

Аноприенко А.Я.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Кафедра компьютерной инженерии

E-mail: anoprien@cs.dgtu.donetsk.ua

Аннотация

Аноприенко А.Я. *Компьютерные науки и технологии: следующие 50 лет.* В докладе представлен краткий очерк истории, состояния и будущего исследований и разработок в области компьютерных наук и технологий. Приведены примеры наиболее ярких и значительных фактов и разработок. Перечислены наиболее актуальные вопросы развития компьютерных технологий в ближайшие десятилетия.

2011-й год – это год 50-летнего юбилея использования электронной вычислительной техники в Донецком национальном техническом университете (ДонНТУ). По счастливому и знаменательному совпадению произошло это 12 апреля 1961 года, когда человечество в лице Юрия Гагарина проложило дорогу в космос. По инициативе и настоянию одного из самых известных выпускников нашего вуза Н.С. Хрущева этот день стал всемирным праздником. А непосредственно в стенах нашего вуза утром этого дня самое первое занятие с использованием аналоговой вычислительной машины МН-7 провел ассистент Святный В.А. – будущий декан-основатель факультета, ставшего сегодня факультетом компьютерных наук и технологий (КНТ). Нынешний юбилей – это прекрасный повод подвести первые итоги прошедшей половины столетия и хотя бы в первом приближении попытаться разглядеть черты следующих 50-ти лет.

1961: как все начиналось

Многие истоки того, что происходило в 1961 году, уходило корнями в 1911 год. Например, для западного массового сознания начала 60-х годов самым впечатляющей технической новинкой было цветное телевидение. А начиналось все в 1911 г., когда профессор Петербургского Технологического университета Борис Львович Розинг 9 мая на заседании Русского технического общества первым в мире продемонстрировал на стеклянном экране электронно-лучевой трубки статическое телевизионное изображение. Ученик Б. Розинга профессор В. К. Зворыкин, эмигрировавший после революции в Америку, в последующие десятилетия сумел довести технологию до уровня массового использования и концу 50-х годов рынок США оказался насыщен черно-белыми телевизорами, что и стимулировало интенсивные переход к технологиям цветного телевидения. Последующие 50 лет развития привели к расцвету Интернет-телевидения и появлению феномена YouTube.

Тогда же, в 1911 году, знаменитый русский математик, механик и инженер-кораблестроитель академик А. Н. Крылов построил прибор для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, явившийся фактически первой в России аналоговой вычислительной машиной (АВМ) [1]. К концу 50-х годов аналоговые вычислительные машины в Советском союзе стали первым объектом массового производства электронной вычислительной техники. Самой массовой при этом стала компактная АВМ **МН-7**, общий выпуск которой превысил 25 тысяч экземпляров [1]. Один из них, производства 1957 года, оказался к 1961 году и в нашем вузе. А уже в следующем 1962 году вуз получил первую электронную цифровую универсальную вычислительную машину «Минск-12», которая была одной из первых серийно выпускаемых отечественных цифровых электронных машин с быстродействием 2-3 тысячи операций в секунду и объемом памяти 2048 ячеек. По

сравнению с современными компьютерами возможности этой машины были более чем скромными, особенно на фоне ее низкой надежности работы. Однако установка «Минск-12» впервые предоставила возможность использовать средства цифровой вычислительной техники в научно-исследовательской работе и учебном процессе. Появление этой машины позволило в 1963 году сформировать при факультете вычислительный центр (ВЦ). А в 1964 году была создана первая кафедра, ставшая основой будущего факультета – кафедра вычислительной техники (ВТ), в дальнейшем кафедра электронных вычислительных машин (ЭВМ), а с 2009 г. – кафедра компьютерной инженерии. Следует отметить, что АВМ МН-7 использовались в учебном процессе на этой кафедре вплоть до конца 70-х годов.

