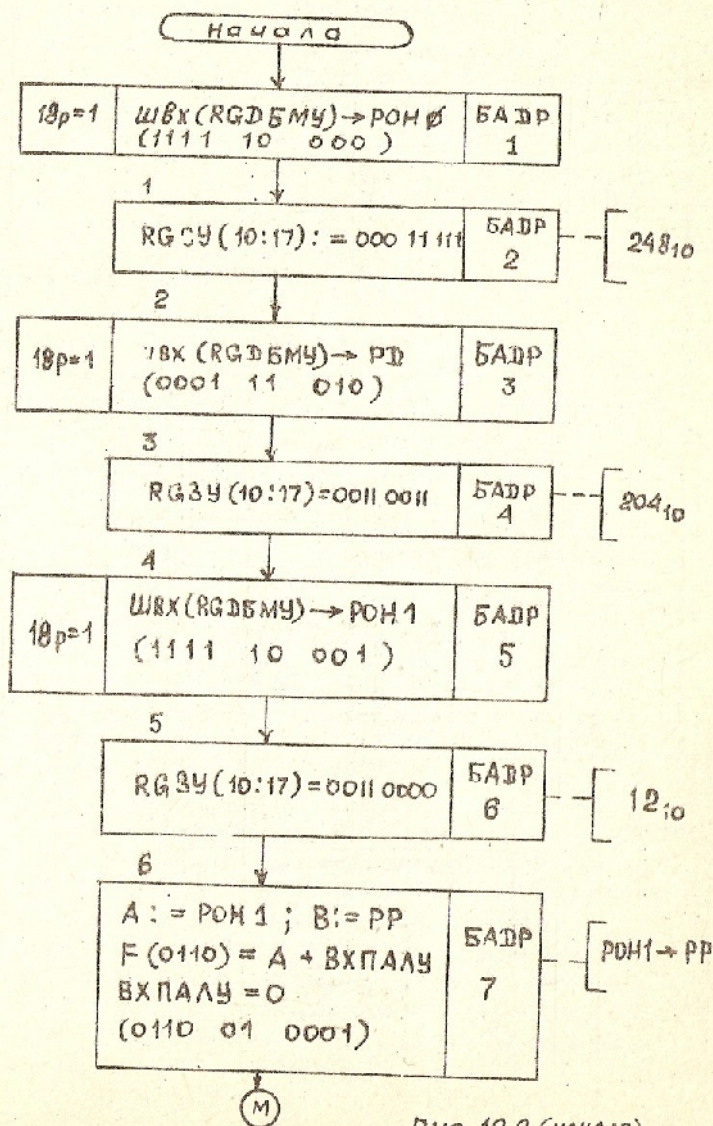


Рис. 10.2 (начало)

