

Так, нередко за общепринятыми стандартами типа DDR3 1600 RAM можно увидеть характеристику PC3 12800, рядом с DDR4 2400 RAM нередко стоит PC4 19200 и т.д.

Для DDR3 1600 это означает скорость PC3 12800 бит/сек.

Максимальную рабочую частоту модуля памяти можно рассчитать по следующей формуле:

$$[\text{максимальная теоретическая скорость передачи данных}] = [\text{тактывая частота}] \times [\text{число битов}] / 8$$

Так как DIMM модули передают одновременно 64 бита, то число битов будет 64. Так как  $64 / 8$  равно 8, то эту формулу можно упростить:

$$[\text{максимальная теоретическая скорость передачи данных}] = [\text{тактывая частота}] \times 8$$

$$[\text{тактывая частота}] = [\text{максимальная теоретическая скорость передачи данных}] / 8$$

1 байт = 8 бит;

Отсюда  $12800 / 8 = 1600$  МТ/с или 1600 МГц;

Для DDR3-1600 скорость передачи данных будет 1600 МТ/с.

Нужно понимать, что это не тактовая частота. Реальной частотой будет половина от указанной.

DDR (Double Data Rate) – это удвоенная скорость передачи данных. Поэтому память DDR3-1600 работает на 666 МГц.

Транзакции в секунду (Т/с) — количество произведённых операций по пересылке данных в секунду в каком-либо канале связи. Обычно используются более крупные единицы: гигабиты в секунду (ГТ/с, англ. gigatransfers per second, GT/s) для обозначения миллиарда пересылок в секунду, и мегабиты в секунду (МТ/с, англ. megatransfers per second, MT/s) для миллиона пересылок.

Формула для расчёта скорости передачи данных: Ширина канала (бит/транз.) × транз./с = бит/с.

Можно вычислить время задержки, после которого память начнет выдавать данные. Период каждого тактового цикла можно вычислить по формуле:

$$T = 1 / f, \text{ или}$$

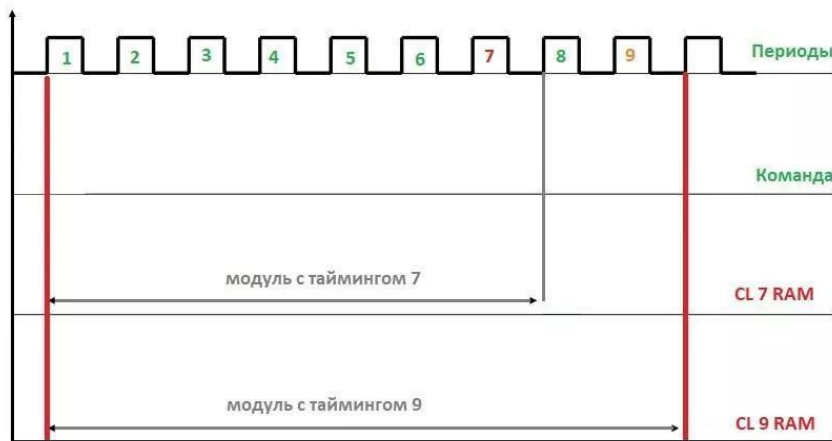
$$\text{Время задержки [сек]} = 1 / \text{Частоту передачи [Гц]}$$

Например, чтобы вычислить период тактового импульса для оперативной памяти DDR3 1600 [МГц] с таймингами 9-9-9-24, нужно взять её реальную частоту 800 [МГц] и воспользоваться формулой:

$$T = 1 / f$$

$$1 / 800 \cdot 000000 = 0,00000000125 \text{ секунды} = 1,25 \text{ нс.}$$

$1,25 \times 9(\text{CL}) = 11,25 \text{ нс.}$  Таким образом для CL9 оперативная память задержит выдачу данных на 11,25 наносекунды.

