

Гайд по оптимизации DDR5 на AM5 написан ТОЛЬКО для чипов Hynix M-Die (24 Gbit)/Hynix A-Die (16 Gbit)/Hynix M-Die (16 Gbit)

Первым делом я рекомендую обновить BIOS до последней версии, ничего не делать с процессором (оставить всё в авто), отключить XMP/EXPO, отключить автоматические оптимизации памяти (выключить все “бустеры” и авто улучшители памяти), оставив только LUL / Core Tuning Config (выставление низкой задержки), выставить частоту памяти 6000 МГц (MCLK=UCLK 1:1), FCLK 2000 МГц, первичные тайминги 32-38-38-38-50-88-1T. Также через поиск в BIOS найти параметр и выставить ему соответствующее значение согласно таблице:

Параметр	Значение
Power Down Mode	Disabled
Memory Context Restore	Disabled
Gear Down Mode	Disabled (при этом выставить tRDRDSCCL=tWRWRSCL=6)
FCH Spread Spectrum	Disabled
IOMMU (виртуализация)	Disabled
ECC	Disabled
TSME	Disabled
Data Scramble	Enabled
SoC/Uncore OC Mode	Enabled
Memory interleaving	Enabled
DRAM map inversion	Enabled
Memory interleaving size	256 bytes
DDR5 Nitro Mode	Enabled
DDR5 Robust Training Mode	Enabled
Nitro RX Data	1
Nitro TX Data	2

Control Line	0
Nitro Rx Burst Length	8x
Nitro Tx Burst Length	8x

Немного о PDM и GDM

При выставлении параметров *Power Down Mode*=Disabled и *Memory Context Restore*=Disabled (оба параметра должны быть либо включены, либо выключены одновременно) загрузка компьютера становится заметно дольше, чем обычно (примерно 30 секунд вместо 5–10 секунд). После каждого полного выключения или сброса питания контроллер памяти заново выполняет полное обучение (*Memory Training*). Если проводить аналогию с платформой Intel, это соответствует режиму *MRC Fast Boot*=Disabled.

Крайне рекомендую выключить эти 2 параметра хотя бы при настройке памяти! И вот почему:

При включённом *Memory Context Restore* плата сохраняет результаты предыдущего обучения памяти и пытается использовать их при следующей загрузке. Это значительно сокращает время старта системы, однако сохранённые параметры не всегда идеально соответствуют текущему состоянию памяти и контроллера. На результат обучения могут влиять температура процессора и модулей памяти, изменения напряжений, особенности холодного и тёплого запуска, а также незначительный разброс параметров самого контроллера памяти.

При отключённом *Memory Context Restore* контроллер памяти каждый раз выполняет полное обучение заново и подбирает задержки, калибровки и параметры сигнала для текущих условий. Это делает запуск системы более длительным, но зачастую обеспечивает более стабильную работу разогнанной памяти, уменьшает вероятность ошибок после холодного старта, снижает риск циклических перезагрузок во время обучения (*Training Loop*) и позволяет быстрее выявить действительно нестабильные настройки, которые при включённом *Memory Context Restore* могут проявляться лишь спустя некоторое время.

Для повседневного использования полностью стабильной системы можно включить Memory Context Restore и Power Down Mode, чтобы сократить время загрузки. Однако на этапе подбора таймингов, напряжений и сопротивлений рекомендуется держать оба параметра отключёнными, поскольку это позволяет оценивать результаты каждого запуска после полноценного обучения памяти.

Gear Down Mode (GDM) рекомендуется отключать для максимальной производительности системы, если контроллер памяти способен стабильно работать без него. На части систем включённый GDM позволяет добиться более высоких частот памяти или более агрессивных таймингов, поэтому итоговый результат следует оценивать по тестам производительности и задержки памяти.

Gear Down Mode предназначен для повышения стабильности работы памяти за счёт упрощения передачи команд между контроллером памяти и модулями DRAM. При его включении часть команд передаётся в более "щадящем" режиме, что облегчает работу контроллера памяти, особенно на высоких частотах или при недостаточном качестве сигнала.

Платой за это становится небольшое увеличение внутренних задержек при обработке команд. Хотя номинальные тайминги (например, CL28) могут оставаться неизменными, фактическая латентность памяти и время выполнения некоторых операций нередко оказываются немного выше.

При отключённом Gear Down Mode контроллер работает в полноценном режиме передачи команд. Если система полностью стабильна, это обычно обеспечивает немного меньшую задержку памяти и в ряде задач позволяет получить производительность, сопоставимую или даже более высокую, чем при использовании более высокой частоты памяти с включённым Gear Down Mode.

