

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ДОНЕЦКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**И ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО КУРСУ  
«ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»**

ДОНЕЦК ДПИ 1989

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР  
ДОНЕЦКИЙ ОБЛАСТНОЙ ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО КУРСУ  
"ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ"  
(для студентов специальности 22.02  
дневной и вечерней форм обучения)

Утверждено  
на заседании кафедры  
электронных вычислительных  
машин.  
Протокол № 16 от 04.05.89.

Методические указания и задания к курсовому проекту по курсу "Электронные вычислительные машины" (для студентов специальности 22.02 дневной и вечерней форм обучения) /Сост. Ю.В. Губарь. - Донецк: ДИИ, 1989. - 55 с.

Разработаны индивидуальные задания и приведены методические указания для выполнения курсового проекта по курсу "Электронные вычислительные машины".

В составлении методических указаний принимали участие доценты А.Н. Тарасенко и В.А. Дранный.

Составитель Ю.В. Губарь, доц.

Отв. за выпуск Е.А. Башков, доц.



## I. ФОРМА ЗАДАНИЯ

Целью курсового проектирования по курсу "Электронные вычислительные машины" является углубление и обобщение знаний в области проектирования средств вычислительной техники, применение знаний, полученных студентом за время обучения, к системному решению задачи проектирования микропроцессорных устройств. Курсовое проектирование также направлено на приобретение навыков выполнения научно-исследовательской работы и работы с научной и справочной литературой по специальности.

В задании на курсовое проектирование предусмотрено разработать аппаратную часть и математическое обеспечение специализированного микропроцессорного вычислительного устройства для реализации заданной функции. В качестве элементной базы предложено использовать микропроцессорные комплекты серий К1804 и К589, которые находят широкое применение в вычислительной технике.

Курсовой проект выполняется по завершении изучения основных теоретических разделов курса "Электронные вычислительные машины". Рассчитан на 50 часов самостоятельной работы студентов.

Курсовой проект выполняется по индивидуальным заданиям, приведенным в табл. I и 2. В этих таблицах указаны: реализуемая функция, серий процессорного элемента, тип управляющего автомата и алгоритм выполнения операции умножения. Вариант выполняемого задания указывается преподавателем согласно списку студентов группы.

Техническое задание на курсовое проектирование (см. прил. I) оформляется на первом занятии, подписывается студентом и руководителем проекта, а также утверждается заведующим кафедрой ЭВМ.

В курсовом проекте подлежат разработке: алгоритмы вычислений для заданной функции, микропрограммы расчетов по формулам и подпрограммы арифметических операций, принципиальная электрическая схема операционного устройства и функциональная схема управляющего автомата. Кроме этого, должны быть выполнены расчет разрядной сетки спецвычислителя и дана оценка его основных технических характеристик. Расчет разрядной сетки производится с использованием универсальной ЭВМ.

Длина разрядной сетки спецвычислителя, количество членов ряда или итераций вычислительной формулы определяются исходя из заданной погрешности вычислений (не хуже  $10^{-3}$ ).

Арифметические операции выполняются над числами, представленными в параллельном двоичном коде с фиксированной запятой.

## Варианты заданий

		Тип процессорного элемента							
		К589 ИКО2		К1804 ВС1		К1804 ВС2			
ДЕЛАЮЩИЕ	Ф <sub>24</sub>	1	25	49	73	97	121	А	УМНОЖИТЕЛЬ
	Ф <sub>23</sub>	2	26	50	74	98	122	Б	
	Ф <sub>22</sub>	3	27	51	75	99	123	В	
	Ф <sub>21</sub>	4	28	52	76	100	124	Г	
	Ф <sub>20</sub>	5	29	53	77	101	125	А	
	Ф <sub>19</sub>	6	30	54	78	102	126	Б	
	Ф <sub>18</sub>	7	31	55	79	103	127	В	
	Ф <sub>17</sub>	8	32	56	80	104	128	Г	
	Ф <sub>16</sub>	9	33	57	81	105	129	А	
	Ф <sub>15</sub>	10	34	58	82	106	130	Б	
	Ф <sub>14</sub>	11	35	59	83	107	131	В	
	Ф <sub>13</sub>	12	36	60	84	108	132	Г	
	Ф <sub>12</sub>	13	37	61	85	109	133	А	
	Ф <sub>11</sub>	14	38	62	86	110	134	Б	
	Ф <sub>10</sub>	15	39	63	87	111	135	В	
	Ф <sub>9</sub>	16	40	64	88	112	136	Г	
	Ф <sub>8</sub>	17	41	65	89	113	137	А	
	Ф <sub>7</sub>	18	42	66	90	114	138	Б	
	Ф <sub>6</sub>	19	43	67	91	115	139	В	
	Ф <sub>5</sub>	20	44	68	92	116	140	Г	
	Ф <sub>4</sub>	21	45	69	93	117	141	А	
	Ф <sub>3</sub>	22	46	70	94	118	142	Б	
	Ф <sub>2</sub>	23	47	71	95	119	143	В	
	Ф <sub>1</sub>	24	48	72	96	120	144	Г	
		К589 ИКО1	Мили	К1804 ВУ1	Мура	К1804 ВУ4	Мили		
Тип управляющего автомата									



