

## Регенерация памяти

Динамическая память любого типа, в отличие от статической, даже при подаче питающих напряжений не обладает способностью хранить свою информацию сколь угодно долго. Состояние элементарной ячейки динамической памяти определяется наличием или отсутствием заряда на конденсаторе, и этот заряд подвержен утечке. Поэтому для сохранения данных в динамической памяти ее ячейки необходимо периодически подзаряжать, что и составляет суть процесса регенерации. Как это происходит, чуть ниже. При выполнении операции чтения регенерация выполняется автоматически. Полученные на усилителе сигнала данные тут же записываются обратно. Считается, что такой алгоритм позволяет уменьшить число требуемых регенераций и увеличить быстродействие. Но это совершенно не так! Считывается ли информация из памяти или нет, "частота" регенерации при этом не меняется. Она либо вообще не регулируется (нет соответствующих опций в "BIOS Setup"), либо является строго фиксированной после соответствующих установок.

### **Возможны три различных метода регенерации данных.**

Регенерация одним RAS (RAS Only Refresh - ROR). Этот метод использовался еще в первых микросхемах DRAM. Адрес регенерируемой строки передается на шину адреса и выдается сигнал RAS (точно так же, как при чтении или записи). При этом выбирается строка ячеек, и данные из них поступают на внутренние цепи микросхемы, после чего записываются обратно. Так как далее сигнал CAS не следует, цикл чтения/записи не начинается. Затем передается адрес следующей строки и так далее, пока не будет пройдена вся матрица памяти, после чего цикл регенерации повторяется. К недостаткам этого метода можно отнести то, что занимается шина адреса, и в момент регенерации блокируется доступ к другим подсистемам компьютера.

CAS перед RAS (CAS Before RAS - CBR) - стандартный метод регенерации. При нормальном цикле чтения/записи сигнал RAS всегда приходит первым, за ним следует CAS. Если же CAS приходит раньше RAS, то начинается специальный цикл регенерации - CBR. При этом адрес строки не передается, а микросхема использует свой внутренний счетчик, содержимое которого увеличивается на 1 при каждом CBR-цикле (т.н. инкрементирование адреса строки). Этот режим позволяет регенерировать память, не занимая шину адреса, что, безусловно, более экономично.

Автоматическая регенерация памяти (Self Refresh - SR, или саморегенерация). Этот метод обычно используется в режиме энергосбережения, когда система переходит в состояние "сна" ("suspend"), и тактовый генератор перестает работать. В таком состоянии обновление памяти по вышеописанным методам невозможно (попросту отсутствуют источники сигналов), и микросхема памяти выполняет регенерацию самостоятельно. В ней запускается свой собственный генератор, который тактирует внутренние цепи регенерации. Такая технология работы памяти была внедрена с появлением EDO DRAM. Необходимо отметить, что в режиме "сна" память потребляет очень малый ток.

В классической реализации PC AT запросы на регенерацию DRAM генерировал канал 1 системного таймера 8254. К его выходу подключен триггер, работающий в счетном режиме и меняющий свое состояние на противоположное при каждом запросе. Состояние этого триггера можно программно считывать через бит 4 порта 61h. Проверка *Refresh Toggle* заключалась в проверке того факта, что этот триггер переключается с заданной частотой. Но

со временем стали применяться другие алгоритмы регенерации памяти (что и изложено выше), и несмотря на то, что *Refresh Toggle* сохраняется для совместимости, по нему уже нельзя проверить формирование запросов на регенерацию. Циклы регенерации выполняет входящий в состав чипсета контроллер регенерации, который для выполнения своей задачи должен получать управление магистралью каждые 15,6 мкс. Во время цикла регенерации производится чтение одной из N ячеек памяти.

## **Burst Refresh**

- (пакетная регенерация). Как правило, трактовка этой опции в литературе носит ошибочный характер. При разрешении опции ("Enabled") в единый пакет собираются запросы на регенерацию, причем такое пакетирование может в некоторых случаях обеспечивать аккумуляцию запросов по всему объему строк в памяти. Такой метод ведет к значительному повышению производительности, но есть и обратная сторона. На достаточно длительные промежутки времени и постоянно происходит захват шины памяти, что приводит к блокировке доступа к ней процессора или других устройств. Опция может называться "DRAM Burst Refresh".