Именно поэтому на платформе AM5 при настройке памяти для максимальной производительности обычно сначала пытаются добиться стабильной работы с Gear Down Mode=Disabled, а уже затем подбирают напряжения, сопротивления и тайминги.

Следует учитывать, что отключение Gear Down Mode повышает требования к качеству сигнала и контроллеру памяти. Если появляются ошибки, проблемы с обучением памяти или холодным стартом, включение Gear Down Mode может стать компромиссом между производительностью и стабильностью.

Напряжения

DRAM VDD не выше 1.35V (если нет обдува) и 1.36V – 1.5V (с обдувом).
Моя рекомендация на AMD – не превышать 1.45V для повседневного использования на AM5. Как правило, безопаснее немного увеличить tCL, чем компенсировать стабильность дальнейшим повышением напряжения, особенно на процессорах X3D, где разницы не будет вообще;

DRAM VDDQ=DRAM VDD×0.94;

VSOC=1.05V – 1.15V;

VDDP=0.9V – 0.95V;

VDDG CCD/IOD=0.9V – 0.95V;

CPU VDDIO=DRAM VDDQ×0.94 – DRAM VDDQ×0.96;

DRAM VPP=1.8V;

VDD MISC=1.1V.

Порядок действий с памятью при прочтении мини-гайда:

- выставить частоту ОЗУ (согласно начальным данным выше);
- выставить напряжения (согласно начальным данным выше);
- тестирование;
- подобрать ProcODT;
- подобрать RTT;
- тестирование;
- ✚ подобрать минимальные первичные тайминги;
- ✚ тестирование;
- подобрать минимально-допустимые вторичные тайминги;
- тестирование;
- ❖ подобрать минимально-допустимые третичные тайминги;
- ❖ тестирование.

Важно понимать, что при подборе ProcODT и RTT имеет смысл одновременно проверять возможность снижения рабочих напряжений. Нередко правильно подобранные сопротивления позволяют сохранить стабильность при более низких значениях CPU VDDIO и DRAM VDDQ.

Сопровитвления

RTT – с чего начинается настройка сигнала памяти.

Именно RTT определяют качество сигнала, требуемые напряжения, стабильность обучения памяти, наличие случайных ошибок.

RTTNomWr / RTTNomRd

Это согласующие сопротивления, которые включаются во время определённых режимов работы памяти.

Раньше (как в DDR4) они гораздо важнее были для двухранговых модулей, четырёх модулей памяти, серверных конфигураций.

Для современных 2*16 и 2*24 SR на AM5 они чаще всего только добавляют лишнюю нагрузку на шину. Для DR и конфигураций с четырьмя модулями ситуация может отличаться: дополнительная терминация (согласующее сопротивление) нередко помогает улучшить тренировку памяти, холодный старт и стабильность на высоких частотах.

Для двух модулей Single Rank рекомендуется начинать с Off / Off.

На двух модулях Single Rank современные контроллеры памяти обычно без проблем справляются без дополнительной терминации через RTTNom. Поэтому чаще всего отключение RTTNom уменьшает нагрузку на шину и немного улучшает задержки.

Поэтому выключенные RTTNomWr / RTTNomRd являются наиболее распространённым и быстрым вариантом.

Включение RTTNom может расширить диапазон рабочих напряжений CPU VDDIO и DRAM VDDQ и в отдельных случаях облегчить поиск стабильной конфигурации. Иными словами, по мере увеличения электрической нагрузки на канал памяти (дополнительные ранги, большее количество модулей, более длинные линии) использование RTTNom становится всё более оправданным, поскольку дополнительная терминация помогает улучшить качество сигнала.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти можно попробовать:

Off / Off;

48 Ом / Off;

48 Ом / 48 Ом.

Если наблюдаются проблемы с Training, холодным стартом или появляются случайные ошибки памяти, включение RTTNom нередко помогает стабилизировать сигнал.

RTTParkDqs

Это парковочное согласующее сопротивление для линий DQS (строб данных).

По сути, помогает гасить остаточные отражения сигнала.

На хороших платах, где нормальная разводка (я не про слои 6/8 и тп., а про сами контроллеры и линии данных (не сильно длинные)) и хороших модулях (не касается Micron и Samsung) обычно не нужен.

Начинаем с OFF.

