РЕФЕРАТ

по предмету «Персональный компьютер»

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Принцип работы

Исполнение инструкций

Логика и арифметика

Архитектура и микроархитектура

2. Принцип вычислений

3. Шины процессора

Шина данных

Шина адреса

Шина управления

4. Адресация

5. Разрядность

6. Кэш – память

7. Технологии расширения команд процессора

8. Hyper – Threading

9. Классический поток команд процессора

10. Поток команд процессора

11. Кодовые названия

Кодовые названия процессоров Intel

Кодовые названия процессоров AMD

Кодовые названия процессоров Cyrix

Кодовые названия процессоров VIA

Кодовые названия процессоров Transmeta

12. Картриджи процессоров

13. Охлаждение процессоров

Неизбежность нагрева

Воздушное охлаждение

Типы радиаторов

Процессорные вентиляторы и их характеристика

Электрическое охлаждение

Водяное охлаждение

Термопасты

Badong

14. Разгон процессора

Основания для разгона

Способы разгона

Аппаратное и программное управление разгоном

Тестирование стабильности работы

Особенности разгона процессоров AMD и INTEL

Измерение температуры

1. **Принцип работы**

**Исполнение инструкций**

Центральный процессор (ЦП), или CPU, или процессор ПК – это специальный чип, который выполняет все основные вычислительные операции и осуществляет обработку информации. Процессор ПК исполняет программный код – последовательность команд (инструкций), каждая из которых закодирована и размещена в памяти.

В общем случае каждая команда содержит операционную и операндную части. Первая содержит сведения о действиях, которые процессор должен выполнить, а вторая указывает процессору операнды – то, над чем должен «трудится» процессор. Операндная часть описывает до двух операндов инструкции. Это могут быть значения операндов, явные или неявные ссылки на регистры процессора, хранящие операнды, адрес ячейки памяти, регистры процессора и т. д. длина инструкции выражается в байтах.

Логический адрес исполняемой команды (инструкции) хранится в регистре Instruction Pointer (указатель инструкции) – счетчике команд. После исполнения значение счетчика увеличивается на длину инструкции, указывая на начало следующей инструкции.

Существует два типа инструкций:

- линейные. Выполняются в соответствии с их размещением в памяти по нарастанию адреса;

- передачи управления. К ним относятся инструкции переходов и вызовов процедур, которые содержат адрес следующей исполняемой инструкции.

Несмотря на то, что последовательность исполнения инструкций четко предписывается командным кодом, она может быть нарушена исключениями и прерываниями. Исключения – это особые ситуации, возникающие при выполнении инструкций (управляются ОС). Аппаратные прерывания представляют собой вызовы процедур по электрическим сигналам в специальных контактах процессора. Источниками аппаратных прерываний являются, например, контроллеры устройств, системы управления питанием. Кроме того, последовательность инструкций может изменяться по сигналу перезапуска процессора.

**Логика и арифметика**

При выполнении инструкции процессор извлекает из указанных в ней мест (регистр, память, константа) два двоичных числа, а результат действия над ними записывает на место одного из них. Процессор выполняет арифметические функции (сложение, вычитание, умножение, деление) над целочисленными данными (знаковыми и беззнаковыми, двоичными и двоично-десятичными).

Работа над числами с плавающей точкой (в виде мантиссы и порядка) возлагается на математический сопроцессор. Это набор 80 – битных регистров и арифметическое устройство, которое кроме четырех арифметических действий вычисляет значение квадратного корня, логарифмов, степеней чисел и тригонометрических функций.

**Архитектура и микроархитектура**

Архитектура процессора ПК определяется набором команд, регистрами и структурой данных, а микроархитектура – схемотехническая реализация его архитектуры. Новые микроархитектуры создавались с целью получения высокопроизводительных процессоров, например Intel NetBurst в процессорах Pentium IV, или P6 в более старых процессорах.

Исполнительные блоки процессора(для обработки целых чисел и чисел с плавающей запятой) должны непрерывно получать необходимые команды. В микроархитектуре Intel NetBurst применено несколько новинок, обеспечивающих постоянную загрузку исполнительных блоков. Среди них - системная шина с частотой 400 МГц, кэш – память L2 с улучшенной передачей данных (Advanced Transfer Cache), кэш – память L1 с отслеживанием исполнения и уменьшенным временем задержки для данных, улучшенное динамическое исполнение.

**2. Принцип вычислений**

Конструкторно процессор представляет собой пластину кремния с несколькими сотнями контактов, на которой размещается несколько миллионов транзисторов. Количество контактов определяется разъемом материнской платы. Транзисторы и контакты размещены в корпусе, на который устанавливается радиатор с вентилятором (эта конструкция называется кулером, от англ. сooler – охладитель).

Принцип работы процессора состоит в следующем. Данные, с которыми работает процессор, размещаются в его регистрах (память процессора) или микрокоманде, в оперативной памяти ПК. Если информация хранится в устройствах внешней памяти, например на жестком диске, она должна быть считана в оперативную память, из нее – в кэш процессора, а уже потом в регистры процессора. Микрокоманды процессора заносят числа в его регистры, обрабатывают их, а затем выдают результат, например в оперативную память. Чтобы сложить целые числа 5 и 3, в процессор, кроме них, поступает команда «сложить числа». На выходе получается результат – целое число 8.

**3. Шины процессора**

В основу архитектуры современных ПК положен магистрально – модульный принцип. Модульная архитектура предполагает магистральный (шинный) принцип обмена информацией между устройствами с помощью следующих шин:

- данных;

- адреса;

- управления.

Физически шины представляют собой многопроводные линии.

**Шина данных**

По этой шине данные, например считанные из оперативной памяти блоки информации, могут быть переданы процессору, а затем после обработки отправлены обратно в оперативную память для временного хранения. Основная характеристика шины данных – разрядность, которая определяется разрядностью процессора (количеством двоичных разрядов, обрабатываемых за один такт). Чем выше разрядность, тем больше пропускная способность. Процессоры x486 имели 32 – разрядные шины данных, Pentium – 64 – разрядные, а Pentium III – двойные 64 – разрядные .

**Шина адреса**

Известно, что каждое устройство ПК или ячейка оперативной памяти имеет свой адрес. Процессор выбирает устройства или ячейки памяти, в которые записывает или из которых считывает информацию по шине данных. Адрес же передается по адресной шине только в одном направлении от процессора к оперативной памяти и устройствам.