## **CAS Before RAS Refresh**

- метод регенерации памяти, когда сигнал CAS устанавливается раньше сигнала RAS. В отличие от стандартного способа регенерации, этот метод не требует перебора адресов строк извне микросхем памяти - используется внутренний счетчик адресов. Однако, этот способ регенерации должен поддерживаться микросхемами памяти. Если раньше можно было встретить фразы, что большинство модулей памяти поддерживает такой метод регенерации, то сейчас это уже стандартное аппаратное решение. Использование этого метода позволяет заметно снизить потребляемую модулями памяти энергию. Может принимать значения: "Enabled" - разрешено, "Disabled" - запрещено. Опция может называться "CAS Before RAS".

## **CAS-to-RAS Refresh Delay**

- действие этой опции возможно при включенном состоянии предыдущей (или аналогичной), так как в данном случае устанавливается время задержки между стробирующими сигналами (в тактах системной шины). Естественно, что установка меньшего значения приводит к снижению времени, затрачиваемого на регенерацию. Большее же значение повышает надежность, т.е. достоверность данных, находящихся в памяти. Оптимальный вариант для данной системы выбирается опытным путем. Может принимать значения: "1T", "2T" (по умолчанию).

## **Concurrent Refresh**

- (параллельная, или конкурирующая регенерация). При активизации этой опции как аппаратные средства регенерации, так и центральный процессор получают одновременный доступ к памяти. При этом процессору не нужно будет ожидать, пока произойдет регенерация. При установке опции в "Disabled" процессор должен будет ждать, пока схема

регенерации не закончит работу. Естественно, что включение опции повышает производительность системы.

## **Decoupled Refresh**

- (раздельная регенерация). Поскольку ISA-шина имеет невысокую скорость работы, то включение этой опции ("Enabled") позволит чипсету разделить регенерацию для основной памяти и ISA-шины. При этом процесс регенерации для ISA-шины может быть завершен во время выполнения процессором других инструкций. Использование этой опции заметно увеличивает производительность всей системы. Опция эта играла заметную роль во времена 486-х машин.

Но могла возникнуть и проблема, которая заключалась в том, что некоторые карты расширения (обычно, видеокарты) требовали к себе внимания процессора во время начального цикла регенерации шины. Естественно, что это могло привести к нежелательным сбойным ситуациям. Отключение опции могло потребоваться также, если при работе с графическими режимами высокого разрешения на экране монитора появлялись какие-то символы или "снег". При этом необходимо было отключать и такой метод работы с памятью, как "Memory Relocation" (см. выше). Сказанное выше было характерно, например, для видеокарт на чипе S3 801 (таких, как SPEA V7 Mirage), работающих совместно с некоторыми картами-контроллерами производства "Adaptec" с расширенной ROM-памятью, необходимой для обслуживания жестких дисков объемом свыше 1 ГБ. Опция может называться "Decoupled Refresh Option".

## **Distributed Refresh**

- (распределенная регенерация). Не совсем ясно, что "прячется" под этой опцией, хотя есть предположение, что это аналог "раздельной регенерации". В свое время данную опцию можно было встретить в системах на чипсетах от "VIA Technologies". Значения опции: "Disabled" и "Enabled".

## **DRAM Ahead Refresh**

- опция, позволяющая включать ("Enabled") режим "предвидения" для цикла регенерации. Суть этого "предвидения" станет более понятна из следующей опции, которая становится активной при включении разрешения.

x DRAM Ahead Refresh Timing

- данная же опция по сути позволяет "отодвинуть" начало цикла регенерации на 10 или 40 системных тактов. Небольшое, но все же повышение производительности. Столь уникальные опции были реализованы в системах на наборе SIS540 и более пока нигде не встречались.

## **DRAM Burst at 4 Refresh**

- эта опция также связана с пакетной регенерацией, но суть ее иная. Разрешение опции ("Enabled") включает регенерацию по 4 строки в пакете. Такой метод заметно повышает производительность. При этом шина освобождается намного быстрее, чем в случае с опцией "Burst Refresh".

## DRAM CAS# Precharge

- (время предварительного заряда CAS). Эта функция применяется при наличии в системе синхронной динамической памяти, и с ее помощью устанавливается (в тактах системной шины) время для формирования сигнала CAS (накопления заряда по CAS) до начала цикла регенерации памяти (см. ниже дополнительно "DRAM RAS# Precharge Time"). Уменьшение этого значения увеличивает быстродействие, но возможны проблемы со стабильностью системы, если в то же время установлены "пограничные" значения для RAS-строба. Если установлено слишком малое значение (время), также и регенерация может оказаться незавершенной, что в итоге приведет к потере данных, находящихся в памяти.