Если есть редкие ошибки, плохая/долгая тренировка, хочется попробовать снизить CPU VDDIO/DRAM VDD на 10–20 мВ, можно попробовать 40 Ом. Выше обычно смысла нет, но можно попробовать также 48 Ом.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти можно попробовать значения:

Off;

40 Ом;

48 Ом.

Чаще всего помогает именно при проблемах с обучением памяти.

RTTWr

Это основное парковочное согласующее сопротивление во время операций записи.

Идеальное начало – 48 Ом.

Есть смысл менять на 60 Ом, если частота памяти высокая (6400-6600-6666, 7600+, сигнал слишком "тяжёлый" (тут думаю понятно, что имеется в виду), наблюдаются ошибки записи.

Значение 80 Ом очень редко используется по моей памяти. Обычно используется на экстремальных частотах (8600+) либо же в бенч-конфигах (8200+).

Ну а 40 Ом выглядит красиво на скринах, но нередко требует больше напряжений и ухудшает качество сигнала.

Поэтому обычно начинаем именно с 48 Ом.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти значение 60 Ом встречается заметно чаще, чем на SR. Но также стоит отметить, что для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти имеет смысл сразу проверить как 48 Ом, так и 60 Ом.

RTTPark

Работает, когда модуль находится в режиме ожидания, фактически помогает гасить отражения сигнала.

Идеальное начало – Off.

Плюсы: немного ниже latency, меньше нагрузки на линию.

Минусы: может потребовать больше напряжения, иногда ухудшает стабильность.

Если есть нестабильность, можно рассмотреть значение 48 Ом.

Его плюсы более чистый сигнал, стабильнее тренировка памяти, иногда позволяет снизить напряжения.

Минусы: обычно +0.2–0.5 нс к задержке.

В итоге, если OFF работает идеально — оставляем Off.

Если есть сомнения – ставим 48 Ом. Также можно поиграться с 40 Ом, другие значения я бы не советовал для синглов.

В отличие от SR, для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти полностью отключённый RTTPark значительно реже оказывается оптимальным.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти чаще встречаются рабочие конфигурации с RTTPark=40–48 Ом.

ProcODT – один из самых важных параметров

Именно ProcODT чаще всего влияет на результат сильнее всех RTT вместе взятых.

Это согласующее сопротивление со стороны контроллера памяти.

По сути, ProcODT определяет выходное сопротивление драйвера контроллера памяти, влияя на форму фронтов сигнала, уровень отражений и согласование линии. Проще говоря, он определяет, насколько "жёстко" контроллер передаёт сигнал в линию.

Почему не стоит использовать Hi-Z?

Сейчас это стало модным после экстремальных конфигов 8000–9000 МГц+.

Но нужно понимать:

Такие настройки применяются на отборных CPU, на Арех, под мощной водой (кастомная СЖО компонентов (ЦП, ОЗУ, видеокарта), иногда чиллер), после сотен часов тестов.

Для обычного daily-конфига Hi-Z обычно ухудшает предсказуемость сигнала, требует других RTT, не даёт преимуществ.

Вариант №1 - 48 Ом / 48 Ом. Самый универсальный. Даёт симметричный сигнал. Часто позволяет снизить напряжения.

Вариант №2 - 40 Ом / 40 Ом. Иногда даёт немного лучшую задержку. Но может потребовать больше напряжений.

Вариант №3 - 48 Ом / 40 Ом. Иногда помогает конкретному экземпляру CPU. Стоит попробовать если два первых варианта не дали результата.

Автоматические 53.3 Ом / 40 Ом у многих плат работают нормально, но редко являются оптимумом.

Симметричные значения ProcODT (40/40 или 48/48) часто дают более предсказуемое обучение памяти и более стабильный результат между холодными и тёплыми стартами.

Не существует универсальных значений, которые подойдут всем. Если процессор стабильно работает на 40/40, а у другой только на 48/48 (при

одинаковых платах и памяти) – это нормально. Контроллер памяти в каждом процессоре индивидуален.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти значения ProcODT обычно оказываются выше, чем на SR, поскольку контроллеру приходится работать с более тяжёлой нагрузкой.

Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти чаще оказываются полезны значения 53.3–60 Ом, поскольку нагрузка на контроллер памяти возрастает.

Рекомендуемые стартовые варианты:

48 Ом / 48 Ом;

53.3 Ом / 53.3 Ом;

60 Ом / 60 Ом.

Если наблюдаются ошибки чтения или проблемы с холодным стартом:

60 Ом / 53.3 Ом;

53.3 Ом / 60 Ом.

