

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Вычислительная техника»*

*ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту по дисциплине
«ЭВМ и периферийные устройства»
на тему «Процессор универсальной ЭВМ»*

*Выполнил ст. гр. 17ВВ1
Харитонов Д.А
Проверил: Кучин А.В.*

Пенза 2021

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет Вычислительной техники
Кафедра “Вычислительная техника”

“УТВЕРЖДАЮ”

Зав. кафедрой ВТ

профессор М.А. Митрохин

«___» _____ 20__ г

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование по курсу

ЭВМ и периферийные устройства

Студенту Харитонов Д.А. _____ Группа 17ВВ1 _____

Тема проекта Процессор универсальной ЭВМ (Вариант 19) _____

Исходные данные (технические требования) на проектирование

Цель курсового проектирования:

- изучение принципов работы и методов проектирования процессоров;
- изучение микропроцессорных БИС конкретных серий и выработка навыков практического проектирования микропроцессорных систем.

Содержанием курсового проектирования является разработка центрального процессора универсальной ЭВМ на схемотехнической базе микропроцессорного комплекта серии K1804.

Технические характеристики проектируемого процессора:

- разрядность - 16;
- адресное пространство - 32К слов;
- формат данных - шестнадцатиразрядные целые числа,
- представленные в дополнительном коде;
- система команд -программная совместимость с ЭВМ типа PDP11 ("Электроника-60"), кроме команд обработки данных в байтовом формате
- система элементов серии K1804, K556, K53Г, K555;
- интерфейс типа "Общая шина" или МПИ.

Команды, алгоритмы которых подлежат разработке : add, inc, bge, mark, cln, wait

Способы адресации: 0,3,4,5

Блок процессора, который подлежат разработке в виде ТЗА БОД 4-7 разряды.

Примечание: Команды и способы адресации, разработка которых выполняется на микропрограммном уровне с отладкой на кроссистеме уточняется преподавателем.

Объем работы по курсу

1. Расчетная часть

Спроектировать структурную схему процессора; функциональную организацию его блоков; форматы микрокоманд; схемы алгоритмов выполнения заданного набора команд и диаграммы микропрограммной логики, реализующие определенную часть разработанного алгоритма; таблицы "прошивки" памяти микропрограмм; принципиальные схемы одного из блоков; расчет времени выполнения отдельной операции в процессоре, а также выполнить тестирование разработанных микропрограмм на кросс-системе

2. Графическая часть

1. Схема алгоритма работы процессора

2. Схемы ДМЛ отдельных операций

3. Принципиальная схема

3. Экспериментальная часть

Отладка Микропрограмм в кроссистеме

Срок выполнения проекта по разделам

Этап	Контрольный срок (недели)
1. Получение задания	4
2. Системная проработка проекта	5
3. Разработка алгоритмов	8
4. Разработка ДМЛ	10
5. Отладка микропрограмм	12
6. Разработка принципиальных схем	13
7. Оформление пояснительной записки	13
8. Защита проекта	15

Дата выдачи задания “ 06 ” 04.2020

Дата защиты проекта “ 31 ” 05.2020

Руководитель _____ Кучин А.В.

Задание получил “06” 04.2020 2020г.



Студент _____ Харитонов Д.А.

Содержание

Список используемых сокращений.....	2
Введение.....	3
1 Формат команд и данных разрабатываемого процессора.....	4
1.1 Формат команд.....	4
1.2 Формат данных.....	5
2 Структура базовой микроЭВМ.....	6
2.1 Функциональная схема БОД.....	6
3. Описание алгоритма работы процессора при выполнении заданных команд.....	8
4 Листинг микропрограммы.....	13
5 Протокол отладки.....	18
6 Описание принципиальной схемы.....	30
7 Расчет быстродействия процессора.....	31
Заключение.....	33
Литература.....	34

					ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ		
Изд	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Харитонов Д.А.			Процессор универсальной ЭВМ Пояснительная записка		
Пров		Кучин А.В.					
Н. Контр.							
Утв							
						Литера	Лист
						у	1
							34
						ФВТ, гр.17ВВ1	

Список используемых сокращений

1. БМУ — блок микропрограммного управления
2. БОД — блок обработки данных
3. БР — буферный регистр
4. ВОП — выборка операнда
5. ДВК — дешифрация и выполнение команд
6. ДМЛ — диаграммы микропрограммной логике
7. ЗР — запись результата
8. ЗУ — запоминающее устройство
9. П/П — подпрограмма
10. РК — регистр команд
11. РОН — регистр общего назначения
12. РСП — регистр состояния процессора
13. СК — счетчик команд
14. УС — указатель стека
15. Ур — уровень
16. ФССП — формирование слова состояния процессора

Введение.

Целью курсового проектирования является:

- изучение принципов работы и методов проектирования процессоров.*
- изучение микропроцессорных БИС конкретных серий и выработка навыков практического проектирования микропроцессорных систем*

Содержанием курсового проектирования является разработка центрального процессора универсальной ЭВМ на схемотехнической базе микропроцессорного комплекта серии К1804.

Технические характеристики проектируемого процессора:

- разрядность — 16;*
- адресное пространство — 32К слов;*
- формат данных — шестнадцатиразрядные целые числа;*
- система команд — программная совместимость с ЭВМ типа PDP — 11 («Электроника — 60») (команды ADD, INC, BGE, MARK, CLN, WAIT);*
- Способы адресации — 0,3,4,5.*
- система элементов серии К1804, К1531, К531, К533, К556;*
- интерфейс типа «Общая шина».*

1. Формат команд и данных разрабатываемого процессора

1.1 Формат команд

Всю систему команд эмулируемой ЭВМ можно разбить на следующие подгруппы: команды пересылок, арифметические и логические операции, команды вызова и возврата из подпрограмм, команды работы с флагами, прочие команды.

Имеется пять основных уровней кодов. Уровень 1 задается трехбитовым полем (биты 14, 13 и 12); уровень 2 — битом 11 кода команды; уровень 3 — четырех битовым полем (биты 15, 10, 9 и 8); уровень 4 — двух битовым полем (биты 7 и 6); уровень 5 — трех битовым полем (биты 2, 1 и 0).

Дешифрация выполняется последовательно, начиная с уровня 1. Признаком перехода с одного уровня на другой является нулевая комбинация разрядов в соответствующем поле.

Рассмотрим подробнее уровни команд:

Команды уровня 1 — двухадресные. В большинстве из них бит 15 указывает, на какую границу настроен адрес (слова или 8-битового байта в слове). Исключением для уровня 1 является команда SOB, предназначенная для организации циклов. Процедура выборки операндов команды SOB отличается от выборки операндов всех остальных команд уровня 1, поэтому разработчику необходимо предусмотреть на этапе первичной дешифрации выделение этой команды с целью ее выполнения по отдельному алгоритму

Команды уровня 2, в свою очередь подразделяются на два подуровня. Команды уровня 2.1 имеют «полтора адреса» (например, команда JSR), т.е. под адрес первого операнда в формате отводится всего три разряда (для задания номера регистра), а для адреса второго операнда выделяется, как обычно, шесть разрядов. Команды уровня 2.2. — одноадресные команды арифметико-логические группы.

- Уровень 3 — это 15 команд условного перехода.*
- Уровень 4 — команды работы с флагами и возврата из подпрограммы.*
- Уровень 5 — команд общего назначения.*

1.2. Формат данных

Эмулируемая ЭВМ оперирует над данными, представленными в двух основных форматах 16 – разрядное слово и 8 – разрядный байт. Данные рассматриваются как целые числа, старший разряд – знаковый, отрицательные числа представляются в дополнительном коде. Диапазон представления чисел:

–слово (–32768 – 32767);

–байт (–128 – 127).

		Харитонов Д.А.			ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ	Лист
		Кучин А.В.				
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

2. Структура базовой микроЭВМ

Для реализации процессора — с заданной системой команд предполагается использовать в качестве базовой микроЭВМ с разрядномодульной организации на БИС серии К1804, построенную по типовой схеме, рекомендованной в [5,6]. Программная модель такой микроЭВМ включена в учебную кросс-систему проектирования микропроцессорных устройств. В состав процессора базовой микроЭВМ входят следующие блоки (рис. 1): блок микропрограммного управления (БМУ), блок обработки данных (БОД) и интерфейсный блок (ИБ) (см. приложение).

БМУ служит для генерации кодов микрокоманд, содержащих поля M1...M15 и для управляющих работой БОД и ИБ. БОД осуществляет обработку информации под управлением полей M1, M5... M14, вырабатываемых в БМУ кодов микрокоманд. По результатам выполнения операций в БОД формируется слово состояния процессора PSW, поступавшее в БМУ. Информация в БМУ и БОД поступает из ИБ по шине данных B1, а с выхода ЗОД в ИБ поступают данные по шине В0 и адрес по шине ADR. Поле M15, код которого поступает из БМУ в ИБ, служит для управления вводом-выводом, при этом осуществляется анализ FLG, вырабатываемых в ИБ.

2.1 Функциональная схема БОД.

В состав БОД входят обрабатывающий узел (ОУ), вентили B1 и B2, входной регистр данных RDI, схема формирования переноса (ФСП) — СО в младший разряд, регистр состояний PSW, выходной регистр данных RDO, регистр адреса MAR, мультиплексоры адреса MSA и MSB, дешифратор DC.

Обрабатывающий узел выполнен на микросхемах К1804BCI и может выполнять все арифметические и логические операции, предусмотренные в данной микросхеме. Выполняемая операция задается девятиразрядным кодом 18–10, который образуется кодами M9, M10, M11. Адреса A и B регистров во внутреннем регистровом ЗУ операционного блока ОУ задаются соответственно кодами M5 и M6, при этом на входы A и B могут поступать как коды M5 и M6, так и разряды 8...6 или 2...0 регистра команд. На вход D операционного узла может подаваться информация с вентилей B1, B2 и регистра RDI, подключение которых к шине D управляется кодом M12. С выхода Y информация может заносятся в RDO или в MAR в соответствии с заданным кодом M14 относится команда, хранящаяся на РК, MS выбирает нужный сигнал условия из всех поступающих на его вход сигналов и под управлением кодов

		Харитонов Д.А.		
		Кучин А.В.		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ

Лист

6

М2, М3 формирует проверяемый сигнал TST, поступающий в СУСА. СУАМ совместно с СУСА определяют следующий адрес микрокоманды в соответствии с кодом М4, проверяемым условием TST, а также кодом, приходящим на вход D СУАМ. На вход D СУАМ могут поступать коды М1, младшие или старшие разряд РК. Подключением того или иного кода на шину D управляют сигналы ME и PE. Если ME = 1, PE = 0, то к шине адреса ветвления подключается поле М1, если ME = 0, PE = 1, то подключаются старшие разряды РК, если ME = 1, PE = 1, то подключаются младшие разряды РК. Сигналы CTL, CTE управляют работой счетчика, а также при CTE=CTL=0 задаются нулевой адрес на входе Y схемы СУАМ (переход к микрокоманде с нулевым адресом).

