

## Лабораторная работа

### Изучение принципов выбора микропроцессоров

#### 1. Цель и задачи лабораторной работы

**Цель:** изучить принципы выбора микропроцессоров (МП) по различным критериям.

**Задачи:** изучить принципы работы в среде MathCAD; выполнить выбор микропроцессора по заданным параметрам для заданной области применения.

#### 2. Краткие теоретические сведения

Первостепенную роль в выборе эффективного варианта МП играют научно обоснованные методы оценки технического уровня и качества. Такая оценка необходима начиная с ранних стадий проектирования вплоть до принятия решения о постановке на производство.

Под оценкой технического уровня МП понимают получение количественных характеристик, дающих представление о том, насколько хорошо ее аппаратные и программные средства выполняют заданные технические функции.

##### 2.1 Факторы, учитываемые при выборе микропроцессоров

При сопоставлении реализации ЭВМ на тех или иных МП действующими факторами являются:

- разряд управляющего слова;
- время выполнения отдельных операций;
- время выполнения алгоритма;
- число управляющих слов;
- объем памяти;
- число больших интегральных схем (БИС), входящих в МКП;
- площадь печатной платы МКП;
- число БИС программируемых постоянных запоминающих устройств (ППЗУ);
- площадь печатной платы ППЗУ;
- потребляемая мощность;
- стоимость аппаратных затрат;
- стоимость потребляемой энергии;
- стоимость памяти.

##### 2.2 Выбор МП по критерию производительности

Производительность МП зависит от множества факторов: универсальности, простоты использования, мощности программного обеспечения и др. Существует много различных методов оценки и сравнения производительности. Одним из них является метод оценки по показателю PDR (processing date rate - скорость обработки данных). Показатель (количество бит на секунду) определяется как произведение среднего количества пересылаемых бит, приходящихся на одну команду  $n$ , и скорости обработки  $v$ :  $PDR = nv$ .

Другой метод - метод смесей команд или алгоритмических действий наиболее полно оценивает производительность (количество команд на секунду) МП:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{i=1}^n a_i \times t_i} \quad (4.1)$$

где  $a_i$  - вес алгоритмического действия  $i$ -го типа;  $t$  - среднее время выполнения алгоритмического действия  $i$ -го типа.

Существует метод оценки производительности использующий отношение производительность/стоимость.

Производительность может быть вычислена с помощью применения коротких тестовых программ, показывающих, насколько хорошо различные МП выполняют некоторые простейшие задачи.

Для сравнительной оценки и выбора МП могут быть использованы базовые программы (эталонное программирование). Эталон программирования - это программа, записанная с целью сравнения двух МП. Он имеет особое значение, так как пользователь, как правило, ориентируется на достаточно узкое конкретное применение приобретаемого МП и ему важна эффективность конкретной вычислительной системы.

### 2.3 Выбор МП по критерию технического уровня

Основную роль в выборе оптимального варианта МП играют научно обоснованные методы оценки технического уровня, качества и эффективности его применения. Проводить такую оценку необходимо, начиная с ранних стадий проектирования вплоть до принятия решения о постановке на производство.

Технический уровень изделия есть относительная характеристика качества изделия, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемого изделия с соответствующими базовыми значениями.

Параметры качества определяются следующим образом

$$Q_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((1 - P_{i,j}) \times (1 - b_i))^2}, \quad \sum_{i=1}^n b_i = 1 \quad (4.2)$$

где  $n$ - количество сравниваемых параметров,  $b_i$ - весовая характеристика  $i$ -ого параметра,  $P_{i,j}$ - относительное значение  $i$ -ого параметра  $j$ -ого процессора.

Относительное значение  $P_{i,j}$  вычисляется по следующей формуле, если высокое значение параметра играет положительную роль при выборе МП,

$$P_{i,j} = \frac{R_{i,j}}{R_{i,\alpha}} \quad (4.3)$$

где  $R_{i,j}$ - значение  $i$ -ого параметра  $j$ -ого процессора,  $R_{i,\alpha}$ - эталонное значение  $i$ -ого параметра.