Опция может иметь наименования: "CAS# Precharge", "CAS# Precharge Time", "FPM CAS# Precharge", "FPM DRAM CAS Precharge", "EDO/FPM CAS Precharge Time", "EDO CAS# Precharge", "EDO DRAM CAS Precharge".

Большим разнообразием значений все перечисленные опции не отличаются. "1T", "2T" или такой ряд: "1T", "1T/2T", "2T". Некоторое разнообразие внесла опция "CAS Precharge Period": "1T", "2T", "3T", "4T".

## DRAM RAS Only Refresh

- включение/отключение метода обновления DRAM, альтернативного методу "CAS-before-RAS". Если BIOS содержит другие возможности по регенерации памяти, то эту опцию необходимо отключить. В противном случае придется использовать этот устаревший метод обновления памяти.

## DRAM RAS# Precharge Time

- (время предварительного заряда RAS). Эта функция применяется при наличии в системе синхронной динамической памяти и она позволяет устанавливать время (в тактах системной шины) для формирования сигнала RAS (иногда говорят о накоплении заряда по RAS) до начала цикла регенерации памяти. Фактически, тем самым устанавливается минимальный интервал между двумя последовательными циклами чтения или записи. Уменьшение этого значения увеличивает быстродействие. Но если установлено недостаточное время, регенерация может быть некомплектной, что в итоге приведет к потере данных, находящихся в памяти. Естественно, что за повышением частоты, на которой работает память, следует и выбор большего значения, что важно при разгоне памяти. Возможные значения могут быть представлены в различном виде: в виде цифровых значений - "3", "4" и т.д.; с указанием системных тактов - "3 Clocks" или "1T". А обобщенный ряд значений имеет следующий вид: 0T, 1T, 2T, 3T, 4T, 5T, 6T, хотя в каждом конкретном варианте может быть представлено 2-4 значения.

Опция может иметь множество названий: "DRAM RAS# Precharge Period", "RAS# Precharge Time", "RAS Precharge Timing", "RAS# Precharge Period", "FPM DRAM RAS# Precharge", "FPM RAS Precharge", "RAS# Precharge", "DRAM RAS Precharge", "EDO RAS Precharge", "EDO RAS# Precharge Time", "EDO RAS Precharge Timing", "FPM/EDO RAS# Precharge Time", "EDO/FPM RAS Precharge Time".

Как видим, опция не потеряла своей актуальности с появлением EDO-памяти и, что интересно, затем также BEDO- и SDRAM- модулей, поскольку данный параметр является одной из важнейших характеристик чипов памяти: "BEDO RAS Precharge", "SDRAM RAS Precharge Time".

Правда, кроме привычных параметров типа "3T" или "2 Clks" (эти значения и характерны для

SDRAM-модулей) в различных версиях BIOS стали "встречаться" новые виды значений, таких как: "Same as FPM" и "FPM-1T", "Fast" и "Normal", "Fast" и "Slow". Для последней пары параметров "Slow" (медленно) равносильно увеличению количества тактов, что повышает стабильность работы системы, поэтому значение "Fast" следует устанавливать в случае уверенности в качестве модулей памяти. Что же касательно первой пары, то для опций вида "FPM DRAM RAS# Precharge" ряд значений мог иметь вид: 2T, 3T, 4T, 5T, 6T, а отсюда и возможный результат для SDRAM-памяти, хотя совершенно не очевидный. Вполне возможна и ситуация, когда версия BIOS предоставляет возможность установки каких-либо параметров для каждого банка памяти в отдельности. Поскольку речь идет о "предзаряде" для RAS#-строба, то опция (опции!) может называться "Bank 0&1 (2&3)(4&5): EDO/SDRAM Precharge" со значениями: "3T/2T", "4T/3T".