3 Описание алгоритма работы процессора при выполнения заданных команд

Список и содержание команд приведены в табл. 1. При этом приняты следующие условные обозначения:

1. $()$ – содержимое ячейки или регистра;
2. src – ячейка источник;
3. dst – ячейка приемник;
4. ss, dd – адреса ячеек;
5. xxx – смещение (8 разрядов);
6. $\uparrow\downarrow$ – занесение и извлечение из стека;
7. $\leftarrow$ – пересылка;
8. «+» – изменение флага;
9. «-» – флаг не меняется;

Таблица 1 – Описание команд процессора

Команда	Код	Уровень	Интерпретация	Флаги			
				N	Z	OVR	C
ADD	$06SSDD$	1	$(dst) \leftarrow (dst) + (src)$	+	+	+	+
INC	$.052DD$	2.2	$(dst) \leftarrow (dst) + 1$	+	+	+	-
BGE	$00020XXX$	3	$(CK) \leftarrow (CK) + 2XX$, если $N \vee V = 0$	-	-	-	-
$MARK$	$0064NN$	1	$(YC) \leftarrow (CK) + 2N$ $(CK) \leftarrow (R5)$ $(R5) \leftarrow (YC) \uparrow$	-	-	-	-
CLN	000242	4	Очистка N	0	-	-	-
$WAIT$	000001	5	Ожидание	-	-	-	-

Способы адресации:

0 — прямая регистровая. Содержимое РОН является операндом.

3 — Косвенная автоинкрементная адресация. Содержимое регистра R используется как адрес адреса операнда, после обращения, к которому содержимое регистра увеличивается на 2.

4 — Индексная адресация. Адрес вычисляется как сумма содержимого регистра R ("базы") и слова X, следующего за командой ("смещения" или "индексного слова"). Команда, таким образом, будет состоять из 2 или 3 слов, размещённых в последовательных ячейках памяти.

5 — Косвенная автодекрементная адресация. Содержимое регистра R уменьшается на 2, а затем 16 используется как адрес адреса операнда.

Разработке алгоритма работы процессора, эмулирующего какую-либо систему команд, должна предшествовать процедура установления соответствия между программно-доступной аппаратурой, базовой и эмулируемой ЭВМ. Например, при эмуляции системы команд ЭВМ типа PDP-11 ("Электроника-60") на микропроцессоре K1804 необходимо установить однозначное соответствие между регистрами общего назначения (РОН) и оговорить правила формирования и хранения признаков в слове состояния процессора. ЭВМ "Электроника-60" имеет восемь программнодоступных регистров общего назначения (РОН), два из которых имеют целевое назначение: R6 – указатель стека, R7 – счетчик команд. Микропроцессор K1804 имеет 16 РОНов той же разрядности, что и "Электроника-60". "Электроника-60" имеет 16-разрядный регистр состояния процессора (РСП), тогда как K1804 имеет 8-разрядный РСП. На основании этой информации разработчик может, например, установить следующее соответствие в табл. 2

Таблица 2 — соответствие между регистрами процессоров

<i>PDP-11</i>	<i>K1804</i>
<i>R0</i>	<i>R0</i>
<i>R1</i>	<i>R1</i>
<i>R2</i>	<i>R2</i>

<i>R3</i>	<i>R3</i>
<i>R4</i>	<i>R4</i>
<i>R5</i>	<i>R5</i>
<i>R6</i>	<i>R6</i>
<i>R7</i>	<i>R7</i>
<i>БР1</i>	<i>R12</i>
<i>БР2</i>	<i>R13</i>
<i>БР3</i>	<i>R14</i>
<i>РК</i>	<i>РК</i>
<i>РСП</i>	<i>R15</i>

Остальные регистры МП К1804 (R9–14) могут быть использованы в этом случае для хранения промежуточных результатов.

Ниже приводится алгоритм работы процессора.

- 1. Вызов подпрограммы инициализации.*
- 2. Пересылка в регистр MAR адреса первой (следующей команды).*
- 3. Вызов подпрограммы чтения данных из памяти.*
- 4. Пересылка прочитанной команды с шины В1 в регистр команд.*
- 5. Увеличение СК на 2.*
- 6. Проверка является ли следующая команда первого уровня. Если да, то следующий шаг 7, в противном случае — 14.*
- 7. Вызов подпрограммы выборки первого операнда. По окончании выполнения подпрограммы первый операнд будет сформирован в БР1.*
- 8. Вызов подпрограммы выборки второго операнда. По окончании выполнения подпрограммы второй операнд будет сформирован в БР2.*
- 9. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд первого уровня.*

10. Проверка на сброс. Если в процессор поступил сигнал сброса перейти к шагу 1, в противном случае к шагу 11.
11. Проверка на останов. Если в процессор поступил сигнал останова, то перейти к шагу 11, в противном случае к шагу 12.
12. Проверка на прерывание. Если в процессор поступил сигнал прерывания перейти к шагу 13, в противном случае к шагу 2.
13. Проверка на запрет прерывания. Если прерывания запрещены, то перейти к шагу 2, в противном случае к шагу 14.
14. Вызов подпрограммы обработки прерывания и переход к первому шагу.
15. Проверка, является ли текущая команда командой уровня 2.1. Если да то следующий шаг 16, в противном случае — 17.
16. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 2.1, переход к шагу 10.
17. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 2.2. Если да, то следующий шаг 18, в противном случае 20.
18. Вызов подпрограммы выборки второго операнда.
19. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 2.2, переход к шагу 10.
20. Проверка, является ли текущая команда командой уровня 3. Если да, то следующий шаг 21, в противном случае — 22.
21. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 3, переход к шагу 10.
22. Проверка является ли текущая команда командой уровня 4. Если да, то следующий шаг 23, в противном случае — 24.
23. Вызов подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 4, переход к шагу 10.
24. Проверка является ли текущая команда командой уровня 5. Если да, то следующий шаг 25, в противном случае — 11.
25. Проверка является ли текущая команда командой WAIT. Если да, то следующий шаг в противном случае — 10.
26. Ожидание прерывания.

27. Конец работы.

Алгоритм подпрограммы выборки операндов заключается в определении способа адресации операнда, формирование его адреса, чтение операнда из ЗУ и пересылке операнда в БР.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 1 заключается во вторичной дешифрации команды (определение кода операции команды). Если код операции — 2 (команда СМР) или команда SOB, происходит выполнение операции, формирование РСР, запись результата.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 2.1 заключается во вторичной дешифрации команды.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 2.2 заключается в выборке операнда и вторичной дешифрации команды и, если это команда СОМ, в инвертировании операнда, формирования ССП и записи результата.

Команды уровня 3 — команды условного перехода. Адрес следующей команды определяется по формуле:

$$A = T + 2XX + 2,$$

где T — адрес команды перехода, XX — значение смещения с учетом знака.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 3 заключается во вторичной дешифрации команды, если это команда BR, в формировании нового СК.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 4 начинается со вторичной дешифрации команд. Если это команда CLV, производится очистка флага V в РСР.

Алгоритм подпрограммы дешифрации и выполнения команд уровня 5 начинается со вторичной дешифрации команд. Если это WAIT, производится ожидания прерывания.

Подпрограммы инициализации, чтения и записи данных в данном проекте не реализованы.

4. Листинг микропрограммы:

Листинг микропрограммы представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Листинг микропрограммы.

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	Комментарии
1	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	MAR←СК. Чтение команды
2	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	РК← команда
3	2	0	0	16	7	7	0	0	5	0	2	2	0	0	0	СК←СК+2
4	11	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур.1
5	30	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ВОП1
6	50	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ВОП2
7	70	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ДВК ур.1
10	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Переход по адресу 1000
11	14	3	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур 2.1
12	305	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ДВК ур.2.1. Заглушка
13	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Переход по адресу 1000
14	17	3	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур 2.2.
15	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ДВК ур.2.2. Заглушка
16	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Переход по адресу 1000
17	25	3	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур 3..
20	0	1	7	16	13	13	0	7	0	2	0	0	0	0	0	БР1←команда
21	200	1	7	16	13	0	0	0	5	4	1	2	1	0	0	БР1←смещение
22	25	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Определение знака смещения

Таблица 3 Продолжение

23	377	1	7	16	13	13	0	0	5	4	2	2	0	0	0	Если смещение положительное дополняем его 0 до слова. Если смещение отрицательное, дополняем его 1 до слова
24	26	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
25	1774 00	1	7	16	13	13	0	0	5	3	2	2	0	0	0	
26	1777 0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Дешифрация команды Ур.3 Переходы: 1770...1777
30	361	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	П/п ВОП1. Дешифрация. Переходы: 361,363...377
40	43	3	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур 4..
41	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ДВК ур.4. Заглушка
42	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Переход по адресу 1000
43	1001	3	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка: Ур 5..
44	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Вызов п/п ДВК ур.5. Заглушка
45	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Переход по адресу 1000
50	1307	1	7	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	П/п ВОП2. Дешифрация. Переходы: 1307, 1317,1337,1367
70	617	1	7	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Дешифрация. Переход: 617,637...677
120	122	3	17	3	20	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	П/п ЗР. Проверка адресации
121	0	1	7	12	13	20	0	0	4	0	2	0	0	0	0	П/п ЗР. Выполнение, Адресация 0
122	0	1	7	12	13	0	0	0	4	0	1	0	0	1	0	П/п ЗР. Выполнение, Адресация не 0
130	12	0	7	16	17	0	0	0	5	4	1	2	1	0	0	Проверка условия
131	1000	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
132	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	2	0	0	0	0	Формирование нового СК

Таблица 3 Продолжение

361	0	1	7	12	30	12	0	0	4	0	2	0	0	0	0	П/н ВОП1 Получение операнда в БР1. Адресация 0.
363	0	1	7	16	30	0	0	0	4	0	1	0	0	2	0	П/н ВОП1 Адресация 1. Заглушка
365	0	1	7	12	0	12	0	0	7	0	2	0	0	0	0	П/н ВОП1 Адресация 2. Заглушка
367	0	1	7	16	30	0	0	0	4	0	1	0	0	2	0	П/н ВОП1 Адресация 3. Заглушка
371	2	1	7	16	30	30	0	0	5	0	3	2	0	0	0	П/н ВОП1 Адресация 4. Заглушка
373	500	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	П/н ВОП1 Адресация 5. Переход на 500
375	0	1	7	16	7	7	0	0	4	0	1	0	0	2	0	П/н ВОП1 Адресация 6. Заглушка
377	2	1	7	16	7	7	0	0	5	0	2	2	0	0	0	П/н ВОП1 Адресация 7. Заглушка
500	1	1	7	16	30	30	0	0	5	1	3	2	0	0	0	П/н ВОП1 Получение операнда в БР1. Адресация 5
501	0	1	7	16	30	30	0	0	7	0	1	0	0	2	0	
502	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	
503	0	0	0	16	30	13	0	0	4	0	1	0	0	2	0	
504	0	1	7	16	0	13	0	0	7	0	1	6	0	0	0	
505	0	1	7	12	0	12	0	0	7	0	2	0	0	0	0	
617	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/н ДВК Ур1. Выполнение операции 0. Заглушка
637	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/н ДВК Ур1. Выполнение операции 1. Заглушка
657	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/н ДВК Ур1. Выполнение операции 2. Заглушка
677	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/н ДВК Ур1. Выполнение операции 3. Заглушка

Таблица 3 Продолжение

717	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Выполнение операции 4. Заглушка
737	760	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Выполнение операции 5. Переход на 760
757	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Выполнение операции 6. Заглушка
760	0	1	7	16	14	14	0	0	7	0	3	3	0	0	0	П/п ДВК Ур1 ФССП
761	1777 60	0	0	16	15	15	0	0	5	4	3	2	0	0	0	
762	0	1	7	16	14	15	0	0	1	3	3	0	0	0	0	
763	120	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Вызов п/п ЗР
764	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Конец
777	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ДВК Ур1 Выполнение операции 7. Заглушка
1000	1	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка на сброс
1002	1004	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка на прерывание
1003	1010	0	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Проверка на запрет прерывания
1004	1	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Переход на 1
1010	1004	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п обработки прерываний. Заглушка
1307	0	1	7	12	20	13	0	0	4	0	2	0	0	0	0	П/п ВОП2. Получение операнда в БР2. Адресация 0.
1317	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ВОП2. Адресация 1. Заглушка
1327	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ВОП2. Адресация 2. Заглушка
1337	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ВОП2. Получение операнда в БР2. Адресация 3. Заглушка
1347	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	П/п ВОП2. Адресация 4. Заглушка