Начало 60-х годов явилось периодом перехода к массовому производству цифровых ЭВМ: к концу 1961 года в мире было выпущено 5 тыс. цифровых компьютеров с суммарной производительностью 5 млн. операций в секунду [2], что в разы превысило показатели конца 50-х годов. Через 50 лет к 2011 году такие показатели производительности стали обычными для любого современного мобильного коммуникатора: например, мой LG Optimus One с операционной системой Android 2.2. на тесте Linpack показывает производительность в 7 млн. операций с плавающей запятой в секунду. А количество таких устройств в мире исчисляется уже десятками и сотнями миллионов.

В 1961 году фирма IBM праздновала свое 50-летие. Юбилей был ознаменован целым рядом экстраординарных новинок. В частности, с выпущенного в этом году компьютера IBM 7030 (предтечи знаменитой серии System/360) началась история суперкомпьютерных технологий. С компьютером IBM 7030 (Stretch) был связан целый ряд новых технологий, главными из которых были предварительная выборка команд и операндов, а также – параллельное выполнение до 10-ти арифметических операций. В течение трёх лет после своего появления этот компьютер, созданный по заказу Лос-Аламосской научной лаборатории (Los Alamos Scientific Laboratory), был самым быстрым компьютером в мире, превосходя со своей производительностью в полмиллиона операций с плавающей запятой в секунду (и памятью в 1 Мбайт) все мейнфреймы того времени на 1-2 порядка. Этот компьютер, стоимостью в 10 млн. долларов, выпущенный в нескольких экземплярах, использовался для разработки атомных бомб, в метеорологии, в обеспечении национальной безопасности, а также принимал участие в реализации программы «Аполлон». Однако для фирмы IBM эта разработка обернулась финансовым провалом и потерями почти в 20 миллионов долларов. Спустя 50 лет суперкомпьютеры достигли производительности в 1 петафлопс, в миллиард (!) раз улучшив показатели своего первого предшественника, но они по-прежнему остаются весьма затратными и рискованными в финансовом отношении проектами.

1961-й год ознаменовался также расшифровкой конкретной структуры генетического кода. В этом году Ф. Крик (с сотрудниками) доказал, что группа из трех нуклеиновых оснований (кодон) одной из спиралей ДНК определяет природу аминокислоты в цепи синтезируемой молекулы белка. Конкретное прочтение кода стало возможным после того, как вскоре после этого в 1961 М.Ниренберг и Г.Матеи (H.Matei) синтезировали не встречающуюся в природе РНК, содержащую из всех азотистых оснований только урацил. Это сделало возможным прочтение всего «алфавита», содержащегося в ДНК, что через 50 лет привело к детальному картированию генома человека и идеям о создании ДНК-компьютеров – еще более амбициозным, чем широко обсуждаемый квантовый компьютеринг.

Но самыми важными событиями 1961 года явились, безусловно, два прорыва Советского Союза в области технологий: первый космический полет 12 апреля и успешные испытания 30 октября термоядерной авиационной бомбы АН602 (она же «Царь-бомба» и «Кузькина мать»), разработанной в СССР в 1954-1961 гг. группой физиков-ядерщиков под руководством академика Академии наук СССР И.В. Курчатова. Это было

самое мощное взрывное устройство за всю историю человечества с проектной мощностью в 100 мегатонн тротилового эквивалента.

Как ни странно, но именно эти 2 события, казалось бы слабо связанные между собой, явились решающей мотивацией развития сетевых технологий, приведших в конечном итоге к созданию и бурному развитию Интернет. Американское руководство, убедившись в 1961 году в абсолютной уязвимости для термоядерной бомбы любых, даже самых мощных укреплений, независимо от того, где они будут находиться, так как для космической техники океаны и горы уже не являются заметным препятствием, решительно перенаправило основные усилия в противостоянии с СССР с ядерной гонки и строительства противоядерных убежищ на развитие компьютерных технологий распределенного автоматического управления, что через 50 лет сделало США супердержавой, не имеющей достойных конкурентов в области высокоточного интеллектуального оружия и «высокотехнологичных» войн. Но для человечества в целом это в конечном итоге обернулось удивительным чудом Интернет.