"AMI BIOS" для "своей" опции "SDRAM RAS# Precharge" предложил дополнительное значение "Auto". Правда, один из вариантов опции "SDRAM RAS Precharge" представил и значения "Disabled"/"Enabled". Запрещать опцию можно только в случае абсолютной уверенности в модулях памяти, иначе неприятностей не избежать. Раз коснулись возможности запрещать/разрешать механизм предзаряда, то нужно отметить и возможность включать ("Enabled") оптимизацию предзаряда - "SDRAM: Optimal RAS# Prech.". Для данной опции (опций!) необходимо отметить пару важных моментов. Нельзя путать данную опцию с опциями типа "Refresh RAS Active Time", которые отвечают за длительность сигнала RAS#. В нашем случае речь идет как бы о подготовительном процессе. И второе! Данную опцию совершенно правильно было бы разместить и в разделе, посвященном стандартной оптимизации памяти (см. ниже). Процедуры выставления сигнала RAS# и при регенерации, и при операциях чтения/записи идентичны. В завершение вышесказанного опция "RAS# Precharge/Refresh" со значениями "3T/4T" и "4T/5T". Данной опцией устанавливаются одновременно и время подготовительной фазы, и общее время активности сигнала RAS# для цикла регенерации.

## **DRAM Refresh Method**

- опция установки метода регенерации. Опция может называться также "Refresh Type", "DRAM Refresh Type", "DRAM Refresh Mode" или "Refresh Type Select". При любых вариациях опция, как правило, среди возможных параметров содержит только два параметра. Приводим весь возможный ряд: "CAS before RAS" (или "CAS-RAS"), "RAS only", "RAS# Before CAS#", "Normal", "Hidden".

## **DRAM Refresh Period**

- установка периода (частоты повтора), требуемого для регенерации памяти, в соответствии со спецификацией модулей памяти. В новейших версиях BIOS такая опция может и не присутствовать, хотя ее наличие в современной системе по-прежнему позволяет оптимизировать процесс регенерации. Ранее такая опция предлагала пользователю широкий простор для творчества: в зависимости от версии BIOS и его производителя, чипсета, модулей памяти. Опция могла также носить название "Refresh Cycle Time (us)", "DRAM Refresh Cycle Time", "Memory Refresh Rate", "DRAM Refresh Rate Select", "DRAM Refresh Rate", "SDRAM Refresh Rate" или просто - "DRAM Refresh". Вот неполный перечень значений, с которыми мог встретиться пользователь:

"For 50 MHz Bus", "For 60 MHz Bus", "For 66 MHz Bus", "Disabled" (такой необычный вариант встретился в системе на i430FX),  
"50/66 MHz", "60/60 MHz", "66/66 MHz",  
"15 us", "30 us", "60 us", "120 us",

"Disabled" (или "No Refresh"), "15.6 us", "31.2 us", "62.4 us", "124.8 us", "249.6 us",  
"15.6 us", "31.2 us", "62.4 us", "125 us", "250 us",  
"15.6 us", "62.4 us", "124.8 us", "187.2 us",  
"1040 Clocks", "1300 Clocks",  
"15.6 us", "7.9 us", "FR 128 CLKs" (понятно, что речь идет о частоте - "frequency"),  
"Disabled", "Normal",  
"Fast", "Slow",  
"Faster", "Slower",  
"Disabled" (устанавливаются стандартные 15,6 мкс), "Enabled" (соответствует удвоению частоты).

Остается отметить, что чем реже производится регенерация памяти, тем эффективнее работает система. Но если явно наблюдаются нарушения в работе системы, то частоту обновления необходимо повысить. Значение "Disabled", появляющееся в некоторых версиях, не должно использоваться. В противном случае следует ожидать потери информации в памяти. И наконец, если пользователь видит на экране перед собой целый ряд значений для выбора, то это может означать, что в состав чипсета входит специальный конфигурационный регистр, в котором три разряда (или менее) "отданы" под возможные комбинации устанавливаемой частоты.

Как дополнение к изложенному рассмотрим еще некоторые опции и чипсеты, для которых они были реализованы:

"DRAM Refresh Rattery Time" (SIS530) - "15.6 us", "7.8 us", "3.9 us",  
"Refresh Rate" (AMD751) - "20.4 us", "15.3 us", "10.2 us", "5.1 us".

Опция "Refresh Mode Select", несмотря на некоторое несоответствие в названии, предложила значения "7.8 ?sec", "15.6 ?sec", "64 ?sec", а опция "Refresh Interval" - "7.8 ?sec", "15.6 ?sec", "31.2 ?sec", "64 ?sec", "128 ?sec".

