

О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ СНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ РОСТА ЧАСТОТЫ ПРОЦЕССОРА

Когда-то тактовая частота процессоров значительно повышалась из года в год. В 1990-ых и нулевых она ускорялась, например с 60 МГц пентиумных чипов до 1000 МГц и выше за 10 лет прогресса.

Сейчас же лучшие в своих категориях процессоры перестали расти в направлении увеличения тактовых частот. Профессиональные методы позволяют достигнуть результата в 9 ГГц при помощи специальных охлаждающих систем, например, на основе жидкого азота, однако для большинства пользователей 5 ГГц – это максимум, который до сих пор не преодолен.

Intel однажды планировала достигнуть планку частот в 10 ГГц, однако прошло 10 лет, и это осталось лишь несбывшимся планом. Почему же процессоры перестали ускоряться? Начнут ли опять расти их тактовые частоты, или это время уже прошло?

В 1974 году Роберт Х. Деннар и его коллеги-инженеры опубликовали ставшую впоследствии знаменитой статью для журнала IEEE Journal of Solid State Circuits. Было установлено, что по мере уменьшения размера транзисторов плотность потребляемой ими мощности остаётся постоянной. На сегодняшний день большинство специалистов пришло к мнению, что закон масштабирования Деннара потерял актуальность где-то между 2005 и 2007 годами. Это произошло благодаря увеличению предела современных возможностей отвода тепловой энергии от чипа.

Тепловые потери играют огромную роль в проектировке чипов. Миллионы транзисторов на одном процессоре выделяют большое количество тепла в каждую секунду. Это тепло смертельно для высокоточного и высокоскоростного кремния. До определённых пределов проблема решается улучшением систем охлаждения процессоров, что позволяет долго оставаться на повышенных тактовых частотах. Однако чем больше добавляется транзисторов, тем лучше должна быть система охлаждения, чтобы компенсировать рост температуры. Увеличение тактовой частоты приводит к повышенному энергопотреблению и соответственно производству лишнего тепла, требующего лучшего охлаждения.

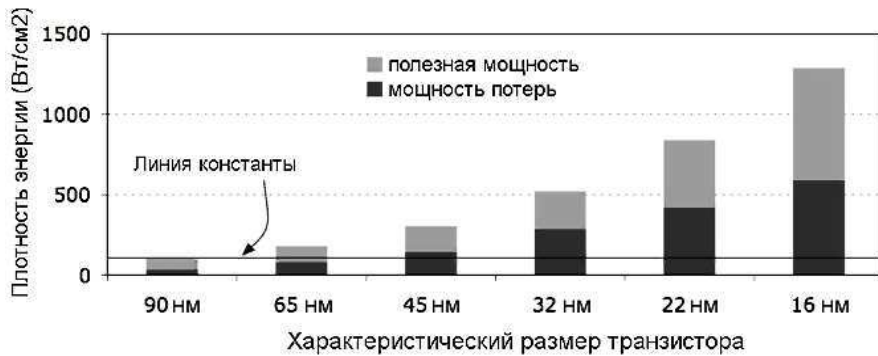


Рисунок 1 – Нарушение закона Деннара

Итак, повышение тактовой частоты ведёт к увеличению потребления электроэнергии чипом. В итоге производители сталкиваются с пределом, связанным с отводом тепловой энергии, что приводит к замедлению роста скорости процессоров.

Дизайн и состав транзисторов также замедляют ускорение тактовых частот. Закон Мура – это не закон, а, скорее, наблюдение: число транзисторов в плотной интегральной схеме удваивается примерно каждые два года. Производители оттачивали своё мастерство, увеличивая плотность размещения транзисторов, и этот закон оставался верным в течение примерно 50-ти лет.

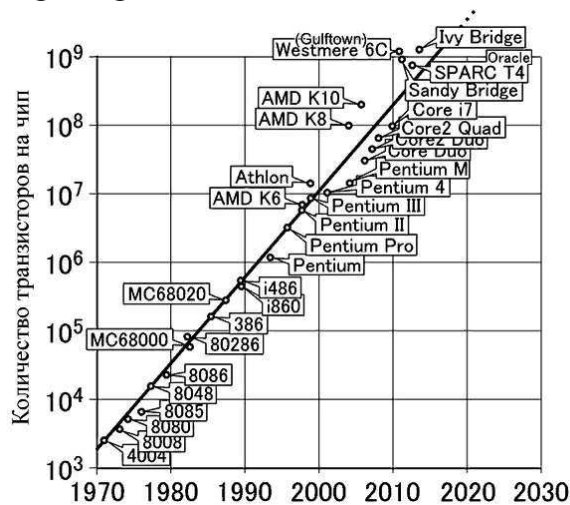


Рисунок 2 – Закон Мура

В соответствии с данным законом размеры транзисторов уменьшаются на регулярной основе. Это означает, что увеличивается их общее количество в процессорах, что обычно приводит к увеличению производительности. Однако закон Мура содержал предпосылку о том, что размер транзистора может сколь угодно уменьшаться. На самом деле транзисторы построены из атомов и просто не могут продолжать делаться всё меньше и меньше.

Пока транзисторы со временем становились всё меньше и

меньше, их скорость работы оставалась неизменной. Обычно быстро-та их переключения увеличивалась за счёт уменьшения в размерах полевых транзисторов. Однако ещё со времен 45-ти нанометровых процессоров Intel размер затвора полевого транзистора уже составлял примерно 0,9 нанометров в толщину, что приблизительно равно ширине атома кремния. И хотя использование различных материалов для транзисторов позволит ускорить работу данной части, не стоит ожидать столь простых в плане технологий улучшений скорости тактовых частот.

Несколько улучшает ситуацию разработка FinFET фирмы Intel, также известная как Fin Field Effect Transistor, тип неплоского или "3D" транзистора, используемого в дизайне современных процессо-ров. Как и в более ранних плоских конструкциях, он построен на под-ложке кремния. Он занимает меньше места на штампе, поднимаясь "вверх", в третье измерение, и, соответственно унося с собой часть те-пла.

Плотность размещения и скорость переключения транзисторов не единственные факторы, влияющие на прогресс процессоров. Сего-дня огромную роль играют провода, подключающиеся к транзисто-рам, так как они тоже уменьшаются в размерах. Продуманная мар-шрутизация способна уменьшить затрату времени на перемещение электрического заряда в цепи и ослабить выработку тепла,

Всё вышеперечисленное поясняет, почему разработка более бы-стрых процессоров – трудная задача. И даже учитывая количество проблем, которые были уже решены прогрессом в области процессо-ров, прогноз не очень оптимистичен.

Благодаря ограничениям, следующим из законов физики для использующихся в данный момент материалов транзисторов, повы-шение тактовых частот чипов – это малоперспективный вариант уве-личения производительности компьютеров. На сегодняшний день ос-новное улучшение осуществляется за счёт увеличения числа процес-сорных ядер. В результате на рынке появляются всё больше и больше процессоров с большим количеством ядер. И хотя разработчики при-ложений ещё не в полной мере используют этот тренд, на данный мо-мент он, скорее всего, является основным.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.maketecheasier.com/why-cpu-clock-speed-isnt-increasing/>
2. <https://www.quora.com/When-will-Moores-Law-really-stop-the-progression-of-faster-and-more-powerful-CPUs-and-GPUs>
3. <https://www.rambus.com/blogs/understanding-dennard-scaling-2/>