Разрядность шины адреса обуславливает количество ячеек оперативной памяти с уникальными адресами, которые можно рассчитать по формуле 2р, где р – разрядность шины адреса. Например, для 32 – разрядной шины адреса количество адресуемых ячеек памяти составляет 4 294 967 296 (232).

**Шина управления**

По шине управления передаются сигналы, определяющие характер обмена информацией. Сигналы управления определяют, какую операцию нужно выполнять, синхронизируют обмен информацией между устройствами и т. д.

**4. Адресация**

Почти все время работы процессора связано с оперативной памятью, из которой извлекаются и в которую заносятся данные (операнды), подлежащие обработке. Поэтому работа разбивается на несколько этапов, а их результаты сохраняются. Для этих цепей используется собственная память процессора (регистры).

Все действия по обработке данных в процессоре выполняются командами, представленными в определенном формате – комбинации размера всех полей и их расположения в команде. Команда делится на две области:

- область кода операции (указывает, что вообще необходимо делать);

- область адресов (операнд, с которым это надо делать).

Область адресов состоит из трех полей: в первых двух хранятся адреса операндов, а в третье записывается адрес результата действия над операндами.

В двухадресных командах область адресов состоит из двух полей: полей адресов первого и второго операндов, а адрес результата записывается в поле адреса первого операнда. В одноадресных командах область адресов состоит из одного поля, в котором находиться адрес операнда, а адрес второго операнда и результата совпадает с сумматором. Есть и безадресные команды.

Существует несколько типов адресации одного операнда:

- непосредственная адресация (вместо адреса операнда в команде указывается сам операнд (целое число));

- полный, или абсолютный, тип адресации (в команде указан полный адрес ячейки, где находятся данные);

- косвенная адресация (в поле адреса операнда может быть указан адрес регистра или ячейки оперативной памяти, где хранится тот же адрес, по которому можно найти ячейку с нужным операндом). Количество звеньев (или ступеней перехода) называется глубиной косвенной адресации.

Для нескольких операндов, или массивов, обычно указывается адрес массива и номер (индекс) элемента. Начальный адрес указывается в команде, где также имеется поле с номером регистра, в котором находится значение индекса или номер ячейки в массиве относительно начального адреса – модификация адресов. Существует и относительная адресация, когда в регистре указан начальный адрес, в команде – адрес этого регистра и смещение относительно начального адреса. Все остальные адреса операндов получатся суммированием адреса и смещения.

**5. Разрядность**

Первые процессорные регистры могли хранить лишь 4 – битные числа. Затем появились 8 – и 16 – битные процессоры, с появлением процессора x386 был реализован 32 – битный режим, что позволило работать с числами размерностью свыше двух миллиардов.

**6. Кэш – память**

Это статическая память (Statiс RAM – SRAM), которая, в отличие от динамической памяти, не требует периодической регенерации (обновления). Время доступа у этой памяти не более 2 нс., т. е. она может синхронно работать с процессором на частоте 500 МГц и более. Контроллер кэш – памяти находится в чипе северного моста чипсета материнской платы.

В x386 процессорах кэш – память объемом 128 Кб располагалась на материнской плате. Начиная с процессоров x486, появился дополнительный кэш в процессоре, работающий на его частоте, - кэш первого уровня (Level I – LI). На материнской плате устанавливается кэш второго уровня (L2). В большинстве современных процессоров кэш LI и L2 встроены в ядро процессора. Причем если в Pentium II и Pentium III кэш второго уровня работает на половинной частоте процессора, то у Celeron, AMD K6 – III, Athlon и Pentium IV – на частоте процессора, что положительно сказывается на производительности.

**7. Технологии расширения команд процессора**

Первой такой выделенной технологией можно считать MultiMedia eXtension (MMX) – расширение базового набора команд процессора (57 команд для обработки графики и звука). Одной командой можно обрабатывать множество данных, что существенно повышает производительность (SIMD – Single Instruction, Many Data – одна команда, много данных).

При работе с ММХ – командами данные хранятся в регистрах сопроцессора, что означает невозможность выполнения операции с плавающей запятой при одновременном выполнении ММХ – программы. Кроме того, ММХ – команды предназначены только для работы с целыми числами.

Из технологии SIMD вышли две конкурирующих системы для поточной обработки данных.

Так, в процессоры AMD K6 – 2, кроме блока ММХ – команд, был добавлен блок 3D Now!, отвечающий за обработку трехмерных изображений. В него включено 27 новых команд для обработки чисел с плавающей запятой, и, в отличие от ММХ, 3D Now! Не поддерживает работу с процессором.

В процессорах Pentium III появился универсальный мультимедийный ускоритель, работающий по принципу SIMD, но не зависящий от ядра. Это стало возможно благодаря новому блоку SSE (Streaming SIMD Extensions – поточное SIMD – расширение). В него входят 70 команд, оперирующих 8 специальными 128 – битными регистрами. SSE позволяет выполнять одновременные операции над содержимым двух регистров.

**8. Hyper – Threading**

До недавнего времени повышение скорости работы процессоров связывали исключительно с увеличением их тактовой частоты и размера кэша. Но одновременное выполнение нескольких потоков также приводит к росту скорости работы процессора, причем более существенному. Именно в обработке нескольких потоков заключается суть новой технологии Hyper – Threading.

Как известно, процессор оперирует набором нескольких команд, которые необходимо выполнить. Для этой цели используется счетчик команд, который указывает на ячейки памяти, где хранится следующая для исполнения команда. После каждой команды значение этого регистра увеличивается до самого завершения потока. По окончании выполнения потока в счетчик команд заносится адрес следующей подлежащей исполнению инструкции. Потоки могут прерывать друг друга, но процессор запоминает значение счетчика команд в стеке и загружает в счетчик новое значение. Общеизвестный способ решения данной проблемы состоит в использовании двух процессоров – если один процессор в каждый момент времени может выполнять один поток, то два процессора за то же время могут выполнять уже два потока. Способность распределить выполнение нескольких потоков по ресурсам компьютера называют многопоточностью.