Вот тут и может возникнуть, с одной стороны, мнимое несоответствие, а с другой, некоторое непонимание сути представленных опций. Ведь в названиях опций упоминаются и "частота", и "период", и "интервал", и "время цикла". Поэтому требуется дополнительное разъяснение. Понятно, что одновременно регенерировать всю динамическую память невозможно.

Допустимо также говорить о построчной регенерации матрицы памяти (об этом см. выше). Тогда можно ввести сразу два понятия. Первое - временной интервал между регенерацией, например, соседних строк. Второе - время полного цикла регенерации, т.е. время, через которое необходимо будет снова регенерировать условную начальную строку. "Обычный" чип памяти содержит 4096 строк. Можно утверждать, что общее время цикла регенерации составляет 64 мсек (один из стандартов JEDEC). И тогда упомянутый интервал (период) регенерации составляет:  
 $64000 : 4096 = 15.6 \text{ ?sec}$ .

Это означает, что каждые 15,6 мкс контроллер памяти инициирует цикл регенерации отдельной строки памяти. И это значение характерно для тех же модулей DIMM емкостью 128 Mbit или меньше. Если же речь идет о модулях емкостью 256 Mbit и более, то количество строк составит 8192 и интервал регенерации 7.8 ?sec, обусловленный сохранением времени общего цикла в 64 мсек. Если же в системе используются модули различной емкости, то временная характеристика регенерации устанавливается по модулю большей емкости, т.е. с более высокой частотой.

Необходимо отметить, что применявшиеся ранее модули памяти во многих случаях позволяли удлинить цикл регенерации, т.е. увеличить ее интервал, тем самым несколько повышая производительность системы.

И, конечно же, картина была бы неполной, если бы мы не вспомнили о *RAMBUS DRAM*. Мы не будем детально останавливаться на архитектуре этого типа памяти, напомним только, что структура и организация банков памяти носит многоканальный характер. Причем каждый канал данных представляет собой шину шириной всего в один (!) байт. Но за счет высокопроизводительного конвейера, высокоскоростной внутренней магистрали,

синхронизируемой собственным тактовым генератором, пропускная способность шины памяти уже доведена до 3,2 ГБ/сек. Ну а теперь опция - "RDRAM Refresh Rate, Channel N", и ее значения: "No refresh", "1.95 us", "3.9 us", "7.8 us".

## **DRAM Refresh Queue**

- этот параметр во включенном состоянии допускает использование более эффективного метода обновления памяти. Дело в том, что чипсет способен формировать последовательность нескольких запросов обновления памяти, пока шина процессора не будет готова к выполнению следующей операции. Речь здесь идет об использовании режима конвейеризации запросов на регенерацию памяти. "Enabled" разрешает постановку в очередь, как правило, 4 запросов регенерации памяти. Установка в "Disabled" означает отключение конвейеризации, что естественно снижает эффективность и приводит к проведению всех циклов регенерации либо по приоритету запросов, либо в соответствии с методами, изложенными в других опциях.

Данный режим должен быть всегда включен. "Enabled" устанавливается и по умолчанию.

Одно условие! Установленные модули памяти должны поддерживать это свойство, большинство современных типов памяти поддерживают этот метод. Более того!

Использование столь эффективного метода регенерации зависит и от реализации чипсетом таких функций, и от версии BIOS. В таком явном, "пользовательском", виде такая опция повстречалась в "AMI BIOS".

Опция может называться также "DRAM Refresh Queing".

## **DRAM Refresh Queue Depth**

- данная опция позволяет установить степень ("глубину") конвейеризации, т.е. количество возможных ступенек конвейера. Чем выше это число, тем большее количество запросов на регенерацию в данное время находится в обработке. Возможные значения, что естественно зависит от указанных выше реализаций и возможностей, имеют вид:

"0" (равносильно "Disabled"), "4", "8", "12" (по умолчанию).

Опция может называться также "Refresh Queue Depth".

## **Extended Refresh**

- (расширенная регенерация). Введение (в свое время) этой опции в BIOS предполагало использование специальных EDO-чипов. Регенерация содержимого ячеек EDO DRAM при этом стала производиться через 125 мкс, а не через каждые 15,6 мкс, как при стандартной регенерации. Это несколько повысило общее быстродействие памяти.