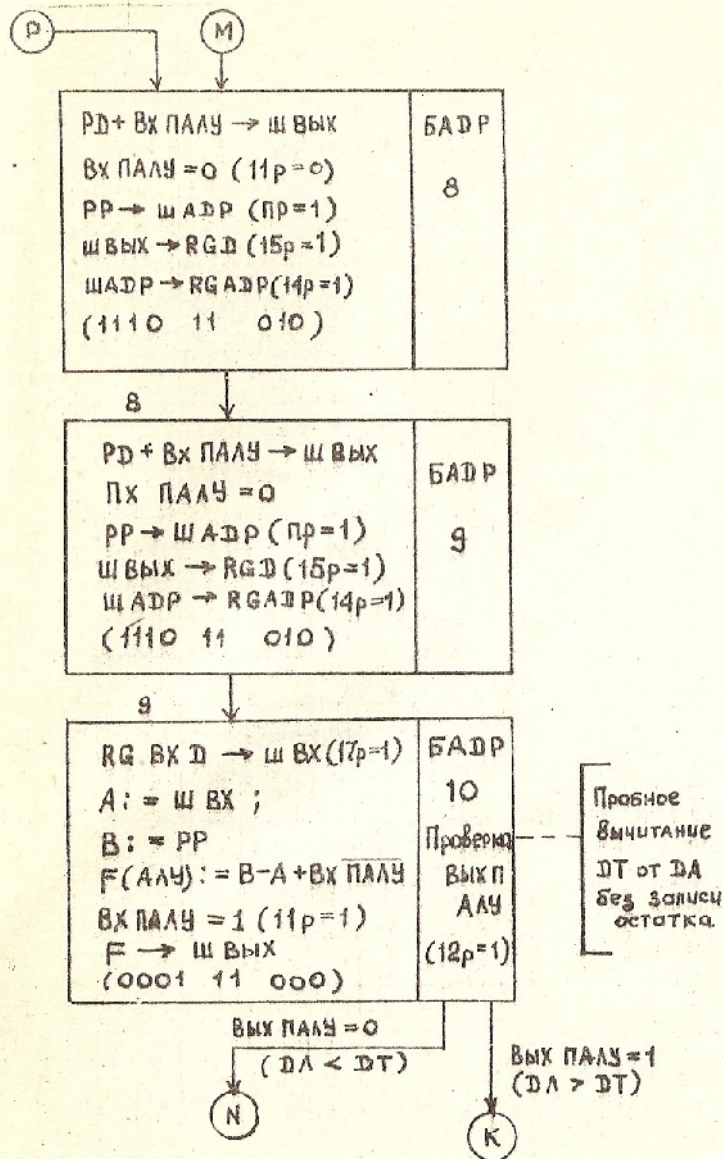


Рис. 10.2 (Продолжение 1)

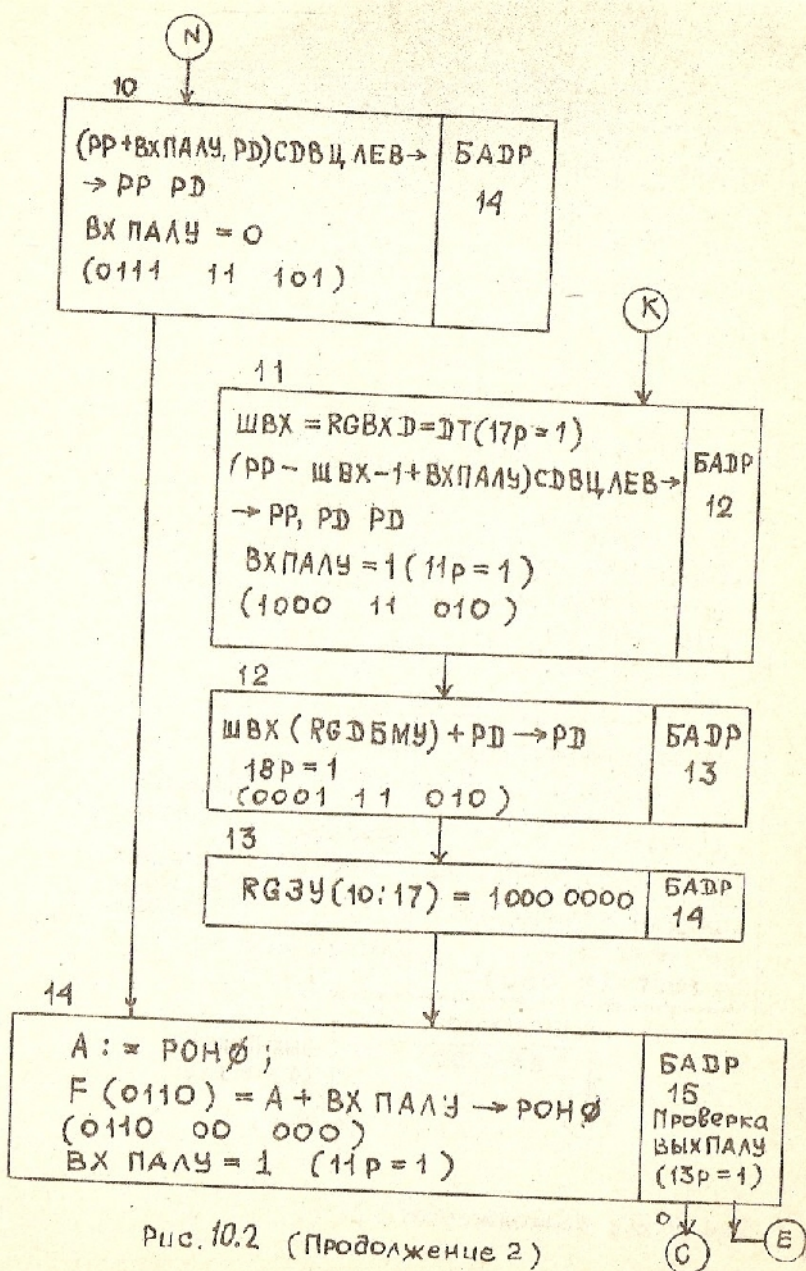


Рис. 10.2 (Продолжение 2)