И именно в 1961 году произошло еще одно событие, сделавшее Интернет реальностью уже к концу 60-х годов: в этом году студент Леонард Клейнрок (Leonard Kleinrock) из Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology) опубликовал свою первую статью по пакетной коммутации, в которой излагалась теория пакетной пересылки информации (packet switching theory). Он достаточно простым языком описал технологию, способную разбивать файлы на куски и передавать их различными путями через сеть. Такая организация связи в сети давала возможность автоматической маршрутизации данных по включенным в неё компьютерам и позволяла одновременно нескольким пользователям работать на одной линии связи. Сети передачи данных, которые ранее напоминали железнодорожную одноколейку, превращались таким образом в систему современных «шоссе» для данных с невозможностью одновременной катастрофы всей сети, т.к. всегда можно было выбрать другую дорогу. 2 сентября 1969 года в Калифорнийском университете (КУ), Леонард Клейнрок вместе со своей командой успешно соединил компьютер с маршрутизатором (сетевое устройство передачи данных) размером примерно с холодильник, а к концу этого года заработала компьютерная сеть APRANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) Министерства Обороны США, объединившая в 1969 г. несколько американских университетов и компаний и ставшая непосредственным предшественником Интернет. Спустя 50 лет число пользователей Интернет приблизилось к 2 млрд., что без преувеличения можно считать свершившейся к 2011 году технической реализацией сформулированной Вернадским идеи ноосферы [4].

2011: главные события

В начале 2011 года было объявлено о распределении последнего блока Интернет-адресов IPv4 (32-разрядных) и окончательном переходе к IPv6 (128-разрядные). В связи с этим был учрежден Международный день IPv6 (Всемирный день IPv6; англ. World IPv6 Day) — запланированное на 8 июня 2011 года мероприятие по тестированию готовности мирового интернет-сообщества к переходу с сетевого протокола IPv4 на IPv6. Важность этого события трудно переоценить: если старая версия адресации позволяла адресовать всего лишь до 4-х млрд. сетевых устройств, то новая обеспечит возможность использования более 300 млн IP-адресов на каждого жителя Земли. А это означает начало перехода к эпохе «вездесущего» Интернет, когда мы будем иметь дело не просто с отдельными сетевыми устройствами, а с предельно насыщенной такими устройствами «интеллектуальной» и «сверхсенсорной» средой. Именно эта тенденция и явится, по всей видимости, главной в развитии компьютерных наук и технологий на ближайшие 50 лет. Первые проекты такого рода уже переходят в стадию практической реализации. Например, Бразильская экологическая организация Acao Verde собирается запустить небольшой пилотный проект,

который поможет остановить бесконтрольное вырубание тропических лесов Южной Америки. В контексте упомянутых тенденций этот проект интересен тем, что в каждое дерево будут устанавливаться микрочипы со своего рода цифровой подписью, в которой будет содержаться информация о местоположении дерева, его размерах и о том, кому положено его срубить. Таким образом, любое дерево можно будет проверить на «легальность» при помощи небольшого ручного считывающего устройства. Вполне логичным будет и следующий шаг, когда практически каждому дереву будет присвоен сетевой адрес, и появится возможность в реальном времени отслеживать все процессы, происходящие в нем и окружающей среде.

К числу прочих событий текущего года, которые в состоянии определить тенденции развития на ближайшие десятилетия, можно отнести следующие:

1. Появление возможности создания оптических носителей информации, которые могут вмещать информацию объемом в миллион гигабайт (1 петабайт) при сроке гарантированного хранения примерно в 5000 лет, что, фактически, можно считать реализацией мечты о «вечных» носителях информации. Внешне такие компакт-диски могут не отличаться от обычных – 120 мм в диаметре и 1,2 в толщину. Сверхвысокая плотность информации на этих дисках достигается благодаря новой технологии, которая представляет собой нанесение слоев с информацией друг на друга и заполнение дорожек специальным флуоресцентным материалом [5].

2. Появление возможности увеличения времени работы от аккумуляторов мобильных устройств на 1-2 порядка за счет широкого использования нанотехнологий, в частности, за счет использования в качестве проводников углеродных нанотрубок. Развитие в этом направлении позволит, в конце концов, достичь такой энергоэффективности, при которой мобильному устройству будет достаточно одной лишь солнечной, кинетической или тепловой энергии для постоянной полноценной работы [6]. Например, в качестве одной из таких перспективных технологий рассматривается зарядка мобильных телефонов энергией голоса. В частности, совсем недавно было установлено, что при толщине в 21 нм пьезоэлектрические материалы на 100% эффективнее превращают энергию механических вибраций в электрическую энергию [7].