## **Fast DRAM Refresh**

- (быстрая регенерация DRAM). Контроллер памяти предоставляет два режима регенерации памяти: стандартный (Normal) и скрытый (Hidden). В каждом из режимов CAS-строб выставляется перед RAS-сигналом, однако в режиме "Normal" для каждого строб-импульса выделяется дополнительный такт процессора. Это старый метод обновления памяти, и поэтому имеет смысл установить значение данного параметра в "Hidden", который обеспечивает и повышенное быстродействие, и большую эффективность (см. ниже), также и

по причине того, что CAS-строб может и не выставляться - быть "скрытым".

## **Hidden Refresh**

- (скрытая регенерация). Когда установлено значение "Disabled", память регенерируется по IBM AT методологии, используя циклы процессора для каждой регенерации. Когда опция "Hidden Refresh" установлена в "Enabled", контроллер памяти "ищет" наиболее удобный момент для регенерации, независимо от циклов CPU. При этом регенерация происходит одновременно с обычным обращением к памяти. Алгоритм регенерации памяти при этом многовариантен: разрешаются циклы регенерации в банках памяти, не используемых центральным процессором в данный момент, взамен или вместе с нормальными циклами регенерации, выполняемыми всякий раз (каждые 15 мс) при определенном прерывании (DRQ0), вызванном таймером и иницируемой схемой регенерации.

Для регенерации каждый раз требуется до 4 мс. В течение этих 4 мс один цикл регенерации примерно каждые 16 мкс регенерирует по 256 строк памяти (здесь и выше приведены характеристики для модулей памяти малой емкости). Каждый цикл регенерации занимает столько же или чуть меньше времени, чем один цикл чтения памяти, т.к. сигнал CAS для регенерации при этом не требуется.

"Hidden refresh" отличается максимальной скоростью и эффективностью, наименьшими нарушениями активности системы и наименьшими потерями производительности, также позволяя поддерживать состояние памяти во время нахождения системы в режиме "suspend". Этот режим более быстрый, чем "Burst Refresh". Но наличие в BIOS этой функции еще не означает ее реализации. После установки опции в "Enabled" стоит тщательно проверить работоспособность компьютера. Некоторые модули памяти позволяют использовать "Hidden Refresh", некоторые - нет. В большинстве случаев рекомендуется установить в "Enabled".

## **Hi-Speed Refresh**

- с помощью этой опции чипсет быстрее проведет регенерацию основной памяти. Правда, эффект от этой установки значительно меньше, чем от включения "Slow Refresh". Последний режим регенерации предпочтительнее. К тому же эта функция поддерживается не всеми чипами памяти.

## **ISA Refresh**

- опция разрешения/запрещения проведения регенерации памяти для ISA-шины. В таком виде эта опция уже не встречалась даже в последние годы существования ISA-шины.

## **ISA Refresh Period**

- установка периодичности для регенерации ISA-шины. Возможный ряд значений: "15 us", "30 us", "60 us", "120 us".

## **ISA Refresh Type**

- опция с установкой метода регенерации памяти для ISA-шины. Возможные значения

параметра: "Normal" и "Hidden". Аналогичная опция с названием "ISA Bus Refresh Mode" могла предложить другие значения: "Slow" и "Fast".

## **PCI-to-DRAM RAS# Precharge**

- тема "предзаряда" уже достаточно нами освоена, поэтому стоит лишь сказать кратко о назначении данной опции - установка времени "предзаряда" строба RAS# при циклах записи PCI-шины в основную динамическую память. Значения опции: "2T", "3T".

## **RAS Precharge @Access End**

- когда выбрано "Enabled", RAS#-строб остается в активном состоянии в конце процесса "предзаряда". Если же установлено "Disabled", RAS# переводится в пассивное состояние (высокий уровень).

## **RAS Timeout**

- когда установлено значение "Disabled", цикл регенерации динамической памяти производится в стандартном режиме, т.е. каждые 15,6 мкс. Дополнительный цикл регенерации памяти вставляется при выборе значения "Enabled".

## **Ref/Act Command Delay**

- (установка задержки для цикла чтения/записи). Параметром выбирается время задержки между окончанием цикла регенерации и началом цикла чтения или записи. Опция может принимать значения: "5T", "6T" (по умолчанию), "7T", "8T".