Таблица 3 Продолжение

1357	1	1	7	16	20	20	0	0	5	1	3	2	0	0	0	П/п ВОП2. Получение операнда в БР2. Адресация 5.
1360	0	1	7	16	20	20	0	0	4	0	1	0	0	2	0	
1361	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	
1362	0	0	0	16	20	13	0	0	7	0	1	0	0	2	0	
1363	0	1	7	16	0	13	0	0	7	0	1	6	0	0	0	
1364	0	1	7	12	0	13	0	0	7	0	2	0	0	0	0	
1367	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1357	П/п ВОП2. Адресация 6. Заглушка
1377	0	1	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		П/п ВОП2. Адресация 7. Заглушка
1770	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 0. Заглушка
1771	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	3	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 1. Формирование нового СК. Переход на 1000
1772	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 2 Заглушка
1773	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 3. Заглушка
1774	130	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 4. Переход на 130
1775	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 5. Заглушка
1776	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 6. Заглушка
1777	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Команда Ур.3 КОП — 7. Заглушка

5 Протокол отладки

Выполняемая программа представлена в, исходные данные и предполагаемые результаты в

Таблица 4 – Тестирующая программа для моделирования

№ команды	Мнемоника	Код	Комментарии
1	ADD @X(R3)@X(R4)	055203	Сложение. Адресация: Операнд 1: Косвенная автодекрементная адресация Операнд 2: Прямая регистровая
2	BGE 3	002003	Прыжок вперед на 3 слова
3	BGE 371	002371	Прыжок назад на 7 слов

Таблица 5 – Предполагаемые результаты выполнения тестирующей программы

Операция	Регистр/Память	До операции	После операции
1	R7	100	102
	R2	302	300
	R3	3	7
	A(300)	500	500
	A(500)	4	4
2	R7	102	107
3	R7	107	102

Адрес старта : 1
 Адрес окончания моделирования : 0
 Количество тактов моделирования : 150
 Пошаговое моделирование
 R2 = 302 R3 = 3 R7 = 100 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 0 RDI = 0 RDO = 0 MAR = 0 BI = 55203

PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1 0 0 0 16 0 0 0 0 0 1 0 0 2 0
Адрес следующей микрокоманды :2 ТАКТ= 1
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 100 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 0 RDI = 0 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
2 0 0 0 16 0 0 0 0 0 1 7 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :3 ТАКТ= 2
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 100 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
3 2 0 0 16 7 7 0 0 5 0 2 2 0 0
Адрес следующей микрокоманды :4 ТАКТ= 3
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
4 11 3 10 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :5 ТАКТ= 4
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
5 30 1 7 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :30 ТАКТ= 5
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
30 361 1 7 2 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :373 ТАКТ= 6
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
373 500 1 7 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :500 ТАКТ= 7
R2 = 302 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 0 R13 = 0 R14 = 0
R15 = 0 RK = 55203 RDI = 55203 RDO = 0 MAR = 0 BI =
55203

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
500	1	1	7	16	30	30	0	0	5	1	3	2	0	0	0
Адрес следующей микрокоманды :501 ТАКТ= 8															
R2 =	300	R3 =	3	R7 =	102	R12 =	0	R13 =	0	R14 =	0	R15 =	0	RK =	55203
RDI =	55203	RDO =	0	MAR =	0	BI =	55203	PSW =	0	FLG =	0				

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
501	0	1	7	16	30	0	0	0	7	0	1	0	0	2	0
Адрес следующей микрокоманды : 502 ТАКТ= 9															
R2 =	300	R3 =	3	R7 =	102	R12 =	0	R13 =	0	R14 =	0	R15 =	55203	RK =	55203
PSW =	0	FLG =	0	RDI =	55203	RDO =	0	MAR =	55203	BI =	55203				

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
502	0	1	7	16	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0
Адрес следующей микрокоманды : 503 ТАКТ= 10															
R2 =	300		R3 =	3		R7 =	102		R12 =	0		R13 =	0		R14 =
0															
R15 =	0		RK =	55203		RDI =	500		RDO =	0		MAR =	55203		BI =
500															
PSW =	0		FLG =	0											

[illegible]

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
504	0	1	7	16	0	13	0	0	7	0	1	6	0	0	0
Адрес следующей микрокоманды : 505 ТАКТ= 12															
R2 =	300	R3 =		3	R7 =	102	R12 =		0	R13 =		0	R14 =		
0															
R15 =	0	RK =	55203	RDI =	4	RDO =	0	MAR =	300	BI =					
4															
PSW =	0	FLG =	0												

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
505	0	1	7	12	0	12	0	0	7	0	2	0	0	0	0
Адрес следующей микрокоманды : 6 ТАКТ= 13															
R2 =	300	R3 =	3	R7 =	102	R12 =	4	R13 =	0	R14 =					
R15 =	0	RK =	55203	RDI =	4	RDO =	0	MAR =	300	BI =					
PSW =	0	FLG =	0												

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
6	50	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Адрес следующей микрокоманды : 50 ТАКТ= 14															
R2 =	300	R3 =	3	R7 =	102	R12 =	4	R13 =	0	R14 =	0				
R15 =	0	RK =	55203	RDI =	4	RDO =	0	MAR =	300	BI =	0				
PSW =	0	FLG =	0												

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
50	1307	1	7	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1307 ТАКТ= 15

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 0 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1307	0	1	7	12	20	13	0	0	4	0	2	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :7 ТАКТ= 16

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
7	70	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :70 ТАКТ= 17

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
70	617	1	7	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :737 ТАКТ= 18

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
737	760	1	7	3	12	13	0	0	1	0	2	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :760 ТАКТ= 19

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
760	0	1	7	16	14	14	0	0	7	0	3	3	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :761 ТАКТ= 20

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
761	177760	0	0	16	15	15	0	0	5	4	3	2	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :762 ТАКТ= 21

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
762	0	1	7	16	14	15	0	0	1	3	3	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :763 ТАКТ= 22

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
763	120	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :120 ТАКТ= 23

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
120	122	3	17	3	20	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :121 ТАКТ= 24

R2 = 300 R3 = 3 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
121	0	1	7	12	13	20	0	0	4	0	2	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :10 ТАКТ= 25

R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
10	1000	1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1000 ТАКТ= 26

R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1000	1	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1001 ТАКТ= 27

R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1001	1001	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1002 ТАКТ= 28

R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0

R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4

PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1002 1004 0 12 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1003 ТАКТ= 29
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1003 1010 0 13 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1004 ТАКТ= 30
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1004 1 1 7 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1 ТАКТ= 31
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 300 BI = 4
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1 0 0 0 16 0 0 0 0 0 0 1 0 0 2 0
 Адрес следующей микрокоманды :2 ТАКТ= 32
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 55203 RDI = 4 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 2 0 0 0 16 0 0 0 0 0 0 1 7 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :3 ТАКТ= 33
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 3 2 0 0 16 7 7 0 0 5 0 2 2 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :4 ТАКТ= 34
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 4 11 3 10 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :11 ТАКТ= 35
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 11 14 3 11 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Адрес следующей микрокоманды :14 ТАКТ= 36
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
14 17 3 12 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :17 ТАКТ= 37
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
17 40 3 13 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :20 ТАКТ= 38
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 7 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
20 310 1 7 16 13 13 0 0 7 0 2 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :21 ТАКТ= 39
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 2003 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
21 200 1 7 16 13 0 0 0 5 4 1 2 1 0
Адрес следующей микрокоманды :22 ТАКТ= 40
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 2003 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
22 25 1 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :23 ТАКТ= 41
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 2003 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
23 377 1 7 16 13 13 0 0 5 4 2 2 1 0
Адрес следующей микрокоманды :24 ТАКТ= 42
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
24 26 1 7 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :26 ТАКТ= 43

R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 26 1770 1 7 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1774 ТАКТ= 44
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1774 130 1 7 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :130 ТАКТ= 45
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 130 12 0 7 16 17 0 0 0 5 4 1 2 1 0
 Адрес следующей микрокоманды :131 ТАКТ= 46
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 131 1000 1 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :132 ТАКТ= 47
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 104 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 132 1000 1 7 3 13 7 0 0 1 0 2 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1000 ТАКТ= 48
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1000 1 0 10 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1001 ТАКТ= 49
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2003
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 1001 1001 0 11 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :1002 ТАКТ= 50
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =

0
R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1002 1004 0 12 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :1003 ТАКТ= 51
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1003 1010 0 13 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :1004 ТАКТ= 52
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1004 1 1 7 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :1 ТАКТ= 53
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2003
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1 0 0 0 16 0 0 0 0 0 0 1 0 0 2 0
Адрес следующей микрокоманды :2 ТАКТ= 54
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2003 RDI = 2003 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
2 0 0 0 16 0 0 0 0 0 0 1 7 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :3 ТАКТ= 55
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 107 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
3 2 0 0 16 7 7 0 0 5 0 2 2 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :4 ТАКТ= 56
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI =
2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
4 11 3 10 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Адрес следующей микрокоманды :11 ТАКТ= 57
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 3 R14 =
0

R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 11 14 3 11 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :14 ТАКТ= 58
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 14 17 3 12 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :17 ТАКТ= 59
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 17 40 3 13 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :20 ТАКТ= 60
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 3 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 20 310 1 7 16 13 13 0 0 7 0 2 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :21 ТАКТ= 61
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 2371 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 4 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 21 200 1 7 16 13 0 0 0 5 4 1 2 1 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :22 ТАКТ= 62
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 2371 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 22 25 1 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :25 ТАКТ= 63
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 2371 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
 PSW = 0 FLG = 0

Addr M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
 25 177400 1 7 16 13 13 0 0 5 3 2 2 0 0 0
 Адрес следующей микрокоманды :26 ТАКТ= 64
 R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 = 177771 R14 = 0
 R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI =

2371
PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
26	1770	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1774 ТАКТ= 65
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1774	130	1	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :130 ТАКТ= 66
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 0 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
130	12	0	7	16	17	0	0	0	5	4	1	2	1	0	0

Адрес следующей микрокоманды :131 ТАКТ= 67
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
131	1000	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :132 ТАКТ= 68
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 111 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
132	1000	1	7	3	13	7	0	0	1	0	2	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1000 ТАКТ= 69
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1000	1	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1001 ТАКТ= 70
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371
PSW = 4 FLG = 0

Addr	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
1001	1001	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Адрес следующей микрокоманды :1002 ТАКТ= 71
R2 = 300 R3 = 7 R7 = 102 R12 = 4 R13 =177771 R14 = 0
R15 = 0 RK = 2371 RDI = 2371 RDO = 0 MAR = 3 BI = 2371

```

PSW =      4  FLG =      0

Addr      M1  M2  M3  M4  M5  M6  M7  M8  M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1002      1004  0  12  3  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
Адрес следующей микрокоманды :1003  ТАКТ=      72
R2 =      300  R3 =      7  R7 =      102  R12 =      4  R13 =177771  R14 =
0
R15 =      0  RK =      2371  RDI =      2371  RDO =      0  MAR =      3  BI =
2371
PSW =      4  FLG =      0

Addr      M1  M2  M3  M4  M5  M6  M7  M8  M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1003      1010  0  13  3  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
Адрес следующей микрокоманды :1004  ТАКТ=      73
R2 =      300  R3 =      7  R7 =      102  R12 =      4  R13 =177771  R14 =
0
R15 =      0  RK =      2371  RDI =      2371  RDO =      0  MAR =      3  BI =
2371
PSW =      4  FLG =      0

Addr      M1  M2  M3  M4  M5  M6  M7  M8  M9 M10 M11 M12 M13 M14 M15
1004      1  1  7  3  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
Адрес следующей микрокоманды :1  ТАКТ=      74
R2 =      300  R3 =      7  R7 =      102  R12 =      4  R13 =177771  R14 =
0
R15 =      0  RK =      2371  RDI =      2371  RDO =      0  MAR =      3  BI =
2371
PSW =      4  FLG =      0

```

На 19 такте в БР2 (R13) содержится результат операции ADD. Проверим правильность работы с помощью ручного подсчета:

Операция ADD выполняет сложение двух чисел, хранящиеся в БР1 (R12) и БР2 (R13) и записывает результат в БР2.