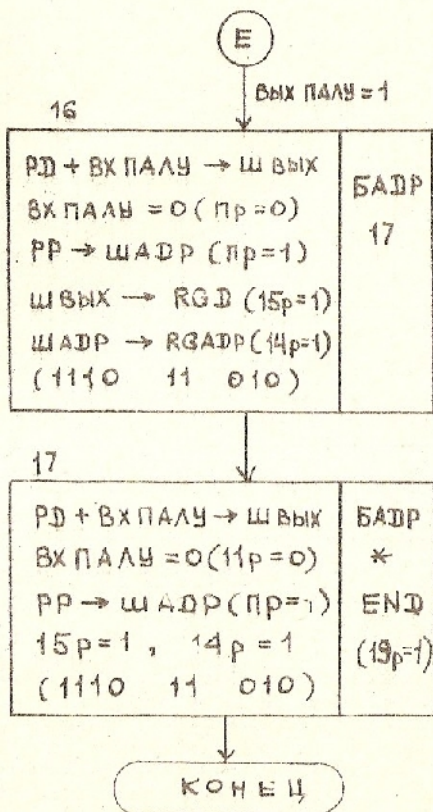
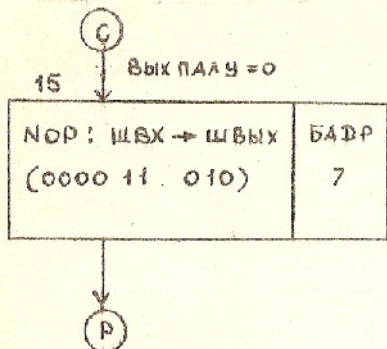


Рис. 10.2 (продолжение 3)

Таблица прашивки бу умзи при умножении беззнаковых чисел

№ яч.	КОД МИКРОКОМАНДЫ												-	ВК	РД	ВМХ	РГ	ТР	ШВХ	ВМХ	END	Базовый адрес				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18	19		20	21	22	23	24
0	1	1	1	1	0	0	0	0										1	0	1	0	0	0	0		
1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0		
2	0	0	0	1	1	1	1	0										1	0	1	1	0	0	0		
3	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0		
4	1	1	1	1	1	0	0	1										1	0	1	0	1	0	0		
5	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1	0	0	0	0	0			0	1	1	0	0		
6	0	1	1	0	0	1	0	1												1	1	1	0	0		
7	1	1	1	0	1	1	0	1					1	1						0	0	0	1	0		
8	1	1	1	0	1	1	0	1					1	1						1	0	0	1	0		
9	0	0	0	1	1	1	0	0	1											0	1	0	1	0		
10	0	1	1	1	1	1	1	0	1											0	1	1	1	0		
11	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1							1			0	0	1	1	0		
12	1	1	1	1	1	1	1	0										1		1	0	1	1	0		
13	X	X	X	X	X	X	X	X	1											0	1	1	1	0		
14	0	1	1	0	0	0	0	0	1											1	1	1	1	0		
15	0	0	0	1	1	0	1	0												1	1	1	0	0		
16	1	1	1	0	1	1	0	1	1				1	1						1	0	0	0	1		
17	1	1	1	0	1	1	0	1	1											1	X	X	X	X		

ческий сдвиг влево регистра остатка (РР) и регистра частного (РД). При этом в младший разряд частного заносится нуль. Если $ВЫПАЛУ = 1$, то в II-ой и I2-ой ячейках осуществляется вычитание делимого и остатка, сдвиг РР и РД, а затем в I2-ой и I3-ой ячейках занесения в младший разряд частного единицы. В ячейке I4 осуществляется прибавление единицы и счетчику тактов (РОИФ) и контроль $ВЫПАЛУ$, по которому происходит окончание алгоритма или возврат в начало цикла.

Таблица прошивки ЗУ Мп приведена на рис. 10.3.

При выполнении работы в качестве делимого принять четыре последние цифры зачетки, а в качестве делителя — порядковый номер студента в журнале (при необходимости увеличенный для исключения ПП).

Лабораторная работа выполняется в режиме РАБ при однократном (ОДИН) и непрерывном (НЕПР) режимах РИ установки.