Важно понимать, что RTT и ProcODT не существуют отдельно друг от друга. Любое изменение RTT может потребовать пересмотра ProcODT и наоборот. Поэтому не стоит менять сразу несколько параметров одновременно и делать выводы после одной загрузки системы. Следует помнить, что ProcODT влияет на выходное сопротивление драйвера контроллера памяти, RTT – на согласование на стороне DRAM (ProcODT формирует источник сигнала, а RTT обеспечивает согласование на стороне приёмника), поэтому они всегда подбираются вместе.

Чем больше рангов и модулей установлено в системе, тем чаще оказываются полезными:

включённые RTTNom;

включённый RTTPark;

более высокие значения RTTW_r;

более высокие значения ProcODT.

Настройки, идеально работающие на 2×16 SR, практически никогда не переносятся на 2×32 DR / 4×16 SR / 4×32 DR без корректировки сопротивлений.

При настройке DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти, если Вы не знаете, какое сопротивление выбрать, рекомендую использовать автоматический режим настройки.

Хочется отметить, что выше приведены настройки, проверенные в первую очередь на 2×16 SR и 2×24 SR. Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти могут потребоваться более консервативные значения RTT и ProcODT.

tPHYRDL / DDR5 Nitro Mode / Немного разъяснений

tPHYRDL — недооценённый показатель качества Training. Равные показатели — это отличный результат.

tPHYRDL — это результат калибровки задержек между контроллером памяти и модулем.

При прочих равных условиях более низкие и одинаковые значения на обоих каналах обычно свидетельствуют о более удачном результате обучения памяти и меньшей внутренней задержке.

Почему 35/35 лучше, чем, например, 35/37, которые платы ставят в авто (допустим на 6200)? Потому что оба модуля обучились одинаково (аналогично тому, как на Intel оценивают RTL/LOL), меньше перекос каналов, ниже внутренняя задержка.

Разница небольшая, но она есть.

35/37 — рабочий вариант.

35/35 — признак очень удачного Training.

DDR5 Nitro Mode — представляет собой набор дополнительных параметров тренировки памяти и PHY-контроллера. В большинстве случаев не даёт существенного прироста производительности сам по себе, однако может улучшить результат обучения памяти, уменьшить внутренние задержки и повысить стабильность на высоких частотах.

Для памяти DDR5-6000–6400 на AM5 наиболее распространёнными являются настройки:

1-2-0-8x-8x;

1-2-1-8x-8x.

Для частот DDR5-7600+ (режим UCLK=MCLK/2) нередко используется:

1-3-1-8x-8x.

Универсальных значений не существует. Значения выше основаны на собственных наблюдениях и не являются универсальными рекомендациями.

Немного разъяснений:

Отключение Power Down Mode немного снижает задержку памяти за счёт отказа от переходов в энергосберегающие состояния. Эффект обычно небольшой (десятые доли наносекунды), но измеримый в тестах задержки памяти и отдельных процессорозависимых приложениях.

После подбора сопротивлений обязательно проверяем не только TM5/Karhu/y-cruncher и другие тесты, но и холодный старт системы. Многие настройки могут работать после перезагрузки, но приводить к долгой тренировке памяти или нескольким циклам перезапуска после полного отключения питания.

Первичные тайминги

tCL – подбирается методом подбора по нс или по факту. Обычно 26–28 тактов для хороших Hynix A-Die 16Gbit/ Hynix M-Die 24Gbit и 28–30 для Hynix M-Die 16Gbit. Для 6200 – 28 и 30/32, соответственно, для 6400 – 28 и 30/32, соответственно. 6600 очень редко работает, 6666 почти никогда по моим наблюдениям, так что тут 30-32 такта, меньше не получится при должном охлаждении (28 возможны при экстремальном охлаждении).

tRCDWR – Обычно 16 независимо от частоты. При проблемах со стабильностью можно использовать значение, равное tRCDRD.

tRCDRD – 35-36 для 6000, 36 тактов для 6200, 37-39 для 6400 (обычно 37-38), 38-41 для 6600-6666 (обычно 38).

tRP – =tRCDRD.

tRAS – tRCDRD+tRP.

tRC – tRAS+tRP.

Command Rate (CMD2T) – Для 2×16 SR и 2×24 SR практически всегда используется 1T. Для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти возможны исключения.