2061: основные ожидания

В последующие 50 лет следует ожидать как эволюционных изменений в рамках наблюдаемых в настоящее время тенденций, так и революционных, суть которых еще не совсем ясна. Возможно, уже ближайшее десятилетие принесет нам такие открытия и изобретения, которые весьма существенно изменят наши представления о будущем компьютерных наук и технологий. Во всяком случае, вполне обоснованно предполагается, что сегодня мы имеем лишь 5% тех знаний, которые станут нам доступны в ближайшие 50 лет. Это означает, что **95% знаний, которыми человечество будет владеть к 2061 году, станет результатом научных открытий в следующие 50 лет** [8]. Уверенно, например, можно прогнозировать переход в ближайшие десятилетия к постбинарному компьютерингу – это одно из тех перспективных направлений исследований, где в настоящее время сделаны лишь первые шаги [9-11], но потенциал и актуальность дальнейшего развития еще в полной мере не осознаны и не оценены.

Есть прогнозы, которые утверждают, что лет через 10 практически любую поверхность можно будет использовать в качестве дисплея, а технологии управления энергией и информацией на наноуровне постепенно начнут перерастать в технологии наноуправления веществом, что позволит создавать не просто сенсорную и управляемую среду, а откроет эпоху **синтеза гибкой материальной среды, тотально управляемой и адаптирующейся под «требования конкретного момента»**. Современные «трехмерные

принтеры» можно рассматривать в качестве самого первого и самого грубого приближения к этим возможностям будущего. Примерно к 2025 году прогнозируются первые эксперименты по телепортации на уровне частиц [8]. В случае их успеха к 2050 году сетевая телепортация синтезируемых материальных объектов может стать вполне обыденным явлением.

Возможно, самой важной тенденцией будущих десятилетий станет **массовое производство и внедрение в тело человека различных микро- и нанороботов**, которые после введения их в организм через пищу, ингаляцию или инъекцию, будут осуществлять функции мониторинга и «дорегулирования» различных подсистем нашего организма, оставаясь при необходимости на постоянной связи с операторами-медиками, специальными системами мониторинга и базами специализированных данных. Прогнозируется, в частности, примерно к 2030 году станет возможным вживление компьютеризированной искусственной ткани и объектов в человеческий мозг [8]. Все это может в корне изменить медицину, существенно увеличив период активной и здоровой жизни для большинства населения планеты.

Если говорить об ожидаемых количественных показателях, то уже в ближайшие годы большинство населения Земли окажется подключенным к Интернет, Google проиндексирует более триллиона страниц контента, а объем ежегодно создаваемого в сети контента превысит объем информации в библиотеке Конгресса США почти в 100 миллионов раз. Объем данных, генерируемых различными видами межличностной коммуникации, возрастет до 50 экзобайт, а годовой трафик интернет-видео и интернет-телевидения превысит 100 экзобайт. В ближайшие годы доля медиа в Интернете будет продолжать увеличиваться преимущественно за счет пользовательского контента: при ежегодном росте примерно на 50% сетевой видео-трафик в течение следующий полудюжины лет может вырасти на 2 порядка. К 2030 году за цену, эквивалентную 100 долларов США, будет доступна система хранения данных емкостью порядка 10-ти петабайт, что, например, вполне достаточно для хранения видео высокой четкости длительностью почти в 1000 лет [8].

Уже совсем скоро можно ожидать бурного развития массовых бизнес-моделей, цель которых будет заключаться в получении прибылей от ресурсов, наполняемых контентом, созданным пользователями: от добровольных пожертвований до платного просмотра (например, с оплатой по числу загруженных фото, видео, блогов и т.п.). Кроме того, предполагается дальнейшая эволюция бизнес-модели freemium (поставка ограниченного числа образцов бесплатного контента, дополненного пакетом коммерческих сервисов) для приложений и устройств на развитых медиа-платформах [12]. Все это посредством Интернет сделает доступным различные формы предпринимательского творческого бизнеса для массового пользователя.