Система на наборе SIS530 предложила опцию под названием "DRAM Refresh/Active Delay" с чуть более консервативными значениями: "9T", "8T", "7T", "6T". Более развитый чипсет (SIS540) представил уже две опции: "DRAM REF/ACT Delay" ("10T", "9T") и "DRAM ACT/REF Delay" ("10T", "9T", "8T"). Понятно, что последняя опция предназначена для выбора задержки для режима регенерации после окончания цикла чтения/записи. Меньшие значения, конечно, более предпочтительны. Данная опция уже не встречается в современных системах.

## **Refresh During PCI Cycles**

- опция, разрешающая/запрещающая проведение регенерации памяти во время циклов чтения/записи на шине PCI. Может принимать значения:

"Enabled" - разрешено,

"Disabled" - запрещено.

## **Refresh RAS# Assertion**

- (установка периода активности сигнала RAS). Этим параметром устанавливается длительность сигнала RAS (в тактах системной шины) для цикла регенерации. Меньшее

значение увеличивает производительность системы. Но поскольку принимаемые значения определяются качеством памяти и чипсетом, то к их установке необходимо подходить осмотрительно. Может принимать значения: "4T" (или "4 Clks"), "5T" (или "5 Clks"). Могут быть и другие значения.

Опция может называться также "Refresh Assertion", "Refresh RAS Active Time" или "RAS Pulse Width Refresh".

## **Refresh Value**

- данной опцией устанавливался множитель частоты регенерации. Меньшее значение увеличивало производительность системы за счет снижения частоты регенерации. Но при этом также оптимальный вариант мог быть достигнут только опытной проверкой. Значения опции могли быть выбраны из ряда: 1, 2, 4, 8, 16. Иногда можно было встретить и значение 0,5. Опция эта давно уже не встречается.

Опция может называться "Refresh Divider".

## **Refresh When CPU Hold**

- довольно устаревшая опция, предлагавшая производить регенерацию ("Enabled") или не делать этого ("Disabled") во время пауз процессора.

## **SDRAM Idle Limit**

- данная опция устанавливает количество "пустых" тактов ожидания перед перезарядкой SDRAM-модулей. Оптимальная установка позволяет улучшить производительность циклов чтения/записи путем настройки интервала времени, в течение которого банк памяти может оставаться "пустым" перед перезарядкой (recharging), т.е. перед перезаписью содержимого памяти обратно в ячейки. При этом данная установка не может функционировать как задержка цикла регенерации.

Уменьшение количества тактов с 8 (по умолчанию) до 0 означает, что банк SDRAM-памяти будет немедленно регенерироваться как только контроллер памяти выставит достоверный запрос. При увеличении "SDRAM Idle Limit" от 8 тактов и более перезарядка банка будет задержана на большее время, тем самым возрастет время "хранения" информации из памяти во внутренних цепях. Пришедшая в это время команда чтения/записи будет исполнена мгновенно. Тогда приходится признать, что эффективность памяти возрастет, когда банк более длительное время будет оставаться "пустым". Но всегда есть свое НО! Во внутренних цепях перезарядки не хранятся все строки банка памяти, а только регенерируемой строки. Поэтому пришедший запрос, например, на чтение некоторой строки наверняка не "попадет в точку", и системе придется ожидать завершения регенерации, особенно в случае завышенного значения параметра.

В основном приходится выбирать между значениями в пределах между 0 и 8-ю тактами, правда, насколько позволит это версия BIOS. Конечно, подобная настройка требует серьезной опытной проверки. Поэтому, если есть возможность управлять частотой регенерации, то данную опцию лучше заблокировать. Опытным специалистам можно порекомендовать "поиграть" с двумя характеристиками.

Опция может называться "DRAM Idle Timer". Указанные опции предложили два ряда значений:

"Disabled", "0 Cycle", "8 Cycles", "12 Cycles", "16 Cycles", "24 Cycles", "32 Cycles", "48 Cycles",

"0 clocks", "2 clocks", "4 clocks", "8 clocks", "10 clocks", "12 clocks", "16 clocks", "32 clocks". Подобные опции достаточно редки. Но вот система на достаточно современном чипсете AMD751 предложила сразу две:

"Idle Precharge Limit" с рядом "0 cycles", "8 cycles", "12 cycles", "16 cycles", "24 cycles", "32 cycles", "48 cycles" и "No idle precharge" и "Extra High Idle Limit" со значениями "Disabled"/"Enabled". Последняя опция разрешает или запрещает вставку дополнительного такта ожидания.