Что-то подобное многопоточности предлагает и новая технология от компании Intel под названием Hyper – Threading. Появилась она в ответ на проблему неполного использования исполнительных блоков процессора. Hyper – Threading – это название технологии одновременной многопоточности (Simultaneous Multi – Threading – SMT). Один физический процессор, по сути, эмулирует ОС как два логических. В процессоре с Hyper – Threading каждый логический процессор имеет свой набор регистров (включая и отдельный счетчик команд), а чтобы не усложнять технологию, в ней не реализуется одновременное исполнение некоторых команд в двух потоках.

**9. Классический поток команд процессора**

Когда команды извлекаются из кэша (или оперативной памяти), их необходимо декодировать и отправить на исполнение. Эти операции (получение команд, декодирование и отправка на исполнение) выполняются на препроцессоре. Из препроцессора они направляются на постпроцессор, где и выполняются. После этого результат попадает обратно в кэш (оперативную память).

Как видно, весь процесс обработки команды состоит из четырех шагов, что и определяет так называемый 4 – ступенчатый процесс (конвейер).

1. Извлечение из кэша (оперативной памяти).
2. Декодирование (разборка команды).
3. Исполнение команды (применение действий).
4. Запись в кэш (оперативную память).

Каждую из этих ступеней команда должна проходить ровно за один такт. Поэтому чем быстрее каждая из ступеней выполняет свои функции, тем быстрее работает весь процессор и тем выше его тактовая частота. Выполнение всех этих четырех команд определяет цикл. Большинство процессоров действительно исполняют команды за один цикл, но существуют сложные команды, для которых требуется несколько циклов. При исполнении сложных команд различные устройства задействуют собственные исполнительные конвейеры, тем самым, добавляя еще несколько ступеней к основному конвейеру процессора. Количество ступеней определяет глубину конвейера.

**10. Поток команд процессора**

В отличие от классического варианта, когда весь конвейер состоит из четырех ступеней, в большинстве современных процессоров конвейер разбивается на семь и более ступеней (гиперконвейерная обработка), для чего требуется более высокая тактовая частота.

Технология гиперконвейерой обработки предполагает удвоение длины конвейера по сравнению с предыдущей микроархитектурой Р6. например, один из основных элементов конвейера – блок предсказания ветвлений и восстановления работы – разбит на 20 тактов.

В Pentium IV на ступени исполнения используется меньшее количество функциональных блоков процессора. Но каждый из них обладает более длинным и более коротким конвейером. Процессор Pentium IV может одновременно выполнять на разных ступенях по 126 инструкций. Кроме того, в Pentium IV кэш первого уровня разделен и его кэш команд находится фактически на препроцессоре. Он называется кэшем с отслеживанием (trace cache) и оказывает влияние и на конвейер, и на основной поток команд. Эта кэш - память содержит декодированные команды х86 (микрокоманды), что устраняет задержку на расшифровку кодов команд. Исполнительные устройства процессора получают непрерывный поток команд, а общее время восстановления работы при неправильном предсказании ветвления существенно сокращается.

В процессорах с микроархитектурой х86, таких как Pentium III или Athlon, команды поступают в декодер из кэша команд, где они разбиваются на меньшие части (микрокоманды). Эти микрокоманды применяются при внеочередном исполнении команд, исполнительное устройство выполняет их планирование, исполнение и сброс. Такое разбиение имеет место, когда процессор выполняет инструкцию.

КЭШ L1

↓

Декодирование

инструкций

↓

Планирование

↓

Исполнение

↓

Сброс

(обобщенная схема работы процессора х86)

Кэш команд Pentium IV принимает транслированные и декодированные микрокоманды, готовые к передаче на внеочередное исполнение, и формирует из них мини – программы («отслеживания» - traces).

Декодирование

инструкций

↓

Тrace Сache

↓

Планирование

↓

Исполнение

↓

Сброс

(схема работы процессора Pentium IV)

По мере выполнения препроцессором накопленных отслеживаний кэш с отслеживаниями посылает до трех микрокоманд за такт на внеочередное устройство исполнения. В этом случае команды не нужно транслировать или декодировать. И только в случае промаха кэше первого уровня (L1) препроцессор начнет выбирать и декодировать инструкции из кэша второго уровня (L2) – к основному конвейеру добавляется дополнительные 8 ступеней.

Кэш с отслеживаниями работает в двух режимах:

- исполнительном (execute mode);

- построения отслеживающих сегментов (trace segment build mode).

В режиме исполнения кэш L1 передает команды исполнительным устройствам. Когда наступает промах этого кэша, он переходит в режим отслеживающих сегментов. В этом режиме препроцессор выбирает команды из кэша L2, транслирует их в микрокоманды, создает отслеживающий сегмент, который затем перемещается в кэш с отслеживающими и далее выполняется. Кэш – память уровня L2 с улучшенной передачей данных объемом 256 Кб ускоряет обмен информацией между кэш – памятью уровня 2 и ядром процессора.

Улучшенная система динамического исполнения – сложное устройство предположительного исполнения, хранящие команды для исполнительных устройств. Эта система позволяет исполнительным устройствам выбирать команды из большого набора предстоящих операций.

Как было отмечено выше, процессор начинает декодирование лишь в случае промаха кэша L1. Поэтому он разработан таким образом, чтобы декодировать только одну х86 – команду за такт. Так как длинный х86 – команды декодируются в 2 или 3 микрокоманды, то чтобы не засорять кэш с отслеживаниями, поступают следующим образом. Как только при создании отслеживающего сегмента кэш с отслеживаниями встречает длинную х86 – инструкцию, он вставляет в отслеживающий сегмент метку, которая указывает ячейки оперативной памяти с последовательностью микрокоманд данной инструкции. В режиме исполнения, когда кэш с отслеживаниями будет передавать поток инструкций на ступень исполнения, при попадании на такую метку он приостановит работу и на время передаст управление потоком команд микрокоду оперативной памяти.

**11. Кодовые названия**

**Кодовые названия процессоров Intel**

Семейство 486.

Р24. Первый 32 – разрядный процессор. 1,25 млн. транзисторов; тактовая частота – 50 – 66 МГц; кэш – память L1 – 8 Кб; кэш – память L2 на матричной плате – до 512 Кб; шина данных 32 – разрядная (25 – 33 МГц); адресная шина 32 – разрядная; общая разрядность – 32.

Р24С. Последний 486 процессор с 16 Кб кэшем первого уровня; 1,6 млн. транзисторов; тактовая частота – 75 – 100 МГц; кэш первого уровня 16 Кб; кэш второго уровня на матричной плате – до 512 Кб; процессор 32 – разрядный; шина данных 32 – разрядная (25 – 33 МГц); адресная шина 32 – разрядная; общая разрядность – 32.

