

Доклад на тему «История сбывшихся прогнозов и обманутых надежд».

«Закон Мура»

Введение

«Если бы за последние 25 лет авиационная промышленность развивалась столь же стремительно, как вычислительная техника, то *Boeing 767* можно было бы приобрести сегодня за 500 долл. и облететь на нем земной шар за 20 мин, израсходовав при этом 19 литров горючего. При этой аналогии, хотя и не совсем точной, можно судить о темпах снижения стоимости и энергопотребления и роста быстродействия вычислительных машин» [1].

Прогнозы и ожидания всегда играли важную роль в жизни человечества. Многочисленные идеи и предположения относительно будущего науки и технологий вызывали оптимизм, а иногда и страх. Некоторые предсказания со временем подтвердились, другие – оказались ошибочными. Одним из самых известных примеров прогнозов, которые как оправдали, так и со временем не оправдали надежд, является закон Мура.

1 Закон Мура и его предсказания

Закон Мура – это эмпирическое наблюдение, сформулированное в 1965 году сооснователем компании *Intel* Гордоном Муром. Согласно закону, количество транзисторов на интегральной схеме удваивается примерно каждые два года, что приводит к росту вычислительной мощности. Закон Мура быстро стал основополагающим принципом прогноза в мире высоких технологий и положил начало эре невероятного ускорения технологического прогресса.

1.1 Сбывшийся прогноз

На протяжении десятилетий закон Мура оставался действительным: с каждым годом компьютеры становились мощнее, и возможности полупроводниковых технологий росли. Благодаря этому предсказанию в течение почти полувека наблюдался экспоненциальный рост мощностей процессоров, памяти и других электронных устройств. Этот феномен также способствовал развитию интернета, мобильной связи, искусственного интеллекта и других высоких технологий.

Компании и ученые основывали свои бизнес-модели и планы исследований на предположении, что прогресс будет продолжаться в том же темпе. Благодаря закону Мура появились такие устройства, как смартфоны и персональные компьютеры, которые сегодня прочно вошли в повседневную жизнь людей. Это был редкий пример прогноза, который оказался крайне точным и который, безусловно, оправдал ожидания.

1.2 Первые проблемы

Однако, по мере развития полупроводниковой индустрии стало ясно, что закон Мура невозможно поддерживать бесконечно. В начале 2010-х годов возникли трудности, связанные с физическими пределами, которые накладываются на миниатюризацию транзисторов. Чем меньше размер транзистора, тем больше проблем возникает с его производительностью и надежностью. В результате рост вычислительных мощностей стал замедляться, а предсказание закона Мура начало постепенно терять свою актуальность.

В итоге маркетологам стало всё сложнее рисовать картину соответствия прогресса технологии закону Мура, поскольку спуститься ниже 25-20 нм без технологического прорыва не получалось. Поэтому пришлось искать новый способ вычисления проектной нормы. Этот способ был найден: в индустрии для оценки плотности упаковки использовалась площадь шеститранзисторной ячейки памяти – самого популярного строительного блока микропроцессоров. Именно из таких ячеек обычно состоит кэш-память и регистровый блок, которые могут занимать половину кристалла, а схему и топологию шеститранзисторной ячейки всегда тщательно выверяют до предела. Переход к подложкам типа кремний-на-изоляторе позволил уменьшить обычный плоский транзистор до уровня 14-16 нм. Дальнейшее уменьшение проектной нормы потребовало внедрить новое решение – объемные *FinFET*-транзисторы. Геометрическая длина канала в 16 нм *FinFET*-транзистора больше, чем 20-25 нм. Однако минимальный имеющийся в этих транзисторах размер – это не длина канала, а ширина плавника (от англ. *fin* – плавник), составляющая всего 8 нм. То есть маркетологи, привязавшись к размерам ячейки памяти, обманули сами себя и теперь вынуждены озвучивать цифру больше, чем могли бы [2].

1.3 «Moore's Law's dead»

«*Moore's Law's dead...It's completely over.*» сказал Дженсен Хуанг в 2022 году [3]. Если бы всё шло по закону Мура, то за более производительный продукт спустя 2 года потребитель заплатил бы точно такую же сумму, но, к сожалению, это не так.

Заключение

История закона Мура иллюстрирует, как важно предвидеть и анализировать границы и возможности технологического роста. Успешные прогнозы дают толчок развитию, но также важно учитывать, что не все прогнозы и законы будут работать вечно. Пример закона Мура напоминает нам, что наука и технологии развиваются поэтапно, и иногда старые прогнозы требуют корректировок, чтобы оставаться актуальными и полезными.