На 18 такте в БР1 хранится число 3_8 , а в БР2 хранится число 4_8 . Сложим данные числа:

$$БР2 = БР1 + БР2 = 4_8 + 3_8 = 7_8$$

На 19 такте в БР2 хранится число 7_8 . Данный ответ совпал с нашим ручным подсчетом.

Проверим правильность работы команды BGE. На 32 такте видно, что в В1 введен код операции BGE осуществляющая прыжок на 3 слова — 20003. Значение счетчика команд (R7) равно 102. На 34 такте значение в R7 было увеличено на 2 и стало равно 104.

Значение в РСП (R15) = $0_8 = 0000_2$, значит флаги N и V равны 0 и удовлетворяют условие перехода, а именно $N \vee V = 0$. Проведем ручной подсчет изменения значения R7:

$$R7 = R7 + 3_8 = 104_8 + 3_8 = 107_8$$

На 48 такте показан результат прыжка на 3 слова, значение в R7 = 107_8 . Данное значение совпало с нашим расчётом.

В результате данных проверок можно сделать вывод что программа работает правильно.

6 Описание принципиальной схемы.

Для реализации по заданию была выделена часть блока обработки данных, разряды 4–7.

Обрабатывающий узел выполнен на базе микросхемы K1804BC1 и может выполнять все арифметические и логические операции, предусмотренные в данном устройстве.

Выполняемая операция задается 9 — разрядным кодом, 18–10, который поступает с контактов разъема A17–A25.

На вход D операционного узла информация поступает с микросхем DD14 (вентиль, пропускающий информацию с шины Z1 и M1), D13 (входной регистр данных RDI), D10 (вентиль пропускающий информацию с PSW). Микросхема D12 реализует регистр адреса памяти (MAR). Микросхема D13 реализует регистр выходных данных (RDO). Микросхемы D1 — D4 реализуют мультиплексоры адреса MSA и MSB.

		Харитонов Д.А.		
		Кучин А.В.		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ

Лист

30

7 Расчет быстродействия процессора

Для расчета временных параметров БОД следует учитывать его структуру.

4 микропроцессорных секции К1804ВС1, входной регистр данных (RDI), выходной регистр данных (RDO) и регистр состояния (PSW), мультиплексоры схем формирования сдвигов, схема формирования переноса.

Для рассматриваемой схемы все операции при расчете временных параметров можно разбить следующим образом:

- 1) логические и арифметические;
- 2) со сдвигом и без сдвига.

Для операций определяются максимальный путь прохождения информации. На основании задержек элементов через которые проходит информация по максимальному пути можно рассчитать быстродействие процессора.

Операции включают в себя задержку чтения (из РМК БМЧ), $t_{рмк} = 11\text{нс}$ (К531ИР23).

Задержка дешифратора, с помощью которого выбираются шинные формирователи или RDI, $t_{dc} = 20\text{нс}$ (К531ИД7).

Задержка шинных формирователей, через которые на входы D поступает информация, $t_{шф} = 20\text{нс}$ (К531ИД7).

Задержка выполнения операции в МПС и формирования сигналов переноса, $t_{bc} = 100 + 15 = 115\text{нс}$.

Задержка срабатывания мультиплексоров схемы формирования сдвигов $t_{сфс} = 12\text{нс}$.

Задержка формирования PSW $t_{psw} = 20\text{нс}$ (К531ИР23).

Время предустановки $t_{пр} = 7\text{нс}$.

В итоге получаем следующее время выполнения операции:

$$t_{оп} = t_{рмк} + t_{dc} + t_{шф} + t_{bc} + t_{сфс} + t_{psw} + t_{пр}$$

$$t_{оп} = 11 + 20 + 20 + 115 + 12 + 20 + 7 = 214\text{нс}.$$

При полученной длительности операции можно задать частоту генератора примерной равной 4.67 МГц.

Исходя из полученной длительности машинного такта можно рассчитать время выполнения операций, подсчитав наибольшую длину последовательности микрокоманд, их реализующих и умножить ее на рассчитанную длительность машинного такта.

Прямая регистровая — 1 микрокоманда.

Косвенная автоинкрементная адресация — 6 микрокоманд.

Индексная адресация — 4 микрокоманд.

Косвенная автодекрементная адресация — 6 микрокоманд.

Запись результата — 2 микрокоманды.

Выполнение команды ADD — максимальное число микрокоманд 27, максимально время выполнения — $27 \cdot 214 = 5778$ нс.

Выполнение команды INC — максимальное число микрокоманд 21, максимально время выполнения — $21 \cdot 214 = 4494$ нс.

Выполнение команды BGE — максимальное число микрокоманд 12, максимально время выполнения — $12 \cdot 214 = 2568$ нс.

Выполнение команды MARK — максимальное число микрокоманд 12, максимально время выполнения — $12 \cdot 214 = 2568$ нс.

Выполнение команды CLN — максимальное число микрокоманд 11, максимально время выполнения — $11 \cdot 214 = 2354$ нс.

Выполнение команды WAIT — максимальное число микрокоманд 12, максимально время выполнения — $12 \cdot 214 = 2568$ нс.

Заключение.

В результате выполнения курсового проекта был разработан процессор универсальной ЭВМ с заданной системой команд на схематической базе МПК 1804.

Разработаны структурная схема ЦП, схемы алгоритмов выполнения команд и их ДМЛ, принципиальная схема части блока обработки данных, рассчитано время выполнения операций, проведена отладка микропрограммы с использованием кросс-системы.

		Харитонов Д.А.			ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ	Лист
		Кучин А.В.				33
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Литература.

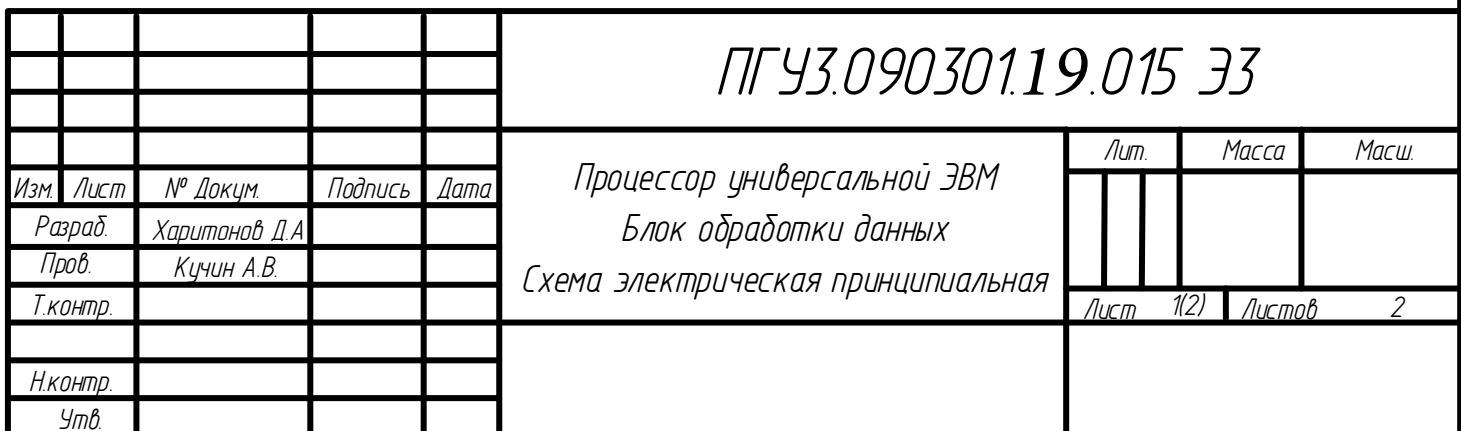
1. Калабеков Б.А. Микропроцессоры и их применение в системах передачи и обработки сигналов — М: Радио и связь, 1985.

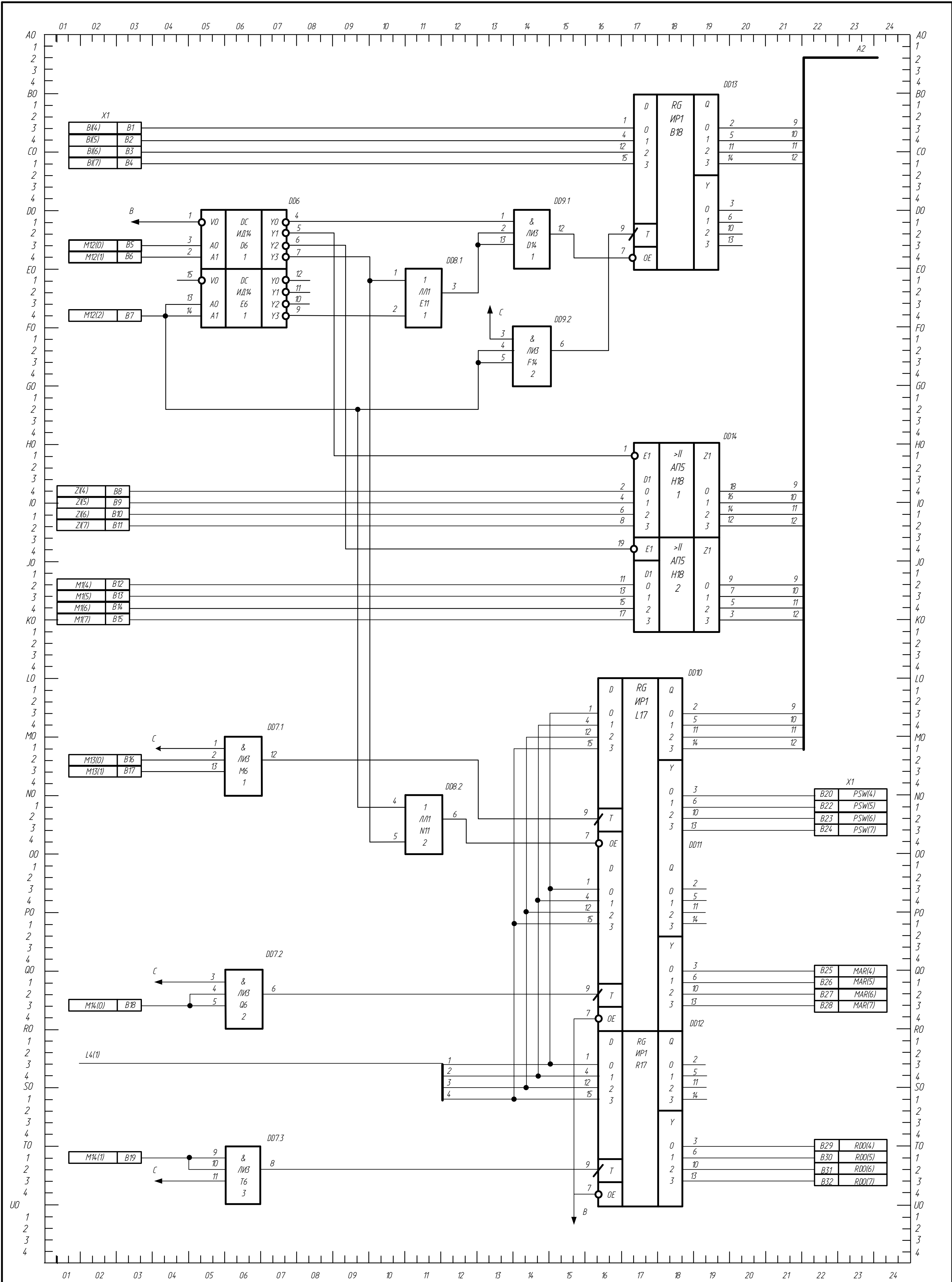
2. Коннов Н.Н, Пучков В.Г., Шашков Б.Д. Изучение архитектуры микроЭВМ. Методические указания — Пенза: ППИ, 1985.