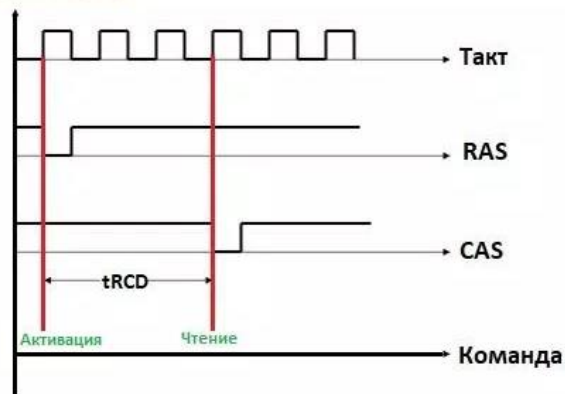


- **CL – CAS Latency** – время, затрачиваемое на цикл “модуль получил команду – модуль начал отвечать”. Именно этот условный период уходит на ответ процессору от модуля/модулей;
- **tRCD** – задержка **RAS** к **CAS** – время, затрачиваемое на активацию строчки (**RAS**) и столбца (**CAS**) – именно там данные в матрице и сохраняются (каждый модуль памяти организован по типу матрицы);
- **tRP** – заполнение (Зарядка) **RAS** – время, затрачиваемое на прекращение доступа к одной строчке данных и начало доступа к следующей;
- **tRAS** – означает как долго придётся самой памяти ждать очередного доступа к самой себе, иначе это время, которое проходит с момента запуска команды «Precharge», до получения данных процессором; Если в память уже поступила команда «Active», то следующая команда «Precharge» (которая закрывает текущую строку памяти, для перехода к другой) будет послана, только через это количество тактов. **Т.е. это то время, после которого память может приступить к записи или чтению данных из другой строки (когда предыдущая операция уже была завершена).**

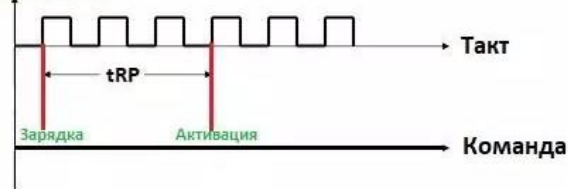
- **CMD – Command Rate** – время, затрачиваемое на цикл «чип активирован – первая команда получена» (или чип готов к приёму команды). Иногда этот параметр опускается: он всегда составляет один или два цикла (**1T** или **2T**);

Участие некоторых из этих параметров в принципе подсчёта скорости работы оперативной памяти, можно также выразить в следующих рисунках:

**Соотношение RAS к CAS**



**Цикл заполнения RAS**



Если мы разогнали ОЗУ до 1866 МГц и получили тайминги 10-11-10-32, то можно примерно посчитать, какая будет латентность:

$1 / 933'000000 = 0,00000001071811361$  секунды  $\approx 1,07$  нс.

$1,07 \times 10(\text{CL}) = 10,7$  нс. Таким образом для CL10 оперативная память задержит выдачу данных на 10,7 наносекунды. Это быстрее чем 11,25 нс, и мы получаем выгоду от разгона.

Общее время доступа tRAS с момента подачи команды на зарядку ячеек модуля и фактическое получение модулем памяти данных, высчитывается по формуле:

$$t_{\text{RAS}} = t_{\text{RP}} + t_{\text{RCD}} + \text{CL}$$

Как видно из формулы, чем ниже каждый из параметров справа, тем быстрее будет ваша оперативная память работать.

CL \ MT/s	1600	1866	2133	2400	2666	2800	3000	3200	3333	3400	3466	3600	3733	3866	4000
8	10,00	8,57	7,50	6,67	6,00	5,71	5,33	5,00	4,80	4,71	4,62	4,44	4,29	4,14	4,00
9	11,25	9,65	8,44	7,50	6,75	6,43	6,00	5,63	5,40	5,29	5,19	5,00	4,82	4,66	4,50
10	12,50	10,72	9,38	8,33	7,50	7,14	6,67	6,25	6,00	5,88	5,77	5,56	5,36	5,17	5,00
11	13,75	11,79	10,31	9,17	8,25	7,86	7,33	6,88	6,60	6,47	6,35	6,11	5,89	5,69	5,50
12	15,00	12,86	11,25	10,00	9,00	8,57	8,00	7,50	7,20	7,06	6,92	6,67	6,43	6,21	6,00
13	16,25	13,93	12,19	10,83	9,75	9,29	8,67	8,13	7,80	7,65	7,50	7,22	6,96	6,73	6,50
14	17,50	15,01	13,13	11,67	10,50	10,00	9,33	8,75	8,40	8,24	8,08	7,78	7,50	7,24	7,00
15	18,75	16,08	14,06	12,50	11,25	10,71	10,00	9,38	9,00	8,82	8,66	8,33	8,04	7,76	7,50
16	20,00	17,15	15,00	13,33	12,00	11,43	10,67	10,00	9,60	9,41	9,23	8,89	8,57	8,28	8,00
17	21,25	18,22	15,94	14,17	12,75	12,14	11,33	10,63	10,20	10,00	9,81	9,44	9,11	8,79	8,50
18	22,50	19,29	16,88	15,00	13,50	12,86	12,00	11,25	10,80	10,59	10,39	10,00	9,64	9,31	9,00
19	23,75	20,36	17,82	15,83	14,25	13,57	12,67	11,88	11,40	11,18	10,96	10,56	10,18	9,83	9,50
20	25,00	21,44	18,75	16,67	15,00	14,29	13,33	12,50	12,00	11,76	11,54	11,11	10,72	10,35	10,00

Latencia de RAM en ns / profesionalreview.com

$$\text{Clock Cycle Time (ns)} = 2000 / \text{Module Speed}$$

$$\text{Latency} = \text{CAS latency} * \text{Clock cycle time}$$