## Расчетные формулы

Функциональн. зависимость	Расчетная формула	Область задания аргумента
$\Phi_1 = e^x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$	$ x  \leq 1$
$\Phi_2 = \ln(1+x)$	$\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \frac{x^k}{k}$	$ x  < 0,9$
$\Phi_3 = \ln x$	$\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \frac{(x-1)^k}{k}$	$0 < x < 2$
$\Phi_4 = \ln \frac{1+x}{1-x}$	$2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2k-1} x^{2k-1}$	$ x  < 1$
$\Phi_5 = \ln \frac{x+1}{x-1}$	$2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{(2k-1) \cdot x^{2k-1}}$	$ x  > 1$
$\Phi_6 = \ln \frac{x}{1-x}$	$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k \cdot x^k}$	$ x  > 1$
$\Phi_7 = \sin x$	$\sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$	$ x  \leq \frac{\pi}{2}$
$\Phi_8 = \cos x$	$\sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k}}{(2k)!}$	$ x  \leq \frac{\pi}{2}$
$\Phi_9 = \sin x$	$x \cdot \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 - \frac{x^2}{k^2 \pi^2}\right)$	$ x  \leq \frac{\pi}{2}$
$\Phi_{10} = \cos x$	$\prod_{k=0}^{\infty} \left(1 - \frac{4x^2}{(2k+1)^2 \pi^2}\right)$	$ x  \leq \frac{\pi}{2}$
$\Phi_{11} = \arcsin x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(2k)!}{2^{2k} (k!)^2 (2k+1)} x^{2k+1}$	$ x  < 1$
$\Phi_{12} = \operatorname{arctg} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot x^{2k+1}}{2k+1}$	$ x  < 1$

## Расчетные формулы

Функционал. зависимость	Расчетная формула	Область задания аргумента
$\Phi_{13} = \operatorname{arctg} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot x^{2k+1}}{2k+1}$	$ x  < 1$
$\Phi_{14} = (\operatorname{arcsin} x)^2$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{2^{2k} (k!)^2 \cdot x^{2k+2}}{(2k+1)! (k+1)}$	$ x  < 0,9$
$\Phi_{15} = \operatorname{sh} x$	$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^{2k-1}}{(2k-1)!}$	$ x  \leq 1$
$\Phi_{16} = \operatorname{ch} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{2k}}{(2k)!}$	$ x  \leq 1$
$\Phi_{17} = \operatorname{sh} x$	$x \cdot \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 + \frac{x^2}{k^2 \pi^2}\right)$	$ x  \leq 1$
$\Phi_{18} = \operatorname{ch} x$	$\prod_{k=0}^{\infty} \left(1 + \frac{4x^2}{(2k+1)^2 \pi^2}\right)$	$ x  \leq 1$
$\Phi_{19} = \operatorname{arsh} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \cdot \frac{(2k)! \cdot x^{2k+1}}{2^{2k} (k!)^2 (2k+1)}$	$ x  < 1$
$\Phi_{20} = \operatorname{arth} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{2k+1}}{2k+1}$	$ x  < 1$
$\Phi_{21} = \operatorname{arch} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot (2k)!}{2^{2k} (k!)^2 (2k+1)} x^{-(2k+1)}$	$ x  > 1$
$\Phi_{22} = \operatorname{arth} x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{-(2k+1)}}{2k+1}$	$ x  > 1$
$\Phi_{23} = \frac{1}{a+x}$	$\frac{1}{a} \sum_{k=0}^{\infty} \left(-\frac{x}{a}\right)^k$	$ x  <  a $
$\Phi_{24} = a^x$	$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(x \ln a)^k}{k!}$	$0 \leq x \leq 1$



## II. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Курсовой проект содержит пояснительную записку и графический материал.