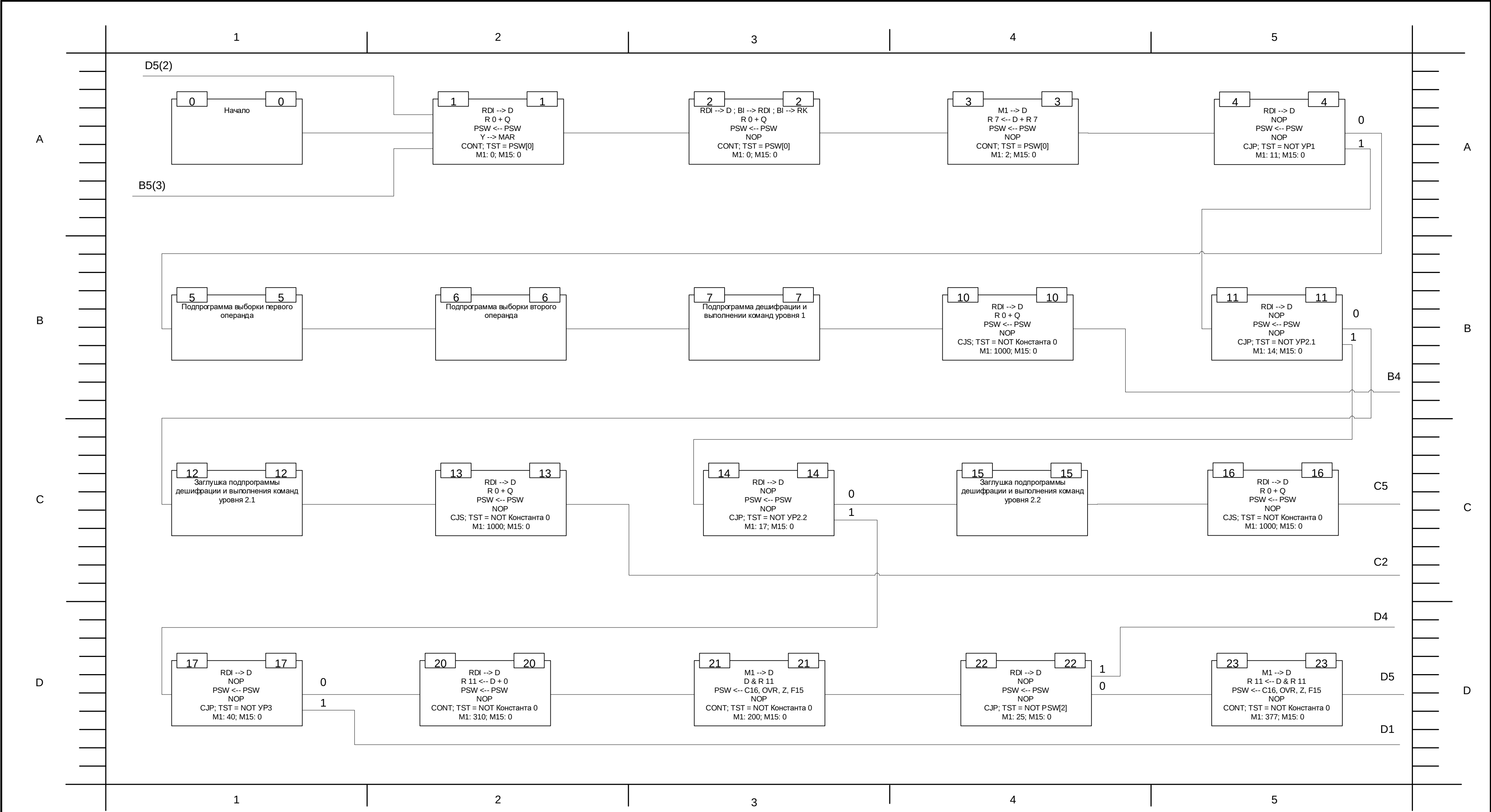
3. Гурин Е.И., Коннов Н.Н., Механов В.Б. Проектирование процессора ЭАМ на секционированных микропроцессорных БИС. Методические указания — Пенза: ППИ, 1993.

4. Булгаков С.С., Мещеряков В.М., Новоселов В.В., Шумилов Л.А. под ред. Колесникова В.Г. Проектирование цифровых систем на комплектах микропрограммируемых БИС — М: Радио и связь, 1984.

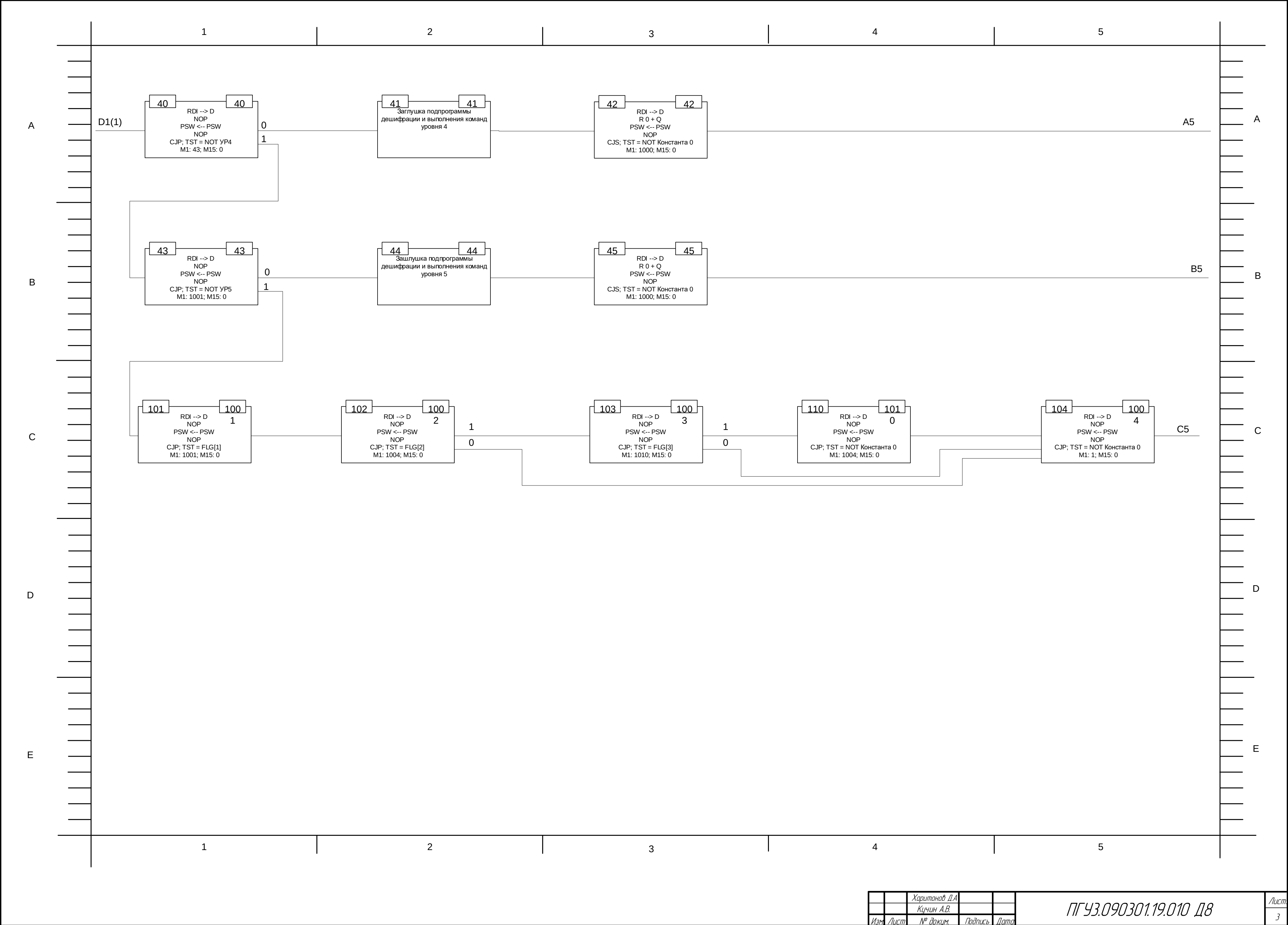
		Харитонов Д.А.			ПГУЗ.090301.19.001 ПЗ	Лист
		Кучин А.В.				
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