Семейство Pentium MMX.

Р5. Первый процессор с двухконвейерной структурой, выпускался под Socket 4; кэш – память – 16 Кб; 3,1 млн. транзисторов; технология производства – 0,8 мкм; тактовая частота – 60 – 66 МГц; L1 – 16 Кб; L2 на матричной плате – до 1 Мб; процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (60 – 66 МГц); адресная шина 32 – разрядная; общая разрядность – 32.

Р54. 3,3 млн. транзисторов; технология производства – 0,5 – 0,35 мкм; тактовая частота – 75 – 200 МГц; L1 – 16 Кб; L2 на матричной плате – до 1 Мб; процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (50 – 66 МГц); адресная шина 32 – разрядная; разъем Socket 5, позднее Socket 7.

Р55С. Расширение MMX (Multi Media eXtention), содержащее 57 команд для вычислений с плавающей точкой, увеличивающее производительность компьютера в мультимедиа приложениях; 4,5 млн. транзисторов; технология производства – 0,28 мкм; тактовая частота – 166 – 233 МГц; L1 – 32 Кб; L2 на матричной плате – до 1 Мб; процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (60 – 66МГц); адресная шина 32 – разрядная; общая разрядность – 32; разъем Socket 7.

Семейство Pentium Pro.

Pentium P6. Создавался как процессор для серверов и рабочих станций, имеет объединенный в одном корпусе L2 объемом 256Кб; 5,5 млн. транзисторов; технология производства – 0,35 мкм; тактовая частота – 150 – 200 МГц.

Klamath. Первый процессор линейки Pentium II и первая модель с разъемом Slot 1; технология – 0,35 мкм; тактовые частоты ядра – 233 – 300 МГц; частота шины – 66 МГц; L1 – 32 Кб; L2 – 512 Кб; конструктивное исполнение – картридж SECC.

Deschutes. Ядро процессор линейки Pentium II, сменившего Klamath; технология – 0,25 мкм; тактовые частоты ядра – 233 – 300 МГц; частота шины – 66 МГц; L1 – 32 Кб; L2 – 512 Кб; тактовая частота – 266 – 450 МГц; частота шины – 66 – 100 МГц; L2 на процессоре – 521 Кб. Разъем Slot 1; конструктивное исполнение – картридж SECC, который в старших моделях был сменен на SECC2.

Katmai. Ядро процессора Pentium III, пришедшего на смену Deschutes. Добавлен блок SSE (Streaming SIMD Extensions), расширен набор команд MMX, усовершенствован механизм потокового доступа к памяти. Технология – 0,25 мкм; тактовая частота – 450 – 600 МГц; L2 на процессоре – 512 Кб; частота шины – 100 МГц; разъем - Slot 1.

Coppermine. Ядро процессоров Pentium III и Celeron; технология – 0,18 мкм; 256 Кб L2 для Pentium III и 128 Кб – для Celeron. Частота – от533 МГц и выше. Наряду с FSB100 МГц версиями Pentium III выпущены и варианты FSB133 МГц. Последние процессоры, рассчитанные на Slot 1, постепенно были вытеснены изделиями в конструктивном исполнении FC – PGA 370, рассчитанными на разъем Socket 370. частота шины для процессоров Celeron – 66 МГц, а начиная с модели Celeron 800 – 100 МГц.

Tualatin – 256K. Кодовое наименование ядра и процессоров Socket 370 Pentium III, сделанных по технологии 0,13 мкм. Рабочая частота моделей для Desktop с частотой системной шины 100 МГц – 1,1 ГГц.

Семейство Celeron.

Covington. Первый процессор линейки Celeron. Построен на ядре Deschutes и выпускался по 0,25 – микронной технологии. Тактовая частота – 266 – 300 МГц; частота системной шины 66 МГц; L1 – 32 Кб; Slot 1.

Mendocino. L2 – 128 Кб, интегрированная на одном кристалле с ядром. Тактовая частота – 300 – 533 МГц; частота системной шины – 66 МГц; технология 0,25 мкм для Slot 1, 0,22 мкм – для Socket – 370.

Coppermine 128K. Начиная с частоты 533 МГц, у Celeron появилось ядро – Coppermine с урезанным до 128 Кб кэшем L2. по своим характеристикам этот процессор максимально близок к Pentium III, построенному на базе Coppermine, в том числе впервые для Celeron включает поддержку SSE. Частота процессора – 900 МГц и выше; технология 0,13 мкм; частота системной шины – 100 МГц.

Willamette – 128. Технология 0,18 мкм; тактовая частота – 1,6 – 2 ГГц; L1 – 8 Кб; L2 – 128 Кб; процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (400 МГц); разъем Socket 478.

Семейство Pentium IV.

Willamette 423. Процессор с гиперконвейеризацией (hyperpipelining) – с конвейером, состоящим из 20 ступеней. Технология 0,18 мкм; тактовая частота процессора – 1,3 – 2 ГГц; L1 – 8 Кб; L2 – 256 Кб; процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (400 МГц); разъем Socket 423.

Willamette 478. Технология 0,18 мкм; тактовая частота – 1,3 – 2 ГГц; L1 – 8 Кб; L2 – 256 Кб (полноскоростной); процессор 64 – разрядный; шина данных 64 – разрядная (400 МГц); разъем Socket 478.

Northwood. Производится с соблюдением технологических норм 0,13 мкм в 478 – контактном корпусе форм – фактора mPGA478 (FC – PGA2). Особенностью процессора является специальная алюминиевая пластина над кристаллом, которая одновременно выполняет функции теплоотвода и экранирующего элемента.

Prescott. Наследник ядра Northwood, будет изготавливаться по технологии 90 нм, частота системной шины 667 МГц, поддержка Hyper – Threading, Socket 478. Наследник ядра Prescott – Tejas.

Nehalem. Производится по технологии 90 нм, а в конце 2005 г. – планировалось и по технологии 65 нм.

Процессоры Intel для портативных ПК.

Dixon. Технология – 0,25 мкм и 0,18 мкм; L1 – 32 Кб; L2 – 256 Кб на чипе; тактовая частота процессора – 300 – 500 МГц; частота шины – 66 МГц. Официальная классификация – мобильные процессоры Pentium II.