А если же высокое значение параметра играет отрицательную роль при выборе МП, то его относительное значение определяется следующим образом

$$P_{i,j} = \frac{R_{i,\varepsilon}}{R_{i,j}} \quad (4.4)$$

Если сумма весовых коэффициентов  $b_i$  больше 1, то применяется функция нормализации весовых коэффициентов

$$\hat{b}_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (4.5)$$

## 2.4 Способы работы с MathCAD

Математические выражения в среде Mathcad записываются в их общепринятой нотации: числитель находится сверху, а знаменатель — внизу; в интеграле пределы интегрирования также расположены на своих привычных местах. В среде Mathcad процесс создания «программы» идет параллельно с ее отладкой. Пользователь, введя в Mathcad-документ новое выражение, может не только сразу подсчитать, чему оно равно при определенных значениях переменных, но и построить график или поверхность, беглый взгляд на которые может безошибочно показать, где кроется ошибка, если она была допущена при вводе формул или при создании самой математической модели.

### Описание работы с Mathcad

#### Главное меню системы

Верхняя строка окна системы содержит указание на имя системы или текущего открытого окна. Следующая строка содержит позиции главного меню. Их назначение приведено ниже: File (Файл) — работа с файлами, сетью Internet и электронной почтой, Edit (Правка) — редактирование документов, View (Обзор) — изменение средств обзора, Insert (Вставка) установка вставок объектов шаблонов (включая графику), Format (Формат) — изменение формата объектов, Math (Математика) — управление процессом вычислений, Graphics (Графика) — работа с графическим редактором, Symbolic (Символика) — выбор операций символьного процессора, Window (Окно) — управление окнами системы; Books (Книги) — работа с электронными книгами; Help (?) — работа со справочной базой данных о системе.

#### Активизация главного меню

Каждая позиция главного меню может быть сделана активной. Для этого достаточно указать на нее курсором — стрелкой мыши и нажать ее левую клавишу. Можно также нажать клавишу F10 и использовать клавиши перемещения курсора вправо и влево. Затем выбор фиксируется нажатием клавиши ввода Enter. Для активизации главного меню без применения мыши достаточно нажать клавишу Alt. После этого, нажимая клавиши перемещения курсора, можно перемещать световое выделение по позициям меню. Выбрав нужную позицию для фиксации ввода ее операции, достаточно нажать клавишу Enter.

Еще один быстрый путь входа в нужное подменю — нажатие клавиши Alt и одновременно клавиши с буквой, которая на экране подчеркнута снизу в названии нужной позиции главного меню. Для всех позиций главного меню это прописная буква их имени. Важно не путать регистры смены языков и вводить соответствующую операцию латинскими буквами.

Если какая-либо позиция главного меню делается активной, она выводит ниспадающее подменю со списком доступных и недоступных (но возможных в дальнейшем) операций (команд). Доступные в данный момент операции даны четким шрифтом, а недоступные — шрифтом с характерным затенением, но позволяющим все же прочесть название операции. Перемещение по списку подменю и выбор нужной операции производятся аналогично тому, как это описано для главного меню, с той лишь разницей, что при управлении с клавиатуры используются клавиши перемещения курсора по вертикали.

### **Некоторые особенности работы в среде Mathcad**

Интерфейс пользователя Mathcad довольно простой. Его основа операторы ввода и операторы вывода значений переменных и выражений.

Числа в MathCAD вводятся только в так называемые PlaceHolders – места, отмеченные как черные прямоугольники.

Для ввода в расчет встроенных функции предусмотрено диалоговое окно «Ввод функции» («Insert Function»), где пользователь может отметить группу функций (Differential Equation Solving - решение дифференциального уравнения, например), просмотреть список функций, входящих в эту группу, ознакомиться с сутью функции. В «подсказке» Mathcad дано более подробное описание функции и даны типичные примеры их работы, которые могут быть скопированы в рабочий документ и скорректированы для конкретной цели.