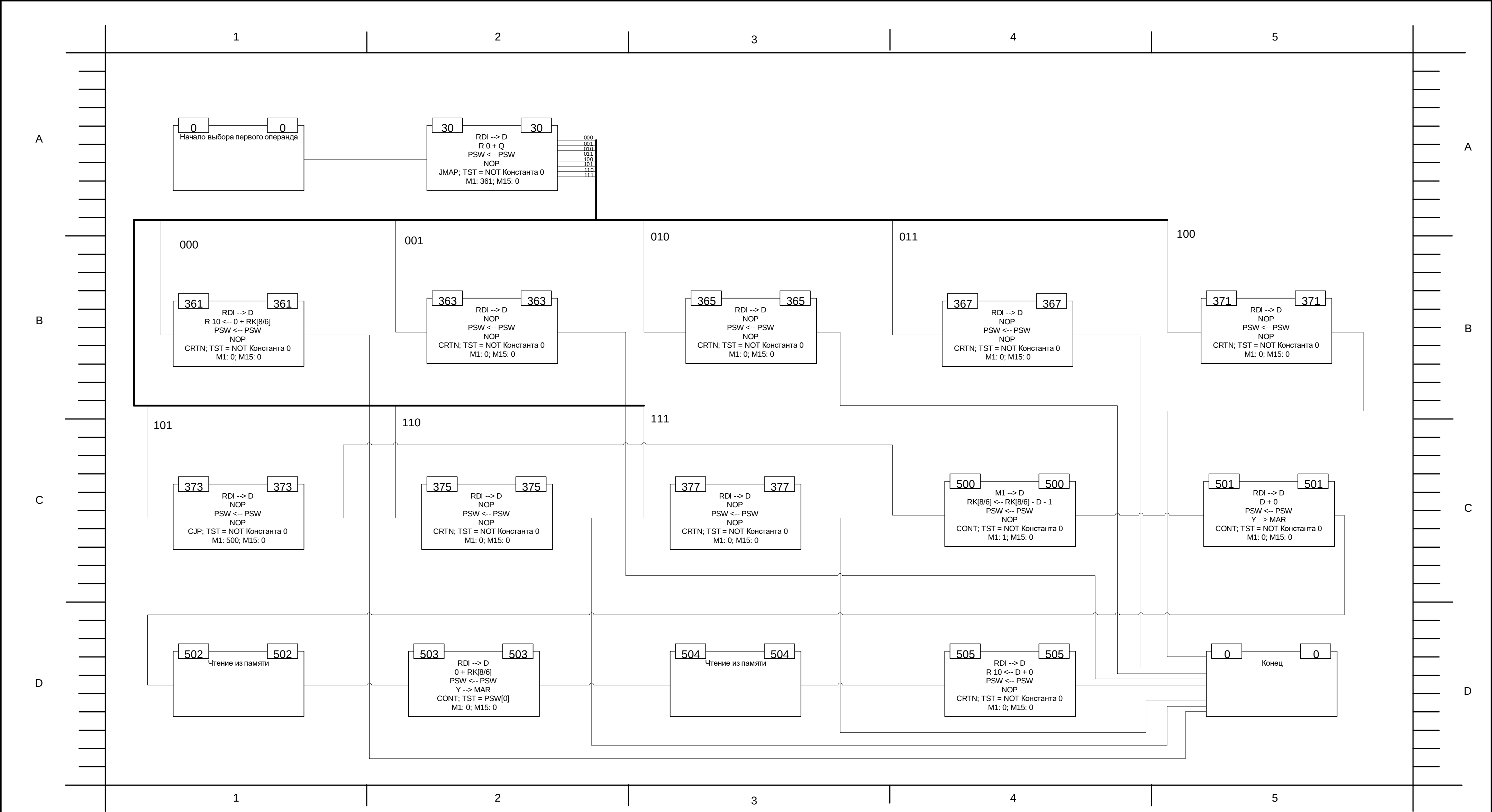




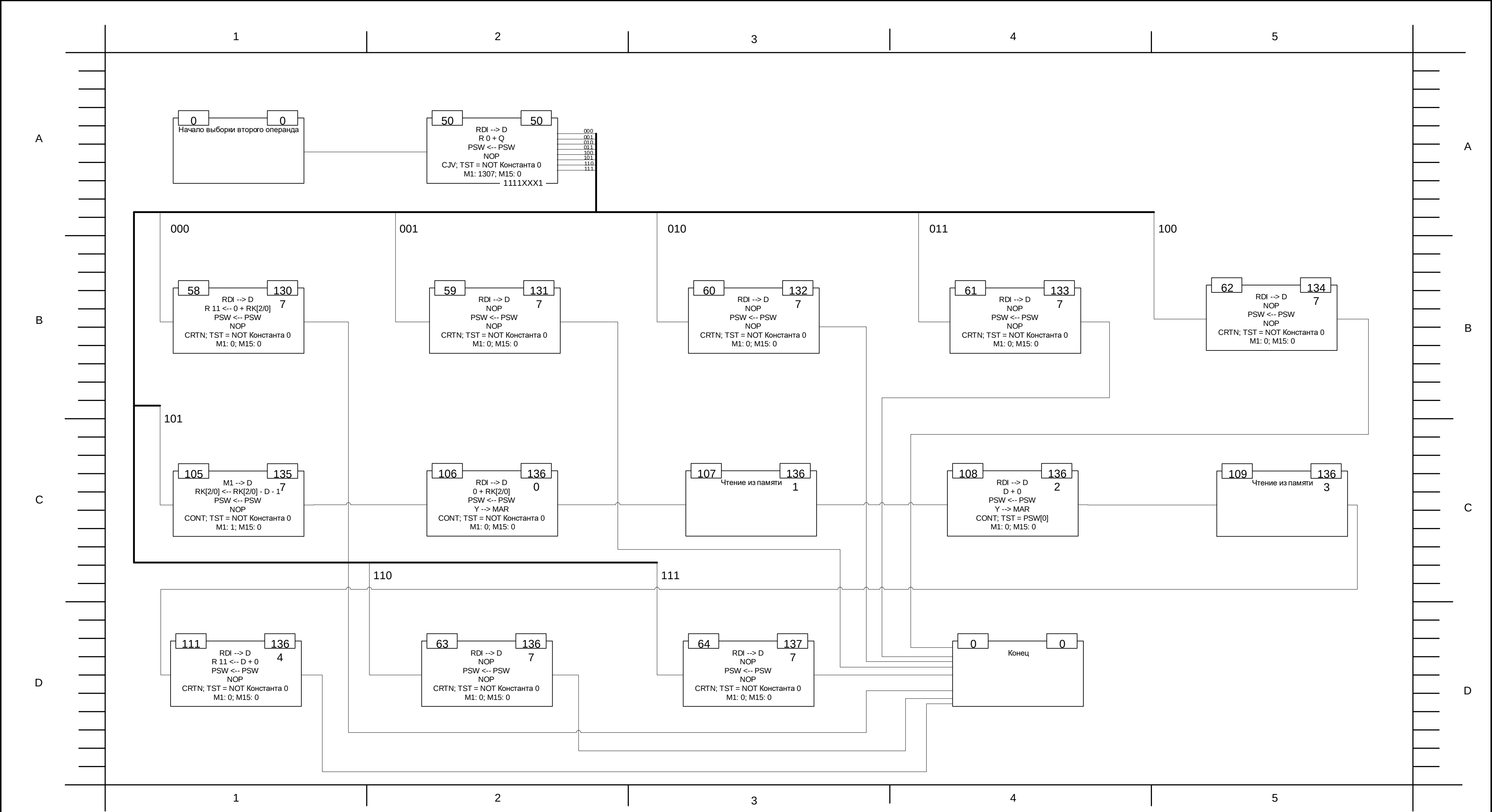


						ПГУ3.090301.19.010 Д8					
						Процессор универсальной ЭВМ Основной алгоритм Диаграмма микропрограммной логики	Лит.		Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Харитонов Д.А.									
Провер.		Кучин А.В.									
Т. Контр.							Лист 1		Листов 3		
Н. Контр.							ФВТ, гр. 17ВВ1				
Утв.											