Pentium III – M. Мобильные процессоры нового поколения, изготовленные с использованием технологического процесса 0,13 мкм. Имеют новые средства управления энергопотреблением SpeedStep, Deeper Sleep.

Процессоры Intel для серверов.

Xeon. Официальное наименование линейки процессоров для мощных серверов и рабочих станций. Первые варианты были построены на ядре Deschutes. Технология – 0,25 мкм; Slot 2; L2 имеет объем 512, 1024, 2048 Кб.

Tanner. Pentium III Xeon. Тактовая частота от 500 МГц; частота системной шины 100 МГц; CSRAM – кэш второго уровня объемом 512, 1024, 2048 Кб. Поддерживается MMX и SSE; L1 – 32 Кб.

Cascades. Pentium III Xeon, созданный по технологии 0,18 мкм. Это серверный вариант Coppermine. На чипе содержится L2 – 256 Кб; тактовая частота от 600 МГц; частота шины процессора – 133 МГц.

Pentium III – S. Процессоры с ядром Tualatin; технология – 0,13 мкм; кэш L2 – 512 Кб; рабочие частоты – с 1,13 ГГц. Предназначены для двухпроцессорных конфигураций.

Foster. Pentium IV в серверном варианте. Тактовая частота – 100 МГц при передаче данных с частотой 400 МГц; Socket 603.

Prestonia. Pentium IV в серверном варианте, созданный по технологии 0,13 мкм. Основную систему составляет специальный чипсет Plumas. Частота первых моделей процессора – 2,20 ГГц.

Nocona. Xeon с новым ядром, изготовленным по технологии 90 нм. Ядро Pentium IV, Prescott; L2 – 1 Мб; тактовая частота системной шины 533 – 667 МГц.

64 – разрядные процессоры Intel.

Merced. Кодовое наименование ядра и первого процессора архитектуры IA – 64; аппаратно совместим с архитектурой IA – 32. включает трехуровневую кэш – память 2 – 4 Мб. Технология изготовления – 0,18 мкм; частота ядра – 667 МГц и выше; частота шины – 266 МГц. Физический интерфейс – Slot M. официальное наименование – Itanium.

McKinley. Второе поколение процессоров архитектуры IA – 64. Тактовая частота ядра процессоров начинается с 1 ГГц. Физический интерфейс – Slot M.

Itaniym 2. Торговая марка, под которой анонсирован 64 – разрядный процессор, ранее известный под кодовым названием McKinley. Тактовая частота 1 ГГц; 3 Мб кэша L3.

Madison. Построен по 0,13 мкм технологии. Тактовые частоты первых процессоров Madison и Deerfield составили 1,5 ГГц. Оба чипа оснащены 6 Мб кэша L3 и изготавливаются по технологии 0,13 мкм.

Deerfield. Эти процессоры должны производиться по 0,13 или 0,1 мкм технологии фирмы Motorola. Ядро является преемником Foster. Процессоры рассчитаны на Slot M и позиционируются как недорогие процессоры архитектуры IA – 64 для рабочих станций и серверов среднего уровня. Тактовые частоты первых процессоров Madison и Deerfield на момент начала поставок составят как минимум 1,5 ГГц, при этом, как известно, оба чипа будут обладать 6 Мб кэша L3 и будут изготавливаться по технологии 0,13 мкм.

Montecito. Двуядерный чип на базе архитектуры IA – 64, который Intel планировал выпустить в конце 2005г.

**Кодовые названия процессоров AMD**

К5. Первые процессоры AMD. Разъем – Socket 7, частота системной шины 50 – 66 МГц; кэш – память L1 – 24 Кб. Кэш – память L2 расположена на материнской плате и работает на частоте процессорной шины.

К6. Процессоры – конкуренты Pentium II. Первые модели производились по технологии 0,35 мкм (кодовое имя Little Foot). Процессоры работали на частоте от 166 до 233 МГц; кэш – память L1 – 64 Кб (по 32 Кб для команд и данных).

К6 – 2. Поколение К6 с кодовым именем Chomper. Поддержка дополнительного набора инструкций 3D Now! И частоты системной шины 100 МГц. Кэш – память L1 – 64 Кб; кэш L2 находится на материнской плате и может иметь объем от 512 Кб до 2 Мб, работая на частоте шины процессора.

К6 – III (Sharptooth). Первые процессоры от AMD, имеющие кэш – память L2, объединенную с ядром, последние процессоры для Socket 7. Кэш – память L1 – 64 Кб; кэш – память L2 находиться на материнской плате и может иметь объем от 512 Кб до 2 Мб, работая на частоте процессора. Первые модели были рассчитаны на 400 и 450 МГц.

Argon. Кодовое название использованного ядра К7.

К7 (Argon). Первые процессоры, архитектура и интерфейс которых отличаются от Intel. Объем кэш – памяти L1 – 128 Кб, кэш – память L2 – 512 Кб, работающая на 1/2, 2/5 или 1/3 частоты процессора. Тактовая частота шины – 100 МГц с передачей данных при 200 МГц. Поддерживаемые наборы инструкций – MMX и расширенный по сравнению с К6 – III 3D Now!. Форм – фактор – Slot A.

Magnolia. Кодовое название 1 ГГц Athlon с ядром К76 до его выхода.

Thunderbird. Ядро процессоров Athlon, выпущенных по технологии 0,18 мкм с использованием технологии медных соединений. Основным форм – фактором является Socket A.

Athlon. Наименование процессоров, созданных на основе архитектур К7, К75, К76, Thunderbird в вариантах Slot A и Socket A (Socket 462).

Athlon XP. Процессоры, созданные на основе ядра Palomino, Socket A (Socket 462).

Duron. Линейка процессоров, являющихся конкурентами процессоров Celeron. Построены на варианте ядра Thunderbird с урезанной до 64 Кб кэш – памятью L2. Форм – фактор Socket A.

Spitfire. Кодовое наименование ядра и процессоров Duron.

Corvette. Мобильный вариант ядра Mustang. Переименован в Palomino.

Palomino. Кодовое название ядра процессоров Athlon, пришедшего на смену архитектуре Thunderbird. В составе ядра используются улучшенный блок предсказания вставлений и аппаратная предварительная выборка из памяти. Palomino быстрее, чем Thunderbird, работающий на той же частоте. Используя этот факт, AMD ввела новый рейтинг на основе разработанной технологии QuantiSpeed, по которому, например, процессор Athlon XP с частотой 1,73 МГц получил рейтинг 2100+.