В среде MathCADa можно работать и с математическими операторами, которые вводятся через нажатие соответствующих кнопок панелей инструментов: взятие производных (первого и высших порядков), определенных и неопределенных интегралов, вычисление суммы, произведения, корней разной степени, пределов (включая справа и слева), работа с матрицами (транспонирование, вычисление детерминанта, векторное сложение и умножение и др.).

### **Пример решения в Mathcad**

Для того, чтобы в MathCADe вычислить показатель производительности по методу смеси команд для данной в таблицы, надо реализовать следующую функцию:

Для этого используются иконки на панели инструментов.

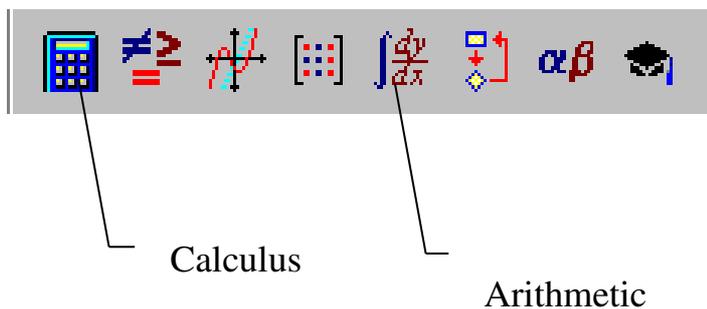


Рис. 4.1. Панель инструментов MathCADa

### Основные кнопки окон Calculus и Arithmetic

$\infty$	Знак бесконечности
$\sum_{n=1}^m$	Знак суммы
=	Знак равенства
:=	Знак присвоения числу определённого значения
$x_n$	Индекс числа
$x^y$	Возведение числа в определённую степень

Затем следует задать все значения алгоритмических действий  $i$ -ого типа и времени выполнения этих действий, например:

Все переменные необходимо определять выше формул. Если система выделяет переменную чёрным цветом, значит, она ещё не определена.

### 3. Ход работы

1. Изучите вычисление простейших функций в среде MathCAD.
2. Выполните выбор МП по критерию взвеси команд, используя таблицы 1-3.
3. Используя таблицы 4-8, для указанной преподавателем прикладной области вычислите критерий общего технического уровня и примите решение о выборе МП.

### Варианты заданий

- Вариант 1. Универсальный тип.
- Вариант 2. Встраиваемый тип.
- Вариант 3. Системы с полной ответственностью.
- Вариант 4. Силовые агрегаты, работающие в экстремальных условиях.
- Вариант 5. Мобильные устройства.

### 4. Контрольные вопросы

1. Какие основные факторы учитываются при выборе МП?
2. Какие существуют критерии выбора МП?
3. Как оценивается производительность микропроцессора?
4. Как оцениваются параметры качества МП?
5. Как вводятся числа в Mathcade?
6. В чём смысл способа выбора МП по критерию взвеси команд?
7. В чём смысл способа выбора МП по критерию технического уровня?
8. Каким образом могут определяться коэффициенты весомости факторов?

Таблица 4.1

## Специализация процессоров

Тип	Области	Особенности	Процессоры
Универсальный	Универсальные ЭВМ	Пластмассовый корпус	PII-Celeron SL2WN, AMD-K6-2, Cirix MII-333
Встраиваемый	Линии с программным управлением, Роботы	Пластмассовый или металлокерамический корпус	Intel MKAT90S8414, Hitachi H8/300H, Motorola MC68881, Fujitsu F2MC-16F
Системы с полной ответственностью	Бортовые системы	Керамический или металлокерамический корпус	IA-64 Merced, Willamette, Xeon SL344
Системы силовых агрегатов, работающих в экстремальных условиях	Нефтяная, химическая, военная промышленности	Металлокерамический корпус. Широкий диапазон температур термообработки.	Intel MK 83C196KB, Intel MK 80C196KD, Atmel Risc
Мобильные устройства	Телефония, микрокомпьютеры	Пластмассовый корпус	Acorn ARM7, Strongarm-(SA110), Mobile AMD K6-2, Toshiba Satelite 2520