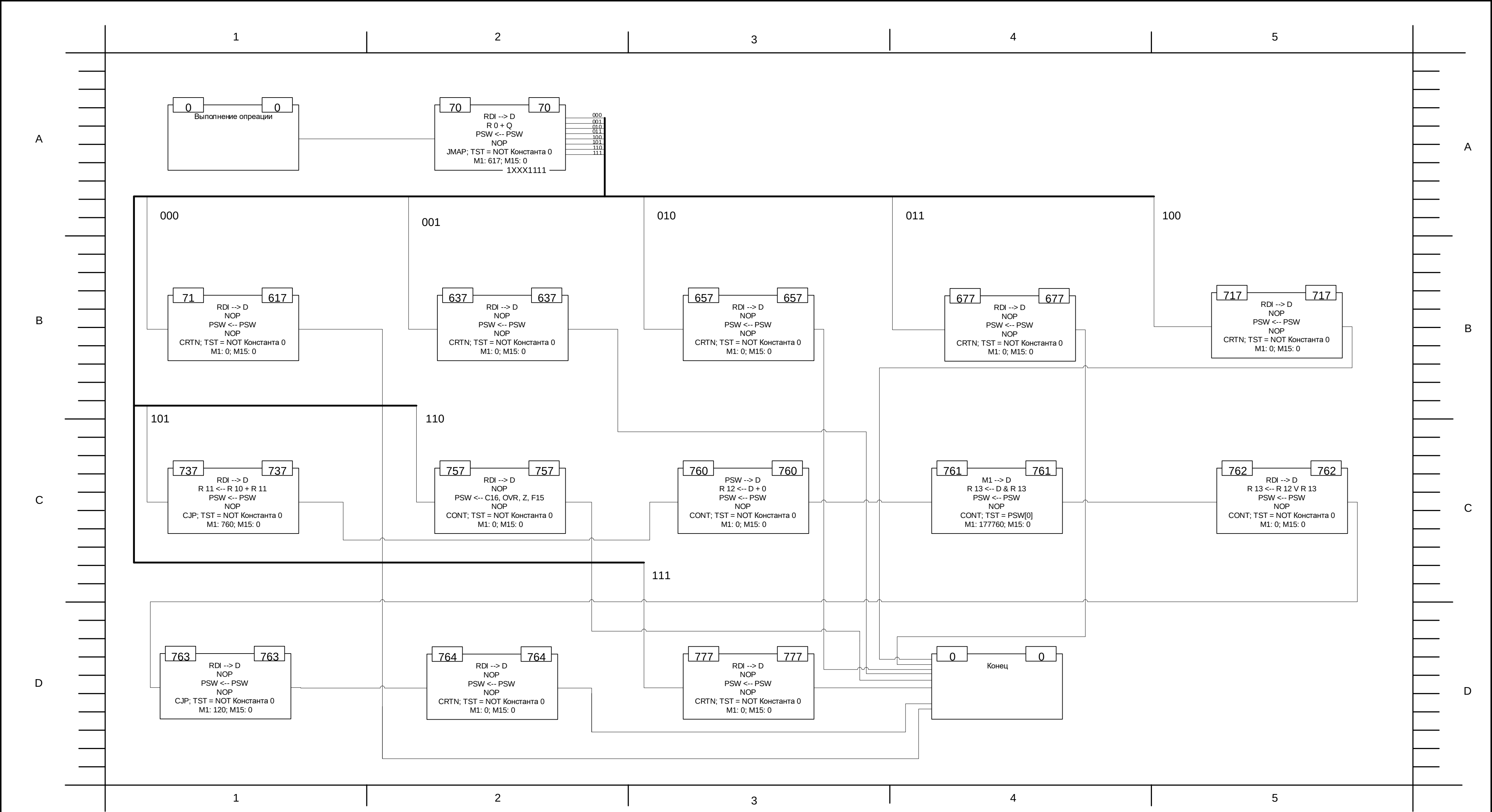


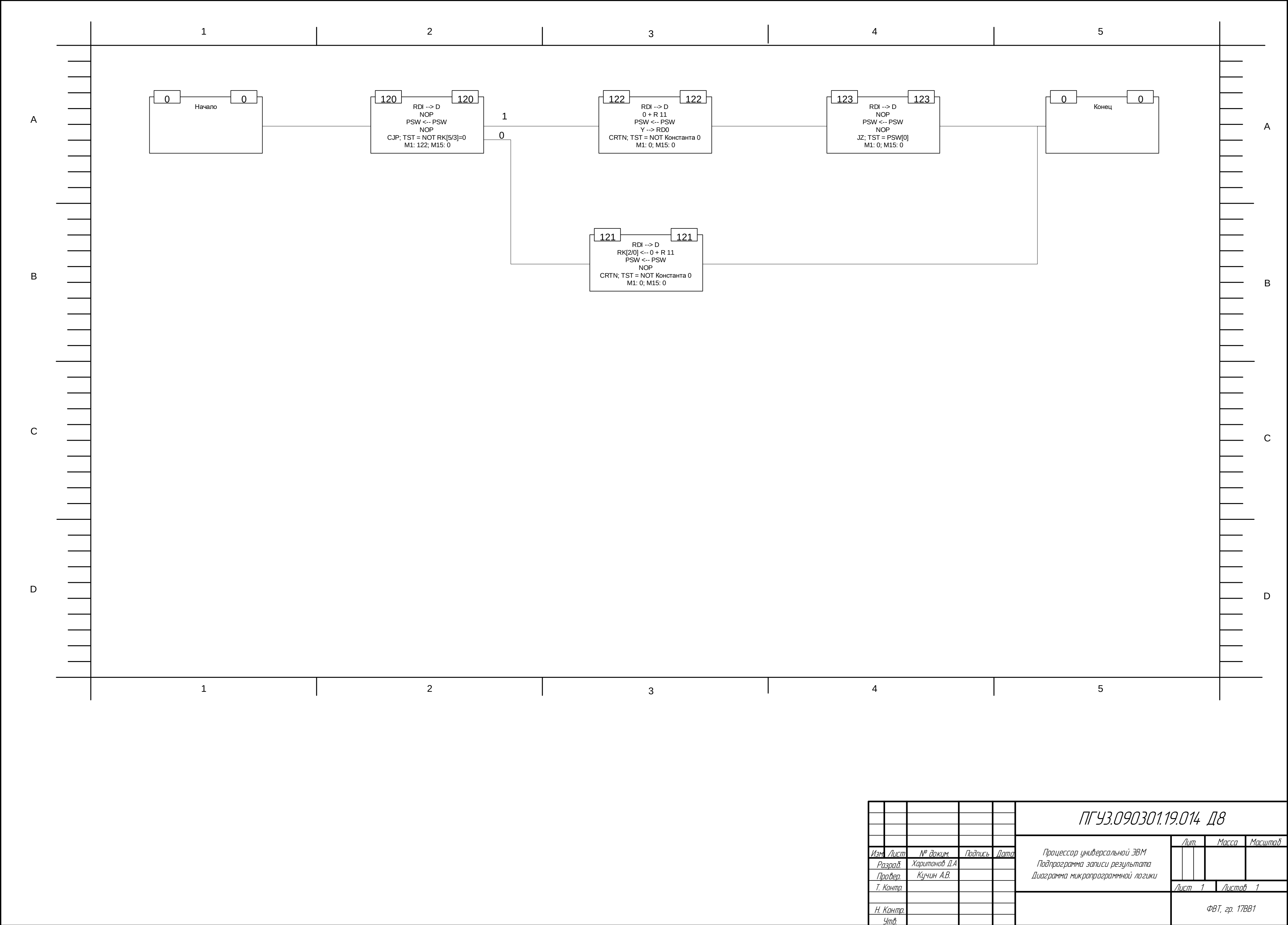


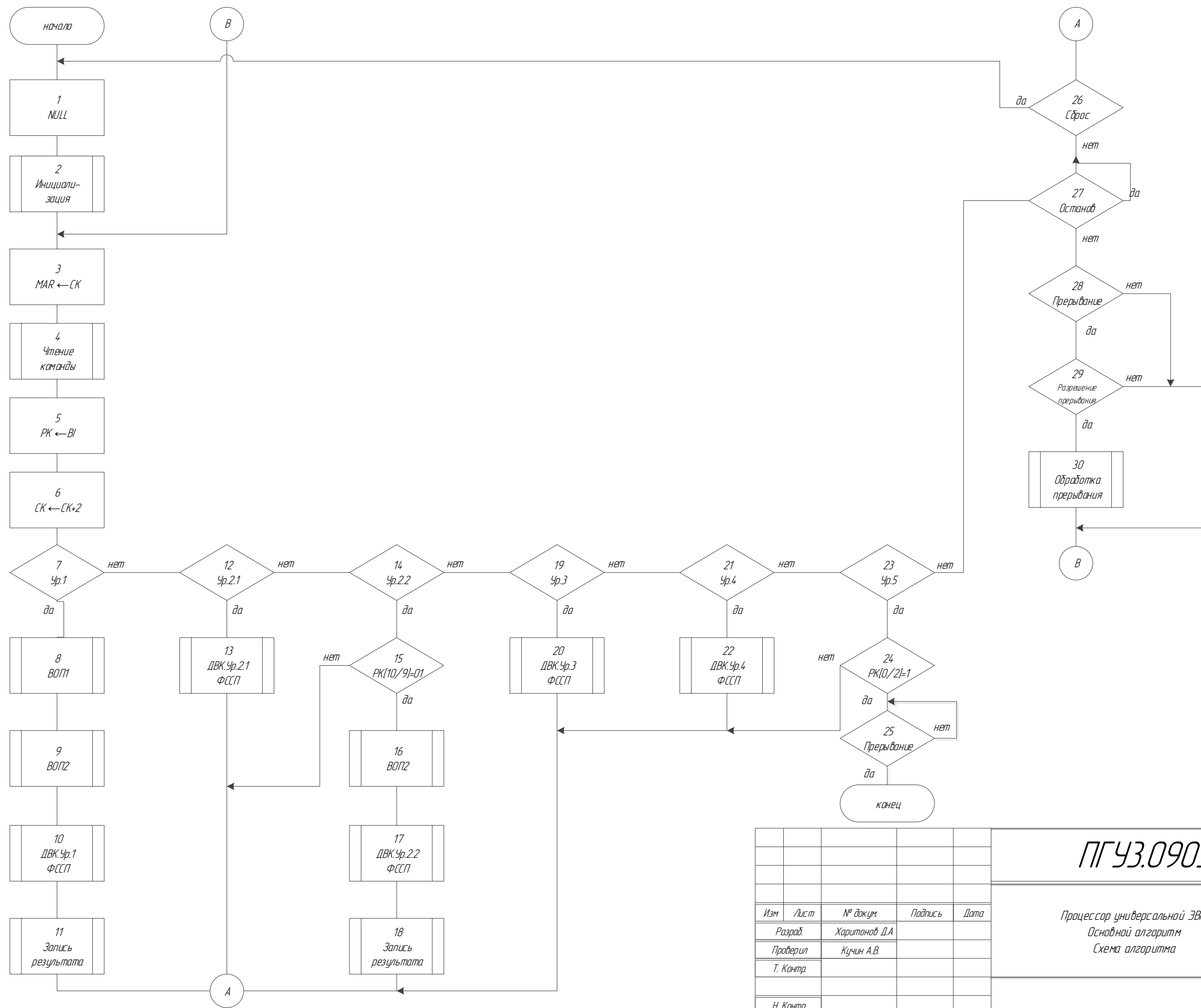
					ПГУЗ.090301.19.011 Д8				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Процессор универсальной ЭВМ Подпрограмма выбора первого операнда Диаграмма микропрограммной логики	Лит.		Масса	Масштаб
Разраб.		Харитонов Д.А.							
Провер.		Кучин А.В.							
Т. Контр.									
Н. Контр.						Лист 1		Листов 1	
Утв.						ФВТ, гр. 17ВВ1			



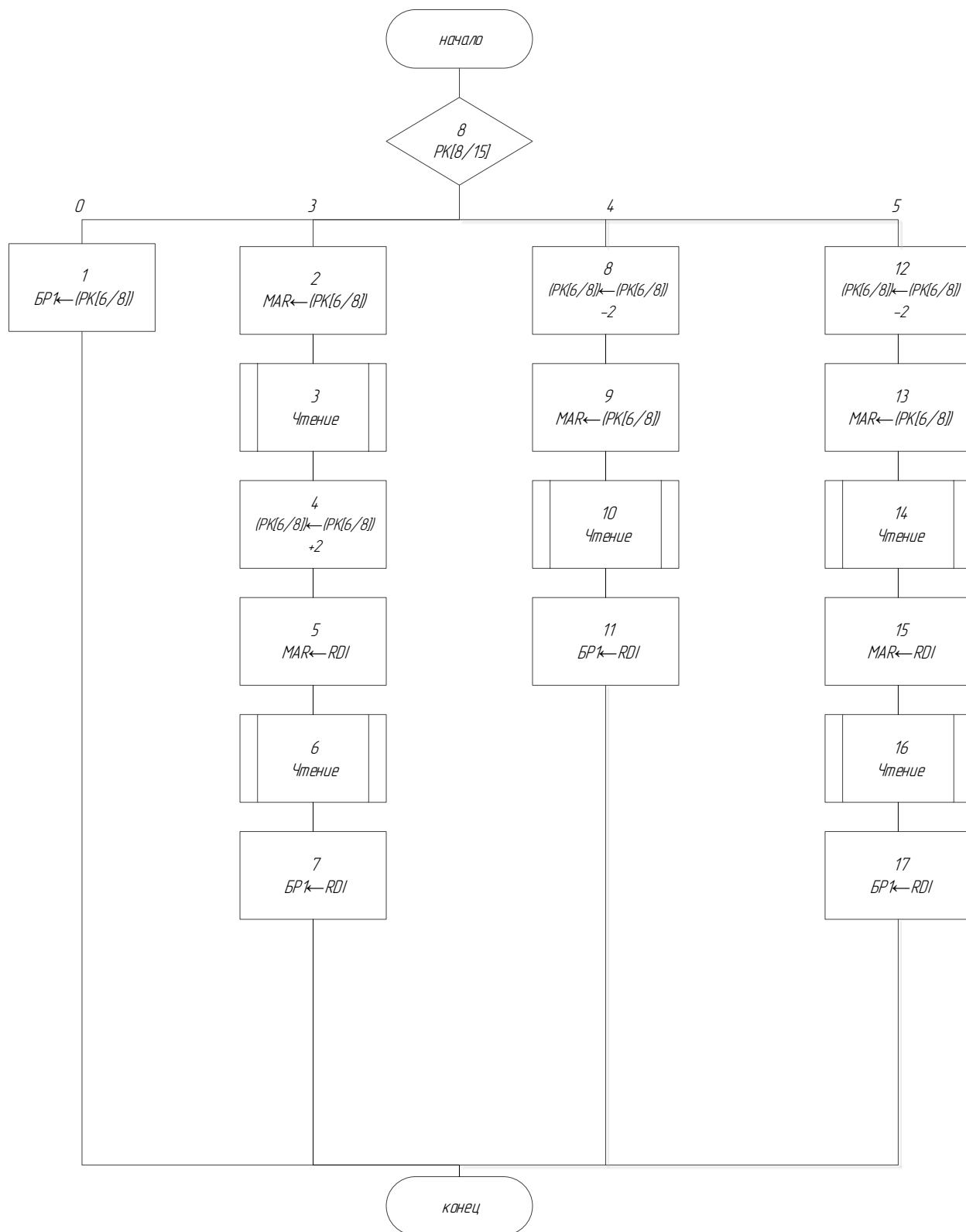
						ПГУЗ.090301.19.012 Д8			
						Процессор универсальной ЭВМ			
						Подпрограмма выбора второго операнда			
						Диаграмма микропрограммной логики			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лит.		Масса	Масштаб
Разраб.		Харитонов Д.А.							
Провер.		Кучин А.В.							
Т. Контр.						Лист 1		Листов 1	
Н. Контр.						ФВТ, гр. 17ВВ1			
Утв.									







					ПГУЗ.090301.19.002 Д8											
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Процессор универсальной ЭВМ Основной алгоритм Схема алгоритма					Лит.		Масса		Масштаб		
Разраб		Харитонов Д.А														
Проверил		Кучин А.В.														
Т. Контр.																
										Лист	111	Листов	1			
										ФВТ, зр.17ВВ1						
Н. Контр.																
Утвердил																



ПГУЗ.090301.19.003 Д8

Процессор универсальной ЭВМ
Подпрограмма выборки первого операнда
Схема алгоритма

Лит.