Лабораторная работа № II

Умножение дополнительных кодов по алгоритму Буга

Как известно, при умножении по алгоритму Буга в каждом шаге выполняется анализ текущего разряда множителя (B_i) и выпавшего при сдвиге младшего разряда множителя ($B_i + 1$). При следовании двухразрядных групп $B_i B_{i+1} = 00$ или $B_i B_{i+1} = 11$ к сумме частичных произведений (ξ) прибавление множимого (А) не производится, а при следовании комбинации $B_i B_{i+1} = 01$ к сумме (ξ) прибавляется множимое (А). При комбинации

$B_i B_{i+1} = 10$ от суммы (ξ) вычитается множимое. В первом шаге предполагается, что $B_{i+1} = 0$ (при восьмизрядном множителе в первом шаге $B_{i+1} = B_9$, а $B_i = B_8$).

Поэтому при нечетном множителе ($B_9 = 1$), в первом шаге от исходного значения суммы ($\xi = 0$) вычитается множимое (А). В цикле осуществляется сдвиг вправо суммы (ξ) и множителя (В). Выпадающий при сдвиге разряд множителя (РД(0)) запоминается в ТРРДО (рис. 2.16), что позволяет в БМУ осуществить условный переход по трем направлениям (рис. II.1). В конце умножения произведение получается в дополнительном коде. Если $A_{ДК} = (-3)_{ДК}$

Схема алгоритма умножения дополнительных кодов по алгоритму Бута

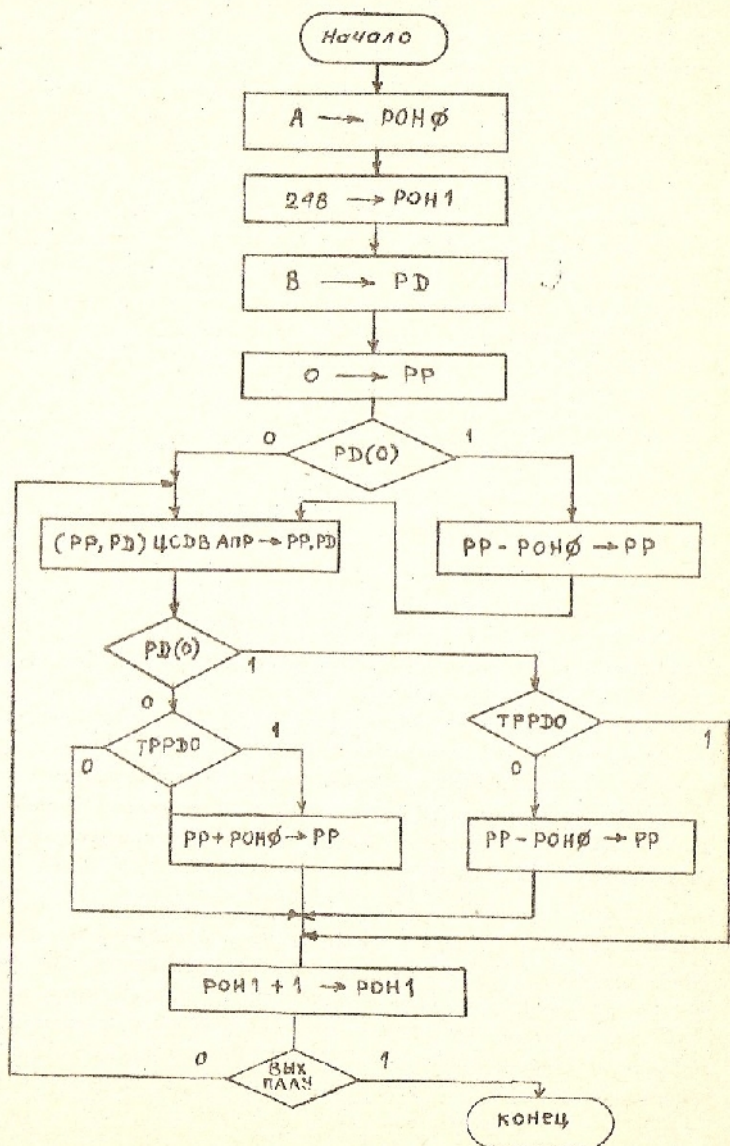


Рис. 11.1

$= 1.111101, B_{ДК} = (-5)_{ДК} = 1.111011, \text{ то } (AB)_{ДК} = 0.000111 =$
 $= +15. \text{ Число сдвигов суммы и множителя должно равняться восьми.}$
 Поэтому восьмиразрядный прямой счетчик цикла в начальном состоя-
 нии, очевидно, должен быть в состоянии $243_{10} = 1111000$.