Главным социальным фактором развития технологий будущего станет взросление «цифрового» поколения – современных подростков, которые с детства знакомы с Интернет и уже к 2015 году окажутся его основной аудиторией. Их модели взаимодействия в будущем будут радикально отличаться от тех, что использовали предыдущие и пока еще использует нынешнее поколения взрослых людей [12].

Выводы

Опыт предыдущих авторских «экскурсов в будущее» [11, 13-16] показывает, что занятие это весьма полезное и благодарное, так как формирует конструктивное «видение будущего» и придает смысл настоящему. Главный вывод, который можно сделать спустя 50 лет после первого использования электронной вычислительной машины у нас в университете, заключается в том, что, несмотря на чрезвычайно насыщенные компьютерными инновациями годы, прошедшие с того времени, самые главные открытия и разработки в области компьютерных наук и технологий ждут нас, по всей видимости, впереди.

Список литературы

1. Из истории развития аналоговых вычислительных машин в России // 2006, www.rustrana.ru.
2. Апокин И.А., Майстров Л.Е. Развитие вычислительных машин, - М.: «Наука», 1974. – 400 с.
3. История мейнфреймов: от Harvard Mark I до System z10 EC // http://www.thg.ru/cpu/mainframe_history/print.html
4. Аноприенко А.Я. Цивилизация, ноосфера и нооритмы // «Ноосфера и цивилизация». Научный журнал. Выпуск 7 (10). – Донецк, 2009, с. 62-69.
5. Изобретен компакт-диск вместимостью миллион гигабайт, 2 марта 2011 г., <http://supreme2.ru/1-million-gb-cd-disc>
6. Инженеры смогут увеличить время работы устройств от аккумулятора в 100 раз, <http://supreme2.ru/akkumulyator/>
7. Подзарядка аккумулятора голосом, <http://supreme2.ru/podzaryadka-akkumulyatora-golosom/>
8. Прогноз развития технологий на ближайшие 50 лет от Cisco, <http://itua.info/analytics/24071.html>
9. Аноприенко А.Я. Обобщенный кодо-логический базис в вычислительном моделировании и представлении знаний: эволюция идеи и перспективы развития // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2005) выпуск 93: – Донецк: ДонНТУ, 2005. С. 289-316.
10. Аноприенко А.Я. Постбинарный компьютеринг и моделирование сложных систем в контексте кодо-логической эволюции // Доклад на международной научной конференции «Моделирование-2010» (13-14 мая 2010 года). – Киев, НАН Украины, Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова, 2010.
11. Аноприенко А.Я. Вызовы времени и постбинарный компьютеринг // Информатика и компьютерные технологии / Материалы VI международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – 23-25 ноября 2010 г. Т. 1. Донецк, ДонНТУ. – 2010. С. 13-31.
12. Тенденции развития интернета к 2025 году, <http://poslezavtra.org.ua/?p=128>.
13. Аноприенко А.Я. Пределы информатики // «Информация и рынок». Теоретический и научно-практический журнал. – 1993. – №2-3. С. 10-14.
14. Аноприенко А.Я. Новое познание в новом мире: научные исследования и высшее образование в условиях информационной супермагистрали // TEMPUS/TACIS Conference „Computer Networks in Higher Education“, 26-28 May 1997, National Technical University of Ukraine, Kyiv.
15. Аноприенко А.Я. Компьютерные науки и технологии в прошлом, настоящем и будущем // Материалы V международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информатика и компьютерные технологии» – 24-26 ноября 2009 г., Донецк, ДонНТУ, 2009. С.15-26.
16. Аноприенко А.Я. Прогноз развития региона на ближайшие 10 лет в контексте эволюции информационных технологий // «Донбасс-2020: перспективы развития глазами молодых ученых»: Материалы V научно-практической конференции. Донецк, 25-27 мая 2010 г. – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки, 2010. С. 16-18.