Morgan. Кодовое название ядра процессоров Duron. Отличается от Palomino не только объемом кэша L2, но и тем, что будет производиться по технологии с использованием алюминиевых соединений.

Thoroughbred. Улучшенная версия Palomino, созданная по технологии 0,13 мкм. Тактовая частота – 2 ГГц.

Appaloosa. Улучшенная версия Morgan, созданная по технологии 0,13 мкм.

Hammer. Семейство 64 – разрядных процессоров. В него входят ClawHammer и SledgeHammer. Семейство 64 – разрядных процессоров Hammer базируется на архитектуре К7, в которую добавлены 64 – разрядные регистры и дополнительные инструкции для работы с этими регистрами, а также новые серверные инструкции.

**Кодовые названия процессоров Cyrix**

6х86. Наименование процессоров Cyrix. Для оценки производительности относительно процессора Pentium использовался P – Rating, показывающий частоту, на которой бы пришлось работать процессору Pentium для достижения такой же производительности. P – Rating 6x86 составлял 120 – 200 МГц; кэш – память L1 – 16 Кб; частота шины процессора – 50 – 75 МГц; разъем – Socket 5 и Socket 7.

MediaGX. Первый процессор, сделанный по идеологии PC – on – a – chip. К ядру 5х86 были добавлены контролеры памяти и PCI, в чип интегрирован видеоускоритель с кадровым буфером в основной памяти PC. PR – рейтинг 180 – 233 МГц; кэш – память L1 – 16 Кб; технология – 0,5 мкм.

6х86МХ. Переработанный вариант 6х86. Кэш – память L1 – до 64 Кб. В состав архитектуры ядра был добавлен блок ММХ. Частота шины процессора – 60 – 75 МГц. PR – рейтинг – 166 – 266 МГц.

MII. Последний процессор от Cyrix. Кэш – память L1 – 64 Кб. L2, как обычно для Socket 7, находится на материнской плате и имеет объем от 512 до 2 Мб. Поддерживаемые наборы инструкций – ММХ. Технология 0,25 мкм.

**Кодовые названия процессоров VIA**

Samuel. Кодовое наименование процессоров и ядра. Основой послужило ядро Winchip – 4, доставшееся VIA в наследство от Centaur. Работают на частотах 500 – 700 МГц. Производятся по технологии 0,18 мкм. Процессоры используют набор SIMD 3D Now!. Форм – фактор – Socket – 370. Кэш – память L1 – 128 Кб. Тактовая частота ядра – 500 – 667 МГц. Получили наименование Cyrix III.

Samuel 2. Наименование процессоров и ядра, разработанных группой Centaur. Кэш – память L2 объемом 64 Кб. Тактовая частота ядра – 667 – 800 МГц. Частота шины процессора 100, 133 МГц; форм – фактор – Socket 370.

Matthew. Кодовое наименование интегрированных процессоров. Имеют в своем составе ядро Samuel 2 с интегрированным видео и компонентами North Bridge.

Ezra. Совместная разработка групп Cyrix и Centaur. Первое действительно новое ядро VIA. Кэш – память L1 – 128 Кб, кэш – память L2 – 64 Кб. Технология – 0,15 мкм с переходом на 0,13 мкм. Тактовая частота ядра – 750 МГц.

Ezra – T. Кодовое наименование процессоров и ядра. Технология 0,13 мкм; кэш- память L1 – 128 Кб, L2 – 64 Кб. Поддержка ММХ, 3D Now!. Тактовая частота ядра – от 800 МГц (6х133 МГц).

Nehemiah. Рассчитаны на работу при частотах 1,2 ГГц. Кэш – память L1 – 128Кб; кэш – память L2 – 256 Кб. Конвейер в 17 ступеней; напряжение питания ядра 1,2 В; технология 0,13 мкм с использованием медных соединений.

Esther. Наименование процессоров и ядра. Кэш – память L1 – 128 Кб; L2 – 256 Кб. Конвейер в 17 ступеней, тактовая частота ядра 2 ГГц.

**Кодовые названия процессоров Transmeta**

Crusoe. Линейка процессоров, ориентированных на мобильные системы. Состоит из моделей ТМ3200 (L2 = 0), ТМ5400 (L2 = 256 Кб), ТМ5500 (L2 = 256 Кб), ТМ5600 (L2 = 512 Кб), ТМ5800 (L2 = 512 Кб), имеющих в своем составе интегрированные компоненты North Bridge.

Astro. Кодовое название высокопроизводительных процессоров со сверхнизким уровнем энергопотребления. Рабочая частота – 1,4 ГГц.

**12. Картриджи процессоров**

Процессоры Pentium II, а за ними и Pentium III выпускались в специальном картридже SECC, предназначенным для установки в Slot 1 – 242 – контактный разъем на материнской плате. На плате картриджа располагается и кэш – память L2.

Для Slot 1 предназначен и картридж SEPP, но он используется в процессорах Celeron. От SECC отличается отсутствием пластикового корпуса. Все эти картриджи полностью совместимы, и материнские платы на основе Slot 1 можно использовать как для Pentium II, Pentium III, так и для Celeron.

Новые Celeron выпускаются в корпусах типа PPGA, напоминающий корпуса Pentium, но с другим количеством выводов и предназначенных для установки в 370 – контактный Socket 370.

Большинство процессоров других производителей также выпускается в корпусах типа PPGA, однако они предназначены для установки в старый 237 – контактный разъем Socket 7. Процессор AMD Athlon, так же как и Pentium II, имеет картриджную конструкцию, но он предназначен для установки в новый Slot А, который механически совместим сj Slot 1, но имеет другую электрическую разводку.

**13. Охлаждение процессоров**

**Неизбежность нагрева**

По мере повышения вычислительной производительности процессоров ПК они больше потребляют электропитания и сильнее нагреваются, а следовательно, увеличивается и тепловыделение. Так, например, если для процессора Celeron значение мощности не превышало и 20 Вт, то для Pentium III, Duron это значение выросло до 30 – 40 Вт, а для Pentium IV и Athlon уже составило более 80 Вт. Если не рассеивать выделяемое тепло, то процессор перегревается и отказывается работать. Чтобы избежать этого, необходимо эффективное охлаждение. Можно выделить три технологии охлаждения, применяемые в вычислительной технике.