**Задание: Выбор МП по критерию взвеси команд  
Веса алгоритмических действий, характерные для различных областей применения**

Область применения микроконтроллера (МК) и МП

				Двухоперандные команды				
				МП и памятью	пересылка	Сложение		
					Вычитание	регистрация	деление	
				или	регистрация	Условные	команды	Умножение
					Условные	Различные		
				МП	переходы			
				в обоих				

МП (в обоих командах)

Универсальные	74	12	40	15	14	13	19	40	20
Встраиваемые	15	6	10	14	14	12	17	60	5
Системы с полной ответственностью	80	15	55	16	15	16	20	70	36
Силовые агрегаты, работающие в экстремальных условиях	13	2	23	10	8	5	7	10	8
Мобильные устройства	39	4	45	12	13	12	18	18	15

**Среднее время выполнения алгоритмических действий, мкс**

Область применения МК  
и МП

Микропроцессоры

и микроконтроллеры

Пересылки

между

Групповые

МП

Однооперандные  
пересылки

и  
памятью

Двухоперандные команды

Сложение

или

регистрация

регистров  
Вычитание  
команды

Деление

МП

(  
в  
обоих

Умножение

Условные  
направлениях

Различные  
переходы

Универсальные	AMD K6-2	0.402	0.452	0.397	0.373	0.37 3	0.39 3	0.385	0.52	0.422
	PII-Celeron SL2WN	0.379	0.420	0.372	0.356	0.35 6	0.37 4	0.368	0.503	0.4
	Cirix MII-333	0.422	0.465	0.92	0.392	0.39 2	0.41 2	0.411	0.543	0.441
Встраиваемые	Motorola MC68881	0.701	0.723	0.52	0.542	0.54 2	0.55 9	0.558	0.742	0.623
	Hitachi H8/300H	0.692	0.712	0.50	0.521	0.52 1	0.53 3	0.528	0.727	0.598
	Fujitsu F2MC-16F	0.723	0.732	0.53	0.528	0.52 8	0.53 9	0.533	0.732	0.608
	Risc MK AT90S8414	0.727	0.741	0.561	0.534	0.53 4	0.54 3	0.39	0.738	0.612
Системы с полной ответственностью	IA-64 Merced	0.112	0.125	0.103	0.093	0.09 3	0.09 9	0.095	0.126	0.115
	Willamette	0.123	0.137	0.113	0.109	0.10 9	0.11 1	0.110	0.132	0.123
	Xeon SL344	0.242	0.261	0.227	0.221	0.22 1	0.23 4	0.231	0.253	0.245
Силовые агрегаты, работающие в экстремальных условиях	Intel MK 83C196KB	0.311	0.34	0.296	0.291	0.29 1	0.30 1	0.298	0.321	0.315
	Intel MK 80C196KD	0.31	0.344	0.304	0.301	0.30 1	0.30 9	0.308	0.342	0.332
	Atmel Risc	0.293	0.336	0.296	0.29	0.29	0.30 4	0.299	0.331	0.234

Мобильные устройства	Acorn ARM7	0.512	0.538	0.502	0.495	0.49 5	0.50 5	0.501	0.518	0.513
	Strongarm SA1100	0.491	0.512	0.485	0.477	0.47 7	0.48 9	0.486	0.498	0.495
	Mobile AMD K6-2	0.524	0.547	0.510	0.503	0.50 3	0.52 1	0.517	0.526	0.522
	Toshiba Satellite 2520	0.491	0.477	0.477	0.502	0.50 2	0.50 3	0.485	0.498	0.496
	Mobile Celeron	0.483	0.499	0.468	0.452	0.45 2	0.46 3	0.46	0.743	0.472