Пояснительная записка должна содержать 30-40 страниц рукописного текста и включать следующие обязательные элементы [ 1 ]:

- титульный лист;
- техническое задание;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основную часть, содержащую:
  - анализ реализуемой функции и примеры вычислений;
  - разработку алгоритмов вычислений;
  - расчет разрядной сетки спецвычислителя;
  - разработку микропрограммы вычисления заданной функции и микропрограмм арифметических операций;
  - разработку операционного устройства;
  - разработку управляющего автомата;
  - оценку основных технических характеристик спецвычислителя;
  - заключение;
  - список использованных источников;
  - приложения (распечатки программ расчета разрядной сетки спецвычислителя, распечатки программ моделирования алгоритмов).

Графическая часть курсового проекта включает 3-4 чертежа формата А1. В графической части приводятся схемы:

- электрическая функциональная операционного устройства;
- электрическая функциональная управляющего автомата;
- электрическая принципиальная операционного устройства;
- алгоритмов вычислений для заданной функции и арифметических операций.

Все чертежи и пояснительная записка считаются конструкторской документацией, должны иметь обозначения и оформляются в соответствии с действующими стандартами ЕСКД и ЕСД [ 2 ] .

## III. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Процесс выполнения курсового проекта разбивается на ряд последовательных этапов в соответствии с графиком выполнения, рассчитанным



на II неделю:

- 1 неделя - углубление задачи, анализ технического задания и разработка вычислительных алгоритмов;
- 2 неделя - расчет разрядной сетки и разработка структурной схемы спецвычислителя;
- 3 неделя - предварительная разработка подпрограммы умножения двоичных чисел;
- 4 неделя - предварительная разработка программы вычисления заданной функции;
- 5 неделя - разработка электрической функциональной схемы операционного устройства и управляющего автомата;
- 6 неделя - разработка уточненных микропрограмм на мнемокоде и в двоичном коде;
- 7 неделя - разработка принципиальных схем;
- 8 неделя - расчет основных технических параметров спроектированного спецвычислителя;
- 9 неделя - оформление графического материала;
- 10 неделя - оформление пояснительной записки;
- II неделя - защита курсового проекта.

#### IV. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОЕКТА

Процесс выполнения курсового проекта разбивается на ряд последовательных этапов в соответствии с графиком выполнения проекта.

На первом этапе должно быть составлено техническое задание на курсовое проектирование (см. прил. I) и разработана схема алгоритма вычислений.

Заданную функциональную зависимость целесообразно представить в виде суммы (произведения) членов ряда. Расчет членов ряда и коэффициентов выполняют с использованием ЭВМ.

При разработке алгоритмов вычислений заданной функции необходимо выполнить оптимизацию по количеству выполняемых операций, особенно "длинных", таких как умножение и деление.

Вычислительный процесс для заданных функциональных зависимостей удобно представить в виде нескольких итераций [3, 4]. В каждой итерации производится вычисление текущего значения и оценка достигнутой точности вычисления. Если требуемая точность не достигнута, осуществляется переход к следующей итерации. Вычисление текущего значения целесообразно оформить в виде отдельной процедуры, к которой обеспечивается обращение из основного вычислительного процесса.

На втором этапе при расчете разрядной сетки спецвычислителя не-

обходимо учитывать погрешности представления исходных данных и погрешности, возникающие в вычислительных операциях [5]. Расчет погрешностей для выбранной разрядной сетки целесообразно выполнить с использованием ЭВМ.

Исходя из выбранной разрядной сетки, необходимо обосновать количество используемых микропроцессорных секций заданной серии. В процессе разработки функциональной схемы специализированного вычислителя должны быть рассмотрены вопросы подключения схем ускоренного переноса, выполнен расчет объема оперативной памяти и выбор структуры микрокоманды, обосновано использование ПЗУ и конвейерных регистров. Указанные разработки выполняются с учетом архитектурных особенностей заданных микропроцессорных комплектов БИС [6 - 12].

На третьем этапе необходимо выполнить примеры умножения двоичных чисел по заданному алгоритму, разработать схему алгоритма и составить предварительную подпрограмму умножения с использованием мнемочкодов микрокоманд.

На четвертом этапе выполняется предварительная разработка микропрограммы вычисления заданной функции аналогично третьему этапу.

Пятый этап посвящен разработке электрической функциональной схемы операционного устройства и управляющего автомата. Синтез микропрограммных автоматов с жесткой логикой (автоматы Мили и Мура) производится каноническим методом структурного синтеза с использованием структурных таблиц автомата [13].