Микропрограмма КБ84ВМ1 алгоритма умножения дополнительными
 кодами по схеме Бута показана на рис. II.2. Таблица прошивки ЗУ
 при выполнении умножения по Буту показана на рис. II.3. Микро-
 программа занимает в ОЗУ 16 ячеек памяти. В ячейках 0-5 распо-
 ложены М1 и операнды для занесения соответственно множимого
 (0, 1) в дополнительном коде, исходного значения счетчика (2, 3)
 и множителя (4, 5). В 6-ой ячейке 0 → PP и осуществляется контро-
 лить младшего разряда множителя. Контроль в цикле младшего раз-
 ряда множителя и выпавшего при сдвиге вправо разряда множителя
 осуществляется в ячейках 10, 11, 12, 13. В ячейках 14 и 15
 осуществляется наращивание счетчика и возврат либо в начало цик-
 ла (9) , либо на выход цикла. Младшие разряды в поле операнда
 и адреса М1 при этом располагаются слева (в разрядах 10 и 20).

При выполнении работы выполнить следующие типы умножения:
 (+) × (+), (+) × (-), (-) × (+), (-) × (-). В качестве операн-
 дов принять порядковый номер студента в журнале и код, увели-
 ченный по модулю на единицу.

Исследование алгоритма выполняется в микропрограммном ре-
 жиме (РАВ) при одиночном (ОДМ) и непрерывном (НЕПР) режимах
 РИЕМУ.

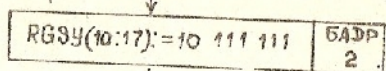
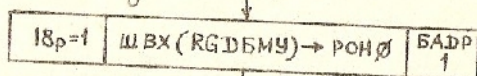
ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт (объединенный) УМЗПС. Специальное конструкторское бюро.
2. Калдабков Б.А. Микропроцессоры и их применение в системах передачи и обработки сигналов. М., Радио и связь, 1988.
3. Хвоц С.Г. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления. Справочник. - Л., Машиностроение. - 1987.

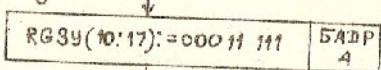
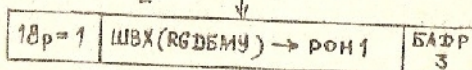
Микропрограмма установки ИМ 31 алгоритма умножения ДК по схеме Була

МК₀(НО): 1111 10 000

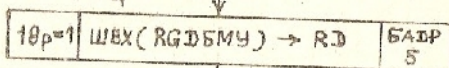
Начало



МК₁(НО): 111 10 001

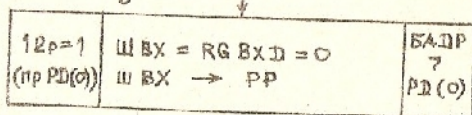
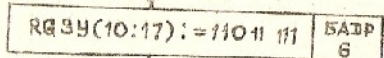


МК₄(НО): 1111 11 010



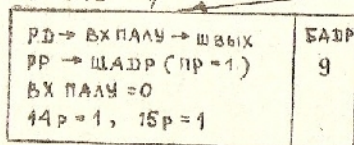
МК₆(НО):

0110 11 010



МК₇(СА):

1110 11 010



МК₈(АЛО):
0001 01 000

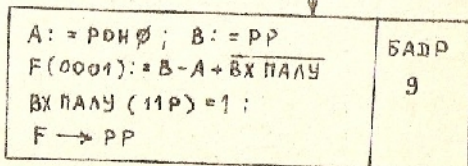


Рис. 11.2 (начало)