Масса

Масштаб

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Разраб.		Харитонов Д.А.		
Проверил		Кучин А.В.		
Т. Контр.				
Н. Контр.				
Утвердил				

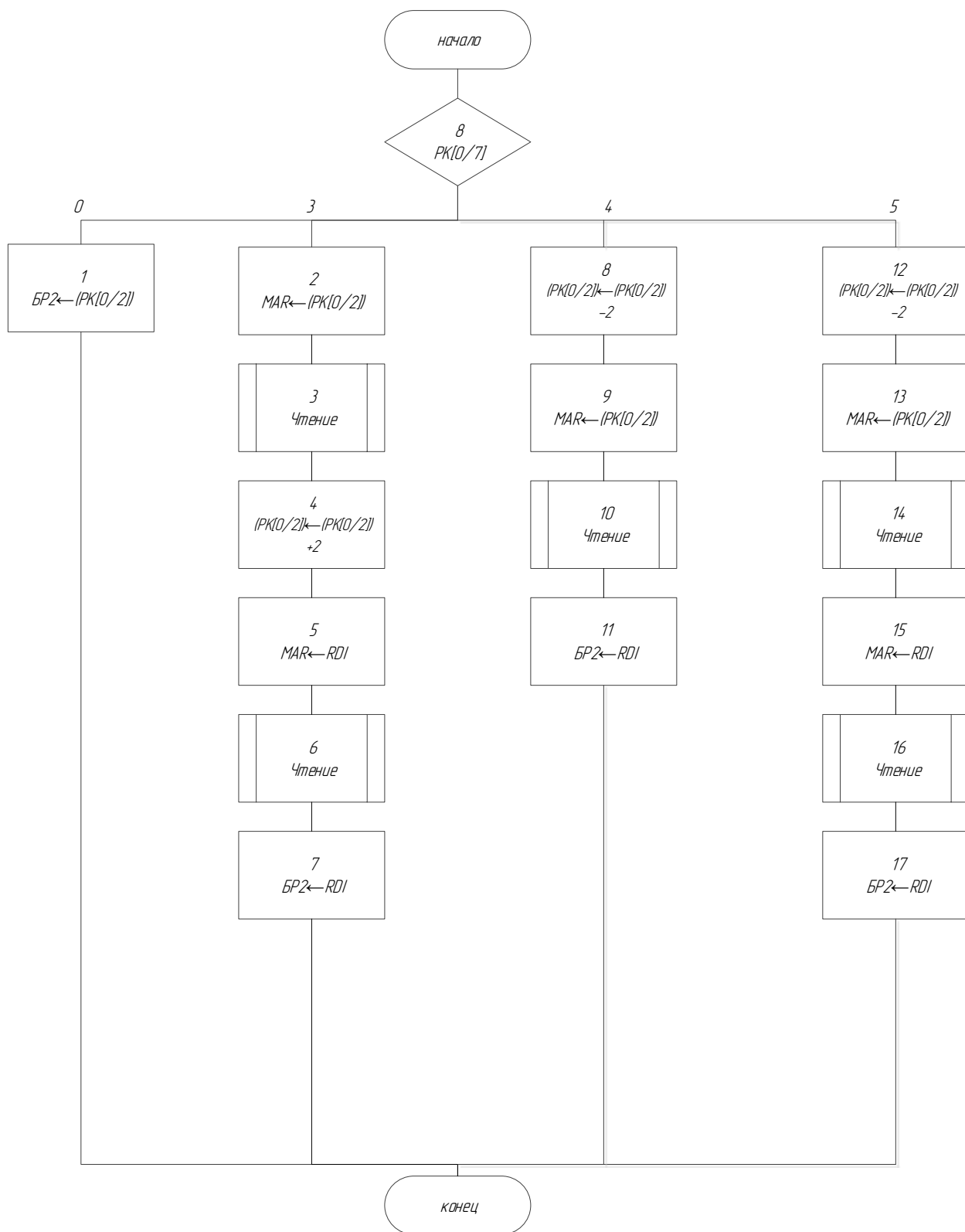
Лист

1(1)

Листов

1

ФВТ, зр.17ВВ1

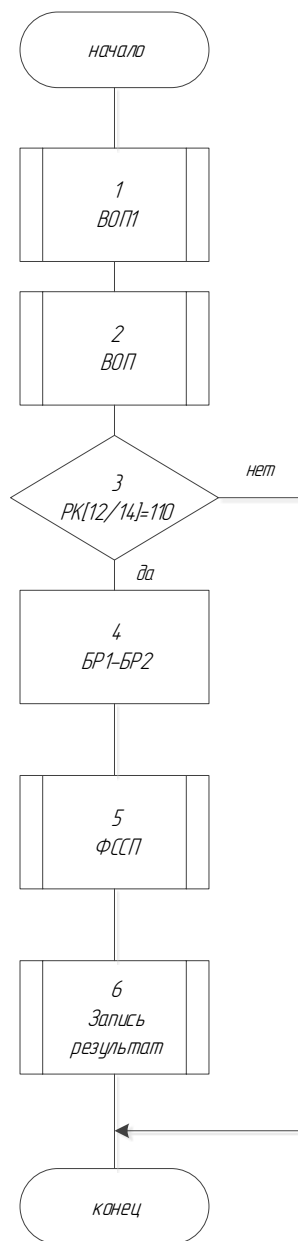


ПГУЗ.090301.19.004 Д8

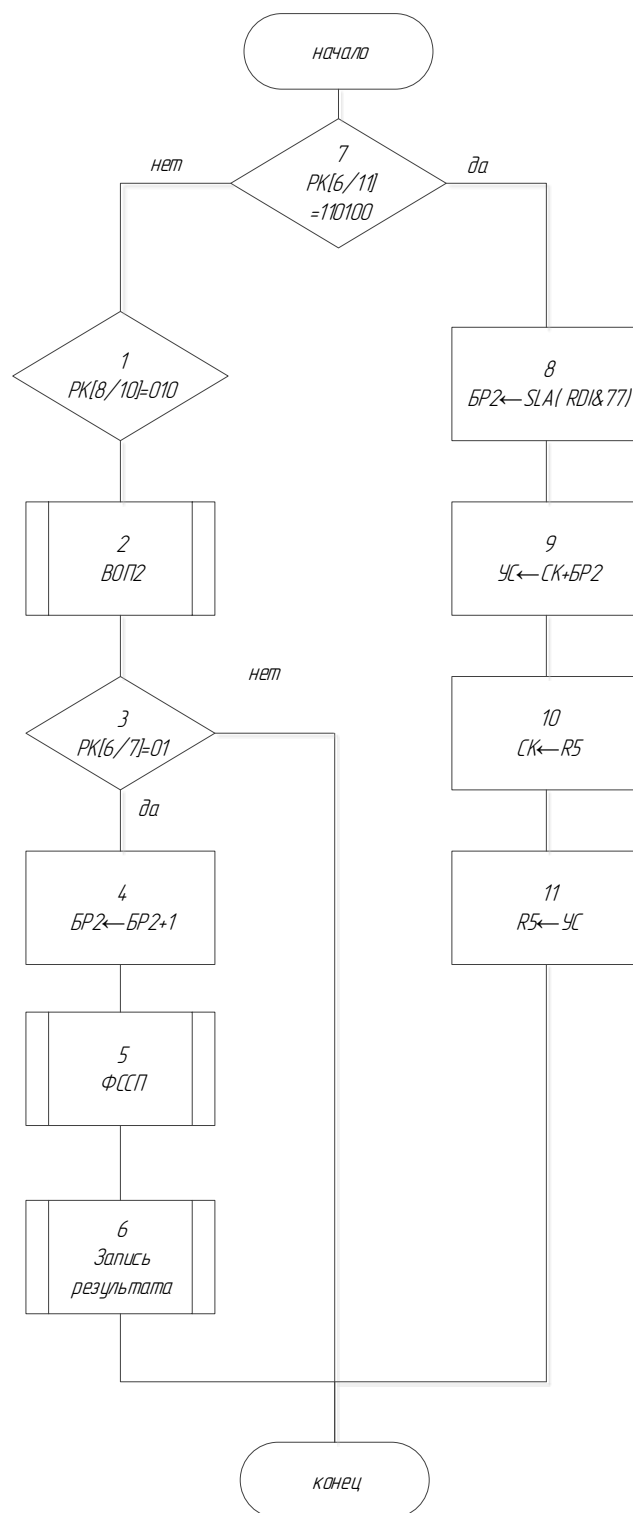
Процессор универсальной ЭВМ
Подпрограмма выборки второго операнда
Схема алгоритма

Лит.		Масса		Масштаб	
Лист	1/1	Листов	1		

ФВТ, зр.17ВВ1



					ПГУЗ.090301.19.005 Д8			
					Процессор универсальной ЭВМ Подпрограмма дешифрации и выполнения команд уровня 1 Схема алгоритма			
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
Разраб.		Харитонов Д.А						
Проверил		Кучин А.В.						
Т. Контр.					Лист	1/1	Листов	1
					ФВТ, зр.17ВВ1			
Н. Контр.								
Утвердил								

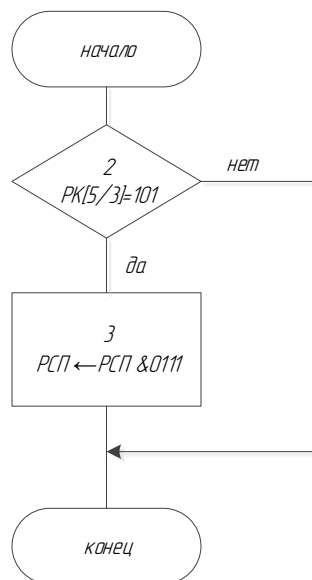


ПГУЗ.090301.19.006 Д8

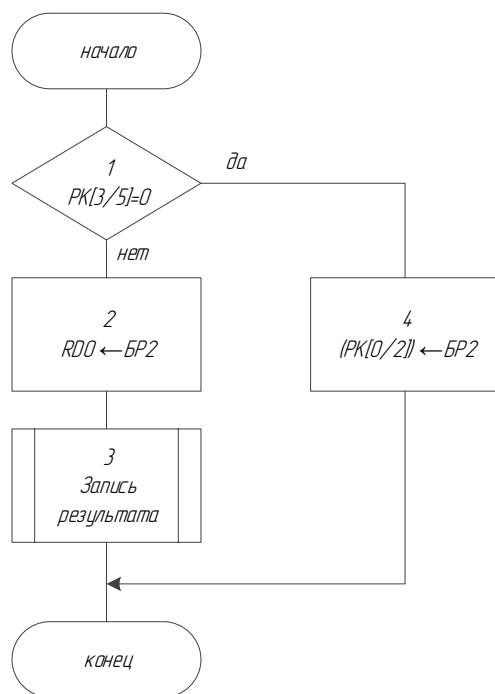
Процессор универсальной ЭВМ
Подпрограмма дешифрации и выполнения
команд уровня 2.2
Схема алгоритма

Лит.			Масса		Масштаб	
Лист	1/1	Листов	1			

ФВТ, зр.17ВВ1



					ПГУЗ.090301.19.008 Д8				
					Процессор универсальной ЭВМ Подпрограмма дешифрации и выполнения команд уровня 4 Схема алгоритма	Лит.		Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
Разраб.		Харитонов Д.А.							
Проверил		Кучин А.В.							
Т. Контр.									
						Лист	1/1	Листов	1
Н. Контр.						ФВТ, зр.17ВВ1			
Утвердил									



ПГУЗ.090301.19.009 Д8

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Харитонов Д.А.		
Проверил		Кучин А.В.		
Т. Кантр.				
Н. Кантр.				
Утвердил				

Процессор универсальной ЭВМ
Подпрограмма записи результата
Схема алгоритма

Лит.			Масса		Масштаб	
Лист	1(1)		Листов	1		

ФВТ, зр.17ВВ1