Вторичные тайминги

tRRD_S – 8.

tRRD_L – Обычно 12. Значение 8 иногда работает и может дать небольшой прирост, но на практике редко оправдывает возможную потерю стабильности.

tFAW – $4 \times tRRD_S$ (=32).

tWTR_S – Начинаем с 4. При нестабильности увеличиваем до 6 или 8 (лучше кратно двум).

tWTR_L – Начинаем с 16. При необходимости повышаем до 18–24 (лучше кратно двум).

tRTP – рекомендуется начинать с 12. Если система нестабильна — попробовать 16.

tWR – $4 \times tRTP$ (кратно 6).

tCWL – всегда значение “-2” от tCL.

tRFC – примерные значения:

Hynix A-die (16 Гбит)=120 нс при 1.45V, 125 нс при 1.35V, 130 нс при 1.25V,
Hynix M-die (16 Гбит)=140 нс при 1.45V, 145 нс при 1.40V, 150 нс при 1.35V,
160 нс при 1.25V,

Hynix M-die (24 Гбит)=155-165 нс. Обычно 160 нс.

Считать так: значение в нс \times частоту памяти / 2000 ($tRFC = tRFC \text{ (нс)} \times \text{MT/s} \div 2000$; Пример: $130 \text{ нс} \times 6000 \div 2000 = 390$ тактов).

tRFC2 – на современных платформах AM5 влияние tRFC2 и tRFCpb минимально. Обычно можно оставить Auto, 0 или минимально доступное значение, если это позволяет BIOS.

tRFCpb – на современных платформах AM5 влияние tRFC2 и tRFCpb минимально. Обычно можно оставить Auto, 0 или минимально доступное значение, если это позволяет BIOS.

tREFI - если память сильно нагревается, отсутствует обдув или появляются температурно-зависимые ошибки, можно начать с 32767 и после организации охлаждения постепенно увеличивать значение. Уменьшать tREFI ниже

32767 обычно нецелесообразно, так как это заметно увеличивает частоту операций регенерации и может снижать производительность. Регенерация строк DDR5 выполняется циклически и разбита на 8192 команды refresh, поэтому на практике разумно использовать значения, кратные этой логике – 32767 ($4 \times 8192 - 1$), 40959 ($5 \times 8192 - 1$), 49151 ($6 \times 8192 - 1$), 57343 ($7 \times 8192 - 1$), 65535 ($8 \times 8192 - 1$, максимальное значение).

Третичные тайминги

tRDRDSCL – 4/5/6/7/8 (чем ниже, тем лучше). Обычно для Power Down Mode=Enabled лучше ставить 4 или 6, реже 8. При PDM=Disabled – ставим 6-ку (с 5-кой я бы не экспериментировал, т.к. иногда 5 хуже, чем 6). А вообще $tRDRDSCL=tCCD_L-7$ и $tWRWRscl=tCCDLWR2-7$.

tWRWRSCL – аналогично и $=tRDRDSCL$.

tRDWR – 12/13 + tWPRE. Обычно это 16 (лучше использовать БОльшее значение в пользу чётного тайминга, для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти может понадобиться вплоть до 18).

tWRRD – 2 для SR, ≥ 7 для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти (низкие 4 такта я бы не ставил).

tRDRDSC – $tCCD_S-7=1$ (минимальное значение).

tRDRDSD – 1 для SR, 6 и больше для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти (можно начать с 12 и снижать).

tRDRDDD – 1 для SR, 6 и больше для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти (можно начать с 12 и снижать).

tWRWRSC – $tCCD_S-7=1$ (минимальное значение).

tWRWRSD – 1 для SR, 6 и больше для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти (можно начать с 12 и снижать).

tWRWRDD – 1 для SR, 6 и больше для DR и/или конфигураций с четырьмя модулями памяти (можно начать с 12 и снижать).

tSKE – для максимальной производительности обычно используют 0, однако некоторые системы требуют значений 1–8 для полной стабильности. Это уменьшает задержки, связанные с переходами памяти в энергосберегающие состояния, и даёт лучший результат по латентности на AM5.

Остальные тайминги, которые можно покрутить (энергосберегайки)

tRDPRE – смотреть в ZenTimings (меньше=лучше, обычно 2 или 3).

tWRPRE – смотреть в ZenTimings (меньше=лучше, обычно 2 или 3, иногда “+1 или “-1” от tRDPRE).

tMOD – в идеале 24, но если tCKE=0, то не трогаем

tPHYRDL – идеал: 35/35, хорошо: 35/36, нормально: 35/37, плохо: 35/39+ (стремиться к идеалу, значения указаны для 6200; идеал – равные значения для А и В каналов).