М

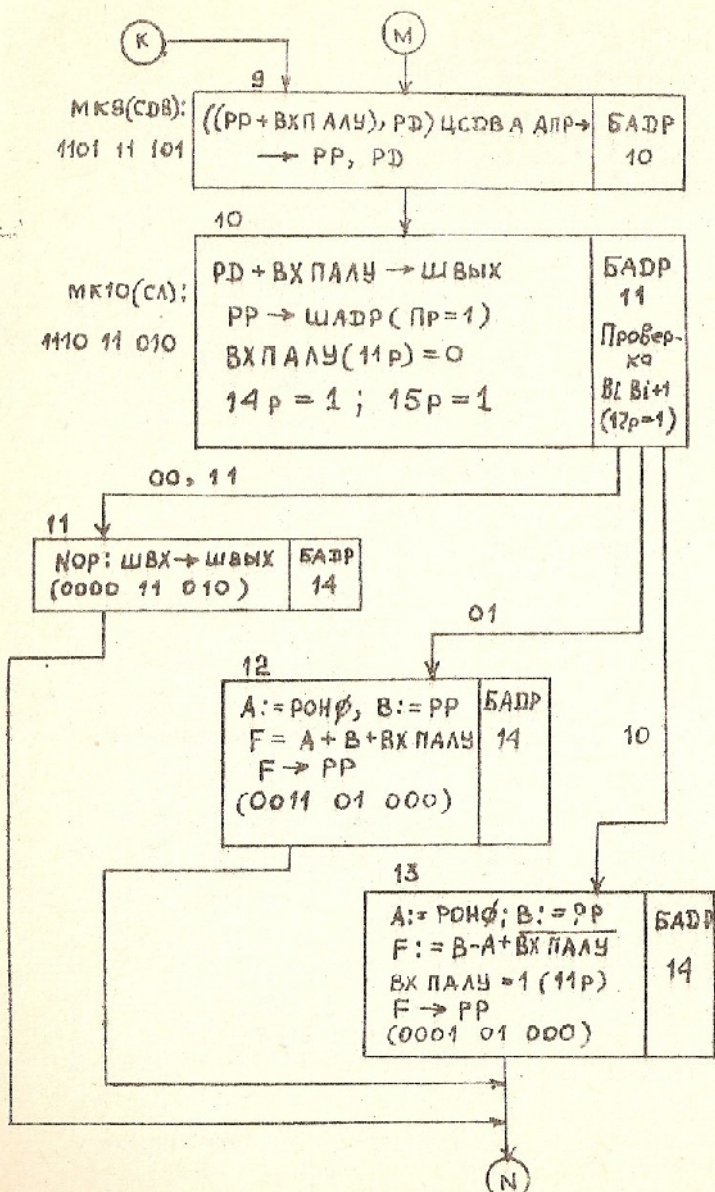


Рис. 11.2 (Продолжение 1)

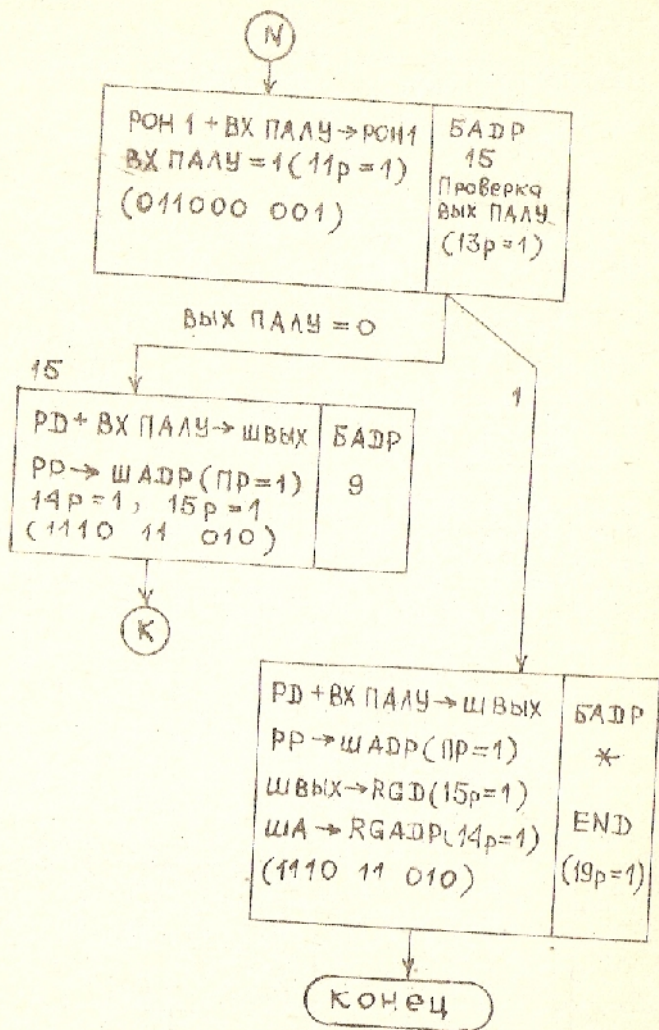


Рис. 11.2 (Продолжение 2)

Таблица прошивки ЗУ микропроц. зммы множения дополнительных кодов по схеме БУГА

№ яч	Коды микрокоманды																Базовый образ							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
6	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
7	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
8	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
9	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
10	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
11	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
12	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
13	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
14	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
15	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
16	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	X	X	X	X	X