**Воздушное охлаждение**

Эта технология получила наибольшее распространение в мире ПК. Для охлаждения процессора на него устанавливается радиатор, а на радиатор – вентилятор. Такая комбинация приборов охлаждения называется кулером.

Основные характеристики радиатора – это материал, из которого он изготовлен, а также чистота контактной поверхности между радиатором и процессором. Увеличение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи достигается подбором материала радиатора. Радиаторы изготавливаются из алюминия и меди (или с добавлением меди).

Из–за микроскопических неровностей между процессором и радиатором неизбежна воздушная прослойка, которая отрицательно сказывается на теплообмене между процессором и радиатором. Для этих целей применяются различные силиконосодержащие термопласты, которые улучшают передачу тепла радиатору.

**Типы радиаторов**

Самые распространенные – прессованные алюминиевые радиаторы, которые изготавливаются прессованием со сложным профилем поверхности с ребрами жесткости.

«Складчатые» радиаторы изготавливаются из алюминия и меди. На пластине радиатора пайкой или с помощью теплопроводящих паст фиксируется тонкая металлическая лента, свернутая в гармошку.

«Кованые» радиаторы производятся из алюминия холодной прессовкой, что позволяет выполнять поверхность радиатора в форме ребер и в виде стержней.

В «составных» радиаторах поверхность создается раздельными тонкими медными пластинами, припаянными к основе радиатора.

«Точеные» радиаторы производятся прецизионной механической обработкой цельных заготовок из алюминия и меди.

**Процессорные вентиляторы и их характеристика**

В процессорных кулерах в основном находят применении осевые (аксиальные) вентиляторы. Они создают воздушный поток параллельно оси вращения крыльчатки. Механическая часть вентилятора может быть построена на подшипнике скольжения, на двух подшипниках качения и на комбинированном подшипнике – один подшипник скольжения и один качения. Для вращения крыльчатки вентилятора применяется электродвигатель постоянного тока.

Среди основных характеристик вентиляторов выделяют:

- производительность. Величина, показывающая объемную скорость воздушного потока. Выражается в кубических футах в минуту (cubic feet per minute – CFM);

- скорость вращения крыльчатки. Выражается в об/мин, или rotations per minute – RPM);

- уровень шума. Показывает, насколько шумным будет вентилятор в субъективном восприятии, и выражается в децибелах (дБ).

**Электрическое охлаждение**

Кулеры Пельтье основаны на явлении Пельтье, суть которого состоит в выделении или поглощении тепла на контакте двух различных проводников в зависимости от направления электрического тока. Этот эффект обнаружил французский физик Жан Пельтье, когда пропустил постоянный ток через полоску висмута, подключенную с помощью двух медных проводков. Он заметил, что соединение «медь – висмут» (ток от меди к висмуту) нагревается, другое соединение – «висмут – медь» (ток от висмута к меди) – охлаждается. Было замечено, что количество выделенной теплоты пропорционально силе тока. Такие элементы впоследствии получили название термопара, или термоэлемент. Элементы Пельтье состоят из последовательных каскадов, реализованных по принципу: горячий полюс одного элемента пластинки к холодному полюсу другого.

Как выяснилось позже, данный эффект в значительной степени усиливается, если вместо металлов использовать разнородные полупроводники. Конструктивно охладитель Пельтье состоит из последовательного соединения чередующихся полупроводников n – и p – типов. При прохождении постоянного тока через такое соединение одна половина контактов n – p нагревается, другая – охлаждается.

Если подать на пластинку элементов Пельтье сильный ток, то одна ее сторона (на нее выведены нагреваемые контакты) нагреется, а другая – с охлажденными контактами – охладится. Холодную сторону устанавливают на процессор, а горячую соединяют с радиатором.

**Водяное охлаждение**

Принцип действия водяного (жидкостного) охлаждения подобен системе воздушного охлаждения. Необходимость циркуляции жидкости в охладителе требует наличия в нем таких элементов, как трубовод (как правило, из силикона), по которому течет охлажденная жидкость, и водяного насоса, обеспечивающего ее циркуляцию. Преимуществами такой системы являются высокое качество охлаждения и значительное снижение шума. Но в то же время возникает проблема герметичности контуров охлаждения.

**Термопасты**

Термопасты создаются на основе порошкообразных материалов, а вязких связующим в них служит силикон. В качестве порошкообразных составляющих выступают оксид цинка, нитрит алюминия и графит. Термопласты эффективно отводят тепло, если их превратить в качественную тонкую прослойку между процессором и кулером. Если придется снимать кулер, то необходимо тщательно удалить старую и нанести новую пасту.

**Badong**

Для принудительного воздушного охлаждения процессора ПК может применяться Badong в виде шланга. Один конец этого шланга подключается к кулеру на процессоре, а второй – к выдувающему вентилятору. Следует учитывать важную деталь: чтобы процессорному кулеру предоставить внешний воздух, его нужно перевернуть.

**14. Разгон процессора**

**Основания для разгона**

Разгон процессора, или overclocking (оверклокинг), - это процесс увеличения скорости работы процессора выше рекомендованной производителем. Что же является основанием для такого повышения производительности процессора? Ответ вытекает из того, как назначается процессору тактовая частота. После производства партии кристаллов – заготовок (обычно не менее 10 000) их подвергают тестированию на общую работоспособность. После этого, для выборки процессоров из оттестированной партии определяют, на какой максимальной тактовой частоте они будут гарантированно устойчиво работать. Если процессоры «не выдерживают» заданную частоту, их тестируют на меньшей. В соответствии с результатами тестов всей партии назначается номинальная частота, которая и указывается в спецификациях, например Celeron 1,7 ГГц или Pentium IV 3,3 ГГц.

Естественно, в тестированной партии процессоров могут оказаться экземпляры, обеспечивающие устойчивую работу и на большей частоте. А учитывая, что температурные условия при тестировании более жесткие, чем при работе в вентилируемом корпусе, при эффективном и интенсивном охлаждении процессора можно обеспечить нормальную работу на частоте выше номинальной.

**Способы разгона**

Сразу же нужно заметить, что разгон процессора – дело опасное, так как может привести к потере работоспособности отдельных устройств ПК. И, как правило, все, кто рассказывает о разгоне процессоров, делают обязательные приписки о том, что не несут ответственности за выход из системы пользователя строя при ее разгоне. Но в большинстве случаев процессор выходит из строя, потому что пользователь пренебрегает некоторыми общими правилами выполнения этого процесса:

- разгонять процессор нужно постепенно;

- ни в коем случае не пренебрегать охлаждением процессора;

- после разгона процессора необходимо протестировать стабильность работы ПК с различными программами.