### Задание Выбор МП по весовым характеристикам

Таблица 4.4

#### МП для универсальных ЭВМ (вариант 1)

МП	Время выполнения команды, мкс	Тактовая частота, Mhz	Разрядность (бит)	Размер L2-кеша (Кбайт)	Рабочая температура, °C		Рассеиваемая мощность, Вт
					минимальная	максимальная	
Эталонный МП	0,7	100	32	128	-65	+110	20.94
AMD K6-2	1,0	100	32	128	-65	+110	22.7
PII-Celeron SL2WN	0,7	66	32	128	-50	+85	20.94
Cirix MII-333	1,4	83	32	128	-55	+85	21.45
Коэффициент весомости $b_i$	0,1	0,7	0,5	0,6	0,3		0,1

Таблица 4.5

## МК для встраиваемой техники (вариант 2)

МК	Кол-во команд	Частота ядра, Mhz	Разрядность	Кол-во регистров общего назначения	Рабочая температура, °C		Рассеиваемая мощность, Вт
					минимальная	максимальная	
Эталонный МК	120	33	32	32	-40	+70	6.2
Motorola MC68881	74	33	32	30	-40	+70	7.8
Hitachi H8/300H	62	20	16	28	-30	+60	6.2
Fujitsu F2MC-16F	86	20	16	32	-35	+65	8,0
Risc МК AT90S8414	120	20	16	32	-40	+65	7.7
Коэффициент весомости $b_i$	0,6	0,4	0,3	0,1	0,2		0,25

Таблица 4.6

## МП для системы с полной ответственностью (вариант 3)

МП	Время выполнения команды, мкс	Тактовая частота, Mhz	Разрядность, (бит)	Размер L2-кеша (Кбайт)	Рабочая температура, °C		Рассеиваемая мощность, Вт
					минимальная	максимальная	
Эталонный МП	0,1	133	64	512	-65	+100	33.0
IA-64 Merced	0,1	133	64	256	-65	+100	33.0
AMD Athlon Thunderbird	0,15	133	64	256	-60	+90	48.3
Xeon SL344	0,4	100	32	512	-60	+90	34.5
Коэффициент	0,2	0,8	0,6	0,3	0,6		0,2

весомости $b_i$						
-----------------	--	--	--	--	--	--

Таблица 4.7

**МК для системы силовых агрегатов работающих в экстремальных условиях (вариант 4)**

МК	Количество команд	Частота ядра, Mhz	Разрядность	Кол-во регистров общего назначения	Рабочая температура, °C		Рассеиваемая мощность, Вт
					минимальная	максимальная	
Эталонный МП	120	20	16	32	-60	+125	6.5
Intel МК 83C196KB	98	16	8	28	-60	+125	6.5
Intel МК 80C196KD	120	20	16	32	-40	+110	8.2
Atmel Risc	120	20	16	32	-55	+95	7.2
Коэффициент весомости $b_i$	0,6	0,3	0,2	0,2	0,7		0,3

Таблица 4.8

**МП для мобильных устройств (вариант 5)**

МП	Время выполнения команды, мкс	Тактовая частота, Mhz	Разрядность	Размер L2-кеша (Кбайт)	Рабочая температура, °c		Рассеиваемая мощность, Вт
					минимальная	максимальная	
Эталонный МП	0,65	100	32	128	-35	+80	0.25
Acorn ARM7	0,95	16	32	64	-30	+50	0.25
Strongarm SA1100	0,90	100	32	64	-35	+60	0,25
Mobile AMD K6-2	1,0	100	32	128	-30	+75	9.8

Toshiba Satellite 2520	0,85	75	32	128	-35	+70	10
Mobile Celeron	0,65	66	32	128	-35	+80	11.1
Коэффициент весомости $b_i$	0,4	0,8	0,3	0,1	3,5		0,6