## **SDRAM Precharge Control**

- (управление предварительным зарядом SDRAM). Данная опция определяет, чем управляется "предзаряд" SDRAM - центральным процессором или самой SDRAM-памятью. В некоторых версиях BIOS такая опция может называться (трактоваться) как "SDRAM Page Closing Policy" ("метод закрытия страниц SDRAM" - см. дополнительно в следующем разделе). Если эта опция отключена ("Disabled"), то все циклы процессора к SDRAM завершаются командой "All Banks Precharge Command" в интерфейсе SDRAM-памяти, что улучшает стабильность, но понижает производительность памяти. Если же эта опция включена ("Enabled"), то предварительный заряд контролируется самими чипами памяти. Это уменьшает количество предзарядов SDRAM, значительно возрастает число циклов CPU-to-SDRAM до того момента, когда требуется регенерация памяти. Это однозначно ведет к повышению общей производительности системы, но может влиять на ее стабильность.

## **SDRAM Refresh**

- опция выбора метода регенерации для SDRAM-памяти. Возможные варианты: "Serial" (последовательный перебор строк при регенерации) и "Simultaneous" (одновременная регенерация). При рассмотрении опции "Burst Refresh" уже отмечались недостатки пакетной регенерации, при которой в единый пакет собираются запросы на регенерацию. "Перезарядка" строк происходит мгновенно, но пока не завершится полная регенерация, доступ к шине памяти будет невозможен. Поэтому об оптимальной установке для конкретной системы можно будет говорить после экспериментальных тестов. Данная опция была замечена в системах, построенных на чипсетах SIS620, SIS600 и некоторых других.

## **Self-Refresh**

- опция включения режима "саморегенерации" основной памяти (если установлено "Enabled"). Этот режим подробно описан выше, в вводной статье. Опция может называться также "EDO/FPM DRAM Self-Refresh".

## **Slow Refresh (1:4)**

- (медленная регенерация). При включении этой опции ("Enabled") схема регенерации будет в 4 раза реже регенерировать память (64 мкс против 16), чем в обычном режиме. При такой установке производительность системы повышается благодаря уменьшению конкуренции между CPU и схемой регенерации, однако не все типы динамических ОЗУ могут поддерживать такие циклы (в этом случае будет получено сообщение об ошибке четности

или о сбое системы). Тогда необходимо установить значение "Disabled". Опция в свое время получила распространение с развитием такого типа ПК, как "laptop" (дорожный ПК), в качестве энергосберегающей функции. В современных системах эта опция встречается все реже.

В свое время считалось также, что применение "медленной регенерации" будет достаточно эффективным при использовании 16-битных ISA-карт расширения, работающих в режиме "bus master". Поскольку сама ISA-карта может быть инициатором запроса на регенерацию, то понятно, что "медленная регенерация" в меньшей степени бы нарушала передачу данных по DMA-каналам.

Опция может называться также "DRAM Slow Refresh", "Slow Refresh" или "Slow Refresh Enable".

Опция может называться и "Slow Memory Refresh Divider". Но этой опцией устанавливался делитель для медленной регенерации: 1, 4, 16 или даже 64. Устанавливать самые большие значения, т.е. в максимальной степени снижать частоту регенерации, позволяла только специальная память.

## **Staggered Refresh**

- трудно переводимый тип регенерации, что-то наподобие "регенерации с перекачиванием". Но этим непонятным термином обозначают "шахматную" регенерацию. Как известно, регенерация выполняется на банках памяти последовательно, с последовательным перебором строк. Но при наличии нескольких банков памяти и включении данной опции банки памяти регенерируются одновременно, но со сдвигом по перебору строк.

Данный тип регенерации позволяет сгладить броски потребления модулями памяти, выравнивая токи в процессе различных переключений. Так как уменьшаются броски тока, то такая регенерация эффективна с точки зрения снижения помех.

С помощью этой несколько устаревшей опции есть возможность установки временного интервала между регенерируемыми строками, измеряемого в системных тактах (0T, 1T, 2T, 3T, 4T, 5T, 6T, 7T). Установка в "0" позволяет регенерировать все строки в банках одновременно. Но опция может предложить и обычный набор значений: "разрешить применение"/"отказать" ("Enabled" и "Disabled").

Опция может называться также "Refresh Stagger" или "DRAM Refresh Stagger By".