При разработке управляющих автоматов с программируемой логикой должны быть рассмотрены вопросы кодирования полей микрокоманд, адресация микрокоманд, выполнен синтез схемы формирования адреса следующей микрокоманды, произведена оценка объема и выполнен выбор элементной базы для построения микропрограммного ПЗУ [14].

В процессе работы на шестом этапе при разработке уточненного программного обеспечения должны быть учтены адреса условных и безусловных переходов. Программы должны быть представлены в виде мнемочкодов и двоичных (шестнадцатиричных) кодов микрокоманд. Распределение ячеек микропрограммного ПЗУ производится в процессе написания микропрограмм с использованием карт распределения памяти и таблиц переходов между микрокомандами.

Седьмому этапу соответствует разработка принципиальных электрических схем спроектированного специализированного вычислителя, которые строятся на основе разработанных функциональных схем.

На восьмом этапе курсового проектирования необходимо выполнить расчет быстродействия и дать оценку по расходу оборудования на изготовление спроектированного специализированного вычислителя.



Оформление пояснительной записки и графической части курсового проекта (девятый и десятый этапы) должны соответствовать действующим стандартам ЕСКД и ЕСПД, а также требованиям по оформлению курсовых и дипломных проектов [2].

#### У. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполненные курсовые проекты защищаются перед комиссией кафедры. Защита проекта начинается с доклада (5 - 7 мин.). В докладе необходимо кратко изложить задание, указать рассмотренные варианты структурных и функциональных схем. С использованием оптимальной функциональной схемы пояснить алгоритмы работы спецвычислителя.

После доклада студент отвечает на вопросы членов комиссии. В случае обнаружения принципиальных ошибок проект возвращается на доработку и назначается повторная защита либо выставляется неудовлетворительная оценка и выдается новое задание на курсовое проектирование.

#### У1. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания и задания к курсовому проекту по курсу "Электронные вычислительные машины" / Сост. А.Н.Тарасенко, В.А.Дранный. - Донецк: ДПИ, 1984. - 52 с.

2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов (работ) / Под ред. В.А. Саломатина. - Донецк: ДПИ, 1982. - 56 с.

3. Попов Б.А., Теслер Г.С. Вычисление функций на ЭВМ. - Киев: Науки. думка, 1984. - 600 с.

4. Люстерник Л.А., Черволенкис С.А., Ямпольский А.Р. Математический анализ: Вычисление элементарных функций. - М.: Госуд. изд-во физ.-мат. лит., 1963. - 248 с.

5. Журавлев Ю.П. Системное проектирование управляющих ЦЕМ. -М.: Сов. радио, 1974. - 368 с.

6. Справочник по устройствам цифровой обработки информации / Под ред. В.Н.Яковлева. - Киев: Техніка, 1988. - 415 с.

7. Хвоц С.Г., Варлиньский Н.Н., Попов В.А. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления. - Л.: Машиностроение, 1988. - 640 с.

8. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы / Под ред. С.В.Якубовского. - М.: Радио и связь, 1984. - 432 с.

9. Проектирование цифровых систем на комплексах микропрограммируемых ВИС /С.В.Булганов, В.М.Мешеряков, В.В.Новоселов, Л.А.Шуми-

лов. - М.: Радио и связь, 1984. - 240 с.

10. Мик Дж., Брик Дж. Проектирование микропроцессорных устройств с разрядно-модульной организацией: В 2 т. - М.: Мир, 1983. - Т.1. - 253 с.

11. Верезенко А.И., Корягин Л.Н., Назарьян А.Р. Микропроцессорные комплекты повышенного быстродействия. - М.: Радио и связь, 1981. - 168 с.

12. Башков Е.А., Губарь Ю.В. Микропроцессорные системы повышенного быстродействия с микропрограммным управлением. - Донецк: ДПИ, 1983. - 112 с.

13. Майоров С.А., Новиков Г.И. Структура электронных вычислительных машин. - Л.: Машиностроение, 1979. - 384 с.

14. Полупроводниковые запоминающие устройства и их применение / Под ред. А.Ю. Гордонова. - М.: Радио и связь, 1981. - 344 с.

15. Методические указания и задания к самостоятельной работе по курсу "Теория проектирования ЭВМ и систем" / Сост. Ю.В.Губарь. - Донецк: ДПИ, 1988. - 44 с.

16. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: Справ.: В 2 т. / Под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1988. - Т. 2. - 368 с.

17. Справочник по микроэлектронной импульсной технике / Под ред. В.Н. Яковлева. - Киев: Техніка, 1983. - 359 с.