А также при tBL/2=8:

tCCD_S=tRRD_S.

tCCD_L=tRRD_L.

Если опыта недостаточно, я **не рекомендую** лезть в тренировку DFE и все коррекции DF в биосе, а также в BankSwapMode, Adress Hash Bank, L1 и L2-префетчеры, чтобы снизить задержку!

Правильное тестирование памяти

Для начала решить для себя – будет ли активный обдув памяти или же водяное охлаждение. Далее – выставить максимальные обороты вентиляторов, которые будут комфортны при использовании ПК в требовательных программах/играх, в AIDA64 или другой программе поставить тест видеокарты (также при максимальном потреблении видеокарты, который возможен для вас (лимиты можно выставлять в MSI Afterburner/AMD Software: Adrenalin Edition, подождать 5-10 минут, пока прогреется ОЗУ/воздух в корпусе. Тестировать память рекомендую тестами TM5 0.13.1 конфигами DDR5, RAM Test Pro (PCStonks), Karhu RAMTest (KGuiX), y-cruncher VT3+FFTv4 – на каждый тест во избежание большего количества ошибок не менее 1-2 часов, в идеале 12+ часов (каждый тест). После полного получения положительных безошибочных результатов теста можно запустить полный тест y-cruncher на 48 часов, также будет полностью протестирован процессор и кеш на стабильность.

Самое сложное – правильный тест FCLK.

Обязательно: randomx-stress, OCCT Combined, Prime95 Large FFT, музыка на фоне/видео на YouTube, т.к. FCLK очень любит проходить тесты и заикаться в реальной работе.

Признаки нестабильного FCLK: треск звука, микрофризы, WHEA 19, редкие вылеты браузера, перезагрузка без BSOD, ошибки только в OCCT Combined.

Дополнительная информация про соотношение FCLK, UCLK и частоты памяти

Поскольку DDR5 является памятью типа Double Data Rate (DDR), данные передаются дважды за один такт. Поэтому эффективная частота памяти (например, DDR5-6000) в два раза выше её реальной тактовой частоты.

Например:

DDR5-6000 – реальная частота памяти 3000 МГц;

DDR5-6400 – реальная частота памяти 3200 МГц;

DDR5-8000 – реальная частота памяти 4000 МГц.

На платформе AM5 при работе памяти в режиме $UCLK=MCLK$ (1:1) оптимальным считается соотношение: $FCLK:UCLK=2:3$.

Отсюда получаем наиболее удачные комбинации частоты памяти и Infinity Fabric:

FCLK	DDR5 ($UCLK=MCLK$)	DDR5 ($UCLK=MCLK/2$)
2000	6000	8000
2033	6100	8133
2067	6200	8266
2100	6300	8400
2133	6400	8533
2200	6600	8800

Оптимальные сочетания частоты памяти и FCLK.

Для получения максимальной выгоды от синхронизации рекомендуется использовать следующие комбинации:

Для режима $UCLK=MCLK$ (1:1):

FCLK 2000 – DDR5-6000;

FCLK 2067 – DDR5-6200;

FCLK 2133 – DDR5-6400;

FCLK 2200 – DDR5-6600.

Для режима $UCLK=MCLK/2$ (1:2):

FCLK 2000 – DDR5-8000 и т.д..

Переход на $UCLK=MCLK/2$ оправдан только тогда, когда прирост частоты памяти способен компенсировать увеличение задержек контроллера памяти.

Ориентировочно для процессоров с одним CCD:

1:1	1:2
DDR5-6000	DDR5-7800
DDR5-6200	DDR5-8000
DDR5-6400	DDR5-8200

Ориентировочно для процессоров с двумя CCD:

1:1	1:2
DDR5-6000	DDR5-7600
DDR5-6200	DDR5-7800
DDR5-6400	DDR5-8000

Компенсация потери синхронности: если память работает на промежуточной частоте, можно попробовать увеличить FCLK на два шага (66,7 МГц), чтобы частично компенсировать потерю синхронности.

Практические примеры:

DDR5-6000 – FCLK 2067;

DDR5-6100 – FCLK 2100;

DDR5-6200 – FCLK 2133;

DDR5-6300 – FCLK 2167;

DDR5-6400 – FCLK 2200.

Немного о VDDG CCD/IOD

Ориентировочные напряжения VDDG CCD/IOD:

FCLK	VDDG CCD/IOD
2133	~0.95V
2200	~1.00V