Скорость выполнения операций процессора определяется следующим соответствием:

Скорость процессора = скорость (тактовая частота)

системной шины \* множитель частоты

Поэтому его совместную тактовую частоту можно повысить тремя способами:

- увеличить множитель частоты;

- увеличить скорость системной шины;

- увеличить и скорость системной шины, и множитель.

Алгоритм разгона.

Рекомендации, выполнив которые можно разогнать процессор до нужной частоты и обеспечить стабильную работу ПК:

- изменяйте частоту системной шины не белее чем на 10 МГц за одну итерацию;

- не изменяйте множитель частоты за одну итерацию на величину, большую единицы;

- после каждого изменения параметров системы перезагружайте ПК и убеждайтесь, что Windows загружается без проблем;

- дойдя до такой скорости, при которой Windows не загружается, вернитесь к предыдущему значению скорости (уменьшение скорости также проводите постепенно);

- определив необходимую скорость работы процессора и, перезагрузив компьютер, проведите тестирование системы на предмет стабильной ее работы.

**Аппаратное и программное управление разгоном**

Для изменения частоты системной шины и значения множителя на старых материнских платах использовались джамперы, которые были физически реализованными перемычками и/или переключателями. Именно с их помощью осуществлялось аппаратное управление разгоном. Положение перемычек обычно указывалось на платах. Кроме того, эту информацию можно получить и в руководстве по материнской плате.

На современных материнских платах такие джамперы отсутствуют, а для конфигурирования их работы используется BIOS, что позволяет легко определить текущие установки для процессора, а сам разгон провести достаточно точно. Чтобы узнать, имеет ли материнская плата перемычки или нет, войдите в BIOS – Setup, найдите раздел, посвященный CPU, и измените скорость системной шины и/или множитель частоты.

**Тестирование стабильности работы**

Добившись того, что Windows нормально загружается при определенной скорости работы процессора, необходимо убедиться, что при данной скорости разогнанный процессор и материнская плата работают стабильно. Для тестирования стабильной работы процессора можно использовать, например, программу CPU Stability Test. С ее помощью можно «нагрузить» процессор на 95% и поддерживать такую нагрузку в течение длительного времени.

Чтобы проверить стабильность всей системы в целом, рекомендуется использовать 3D – приложение, например демо-версию Unreal, поскольку эта игровая программа «серьезно нагрузит» всю систему. Также можно воспользоваться тестом 3DMark2000, который не сложен в настройке, но достаточно эффективен.

**Особенности разгона процессоров AMD и INTEL**

Запас по повышению частоты системной шины на платах, поддерживающих процессоры AMD, отсутствует, а множитель частоты зафиксирован производителем. Но так называемые «мостики», вынесенные на поверхность корпуса процессора, позволяют изменять множитель и напряжение ядра. Именно пережиганием «мостиков» в определенной комбинации производитель задает частоту процессора, а также напряжение питания ядра.

Теоретически все просто, но на деле же предстоит ювелирная работа. Первый способ – использование автоматического карандаша с твердо – мягким графитовым стержнем толщиной 0,5 мм. Второй способ предусматривает использование специального капиллярного карандаша с токопроводящими серебряными чернилами. Третий способ предполагает рисование проводящих дорожек («мостиков») пером, изготовленным из тонкого припоя. «Рисовать» нужно очень аккуратно, так как размыкание «мостиков» придется выполнять скальпелем.

С некоторого времени компания Intel перестала разрешать пользователям использовать множитель, оставив единственную возможность разгона через изменение частоты системной шины. Как известно, только с Celeron 800 частота системной шины достигла значения 100 МГц, во всех предыдущих моделях она была 66 МГц. Так, например, для Celeron 600 с множителем 9, подняв частоту системной шины с 66 до 100 МГц, можно получить Celeron 900. при разгоне Pentium III и Celeron необходимо, чтобы BIOS «знала» о процессорах Intel с ядром Coppermine, а на материнской плате был регулятор, поддерживающий напряжение питания ядра Vcore 1,5 – 1,6 В.

**Измерение температуры**

Повышение температуры процессора – главная проблема при увеличении тактовой частоты, поэтому особенно важно обеспечить его качественное охлаждение. Чтобы исключить выход процессора из строя из-за перегрева, необходимо уменьшить его тактовую частоту. При этом температура снижается до безопасного значения, а процессор не прекращает своей работы.

Для определения температуры применяются специальные датчики, например LM75 от компании National Semiconductor, которые размещаются под процессором или рядом с ним. (Это реализовано только в новых материнских платах). В основу работы этих датчиков положено свойство некоторых металлов изменять электрическую проводимость при изменении температуры.

Но если процессор нагружается не полностью, то специальные утилиты, такие как CPUIdle, Rain или Waterfall, могут переводить неиспользуемые части процессора в режим экономии энергии. Понижая таким способом энергопотребление, можно достичь того, что процессор значительно дольше не будет нагреваться.

Программы контроля, такие как Motheboard Monitor, Hardware Monitor или CP Monitor, отображают в маленьких окнах строки состояния или панели задач текущую температуру процессора, его напряжение и частоту вращения вентиляторов внутри компьютера. Пользователь может также задать предельные значения, о достижении которых сигнализирует программа.

**Список использованной литературы:**

1. С.Э. Зелинский «ПК. Устройства, периферия, комплектующие». – 2005 г.
2. А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, Р.А. Сворень «Основы информатики и вычислительной техники». – 1911 г
3. С.В. Глушаков, А.С. Сурядный «Персональный компьютер». – 2002 г.
4. «Комп’ютерний словник».
5. В.Э. Фролов «IBM PC для пользователя. Краткий курс». – 1998 г.
6. О. Вудз, Д. Фурлонг, С.Е. Роу «Язык программирования». – 1989 г.
7. С.В. Глушаков, В.Н. Зорянский, С.Н. Хоменко «Turbo Pascal 7.0». – 2005г.
8. В.М. Португал «Пятое поколение». – 1988 г.
9. Т.А. Павловская «Паскаль. Программирование на языке высокого уровня». – 2004 г.