

Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть V. Прогнозы развития информационных технологий

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Как мы опрометчиво пообещали год назад [5], наш многочастный материал завершается кратким обзором прогнозов развития информационных технологий (ИТ).

Поскольку в формате отдельной статьи мы к этой тематике обращаемся впервые, попытаемся систематизировать впечатления, которые возникают при регулярном просмотре огромного информационного массива, сопровождающего различные этапы жизненного цикла разработки инновационных изделий и технологий.

1 Прогнозирование на корпоративном уровне

Следует отметить, что для заинтересованных наблюдателей за инновационной деятельностью компаний этот пласт прогнозов практически недоступен. Отрывочные сведения (если, конечно, компания сама не позаботится об информировании общественности) можно почерпнуть:

- в заявках на регистрацию патентов, фиксирующих вектор поиска инновационных решений;
- в планах и отчетах о деятельности исследовательских подразделений крупных компаний. Старейшие из них – *Kodak Research* (создана в 1912 году), *Bell Labs* (1925), *IBM Research* (1945), *Hewlett-Packard Labs* (1966), *Intel Research* (1968), *Microsoft Research* (1991);
- в направлениях деятельности поглощенных компаний;
- в текущих планах выпуска изделий.

Крайне интересную информацию о прогнозировании внутри крупных компаний, влияющих на развитие целых отраслей и рынков, можно зафиксировать, наблюдая за поиском нового руководителя. Обычно смена руководства происходит при изменении рыночных трендов. Тогда “законодательная институция” компании ищет кандидатов на пост руководителя “исполнительной институции”. По существу идет поиск личности, обладающим **видением перспектив развития отраслей и рынков на период, превышающий длительность цикла разработки изделий компании**. Искомый руководитель в определенной степени должен быть наделен даром предвидения или, если так можно выразиться, даром **интуитивного прогнозирования**.

Крутые перемены на рынках, за которыми мы ведем наблюдения, инициировали смену CEO в *Hewlett Packard*, *IBM*, *Intel*, *Microsoft* и статуса компании у *Dell*. Несвоевременное решение этого вопроса может привести к поглощению компании, как это произошло с *Sun Microsystems* и *Nokia* и чуть не произошло с *BlackBerry* (*Research in Motion*).

2 Краткосрочные прогнозы развития рынков

Прогнозом увеличения или уменьшения объемов рынка на период от одного до пяти лет обычно завершают

Структура комплексного обзора:

- Часть I. Серверы, компьютеры, планшетники, смартфоны [1]
- Часть II. Процессоры для HPC-систем. EDA-системы [2]
- Часть III. Суперкомпьютерные рейтинги [3]
- Часть IV. Итоги года [4]
- Часть V. Прогнозы развития информационных технологий.

анализы рынков в текущем году, которые предлагают аналитические и консалтинговые компании – *IDC*, *Gartner*, *IC Insights* и другие.

Данные из таких прогнозов регулярно обсуждаются нами в обзорах, подготавливаемых в рамках проекта “**Короли**” и “**капуста**”; они свободно доступны на сайте нашего журнала.

3 Краткосрочные прогнозы развития инновационных технологий

С подобными прогнозами (как правило, ежегодно обновляемыми и уточняемыми) выступает ряд организаций и компаний. В качестве примера приведем:

- Десять революционных технологий 2013 года (“*10 breakthrough technologies 2013*”) от Массачусетского технологического института (США);
- Десять прогнозов от *IEEE Computer Society*;
- Пять инноваций, которые изменят нашу жизнь в ближайшие пять лет (“*Next 5 in 5*”) от компании *IBM*;
- Десять прогнозов на 2014 год от компании *IDC* (“*10 IDC predictions 2014*”);
- Десять направлений стратегического развития технологий в 2014 году (“*Top 10 strategic technology trends for 2014*”) от компании *Gartner*.

Как правило, такие прогнозы формулируются на период от одного до пяти лет. Чтобы составить себе представление о том, что будет далее, надо дождаться следующего года, когда соответствующий список предсказаний будет обновлен.

Чуть дальше можно заглянуть с помощью ежегодных прогнозов аналитических компаний *Gartner* и *IDC*, которые помимо собственно прогнозов предлагают инструменты, позволяющие обобщать циркулирующую на рынке маркетинговую информацию:

- с помощью графика “**Цикл зрелости технологий**” от *Gartner* (рис. 1) можно оценить длительность временного отрезка от запуска технологии до начала её массового использования;
- с помощью концепции “**Третьей платформы**” (*the 3rd platform*) от *IDC* (рис. 4) можно провести предварительную систематизацию инновационных технологий,

появляющихся на быстро формирующемся рынке подключаемых к интернету “умных” устройств (*connected smart devices*).

4 Среднесрочные прогнозы роста производительности вычислительных систем

С подобными прогнозами вот уже почти 50 лет справляется закон Мура, сформулированный в 1965 году. В наших обзорах представлены обширные данные, иллюстрирующие следующие закономерности:

- рост числа транзисторов в процессорах (закон Мура в классической формулировке), что достигается уменьшением технологической нормы производства [2, рис. 29, табл. 6];

- рост производительности процессоров, суперкомпьютеров, настольных и мобильных персональных компьютеров, а также смартфонов [5, рис. 4].

С помощью подобных графиков прогнозные оценки можно проводить для временного отрезка в 10–15 лет. Корректность этих оценок, конечно, будет проверяться в процессе наблюдения за развитием технологий. Кроме того, наш предыдущий опыт говорит о том, что экстраполяционные оценки далеко не всегда позволяют разглядеть качественные изменения технологий и появление инновационных продуктов, способных оказаться востребованными массовым пользователем.

5 Долгосрочные прогнозы развития инновационных технологий

Появлению долгосрочных прогнозов в отношении информационных технологий мы обязаны футурологам.

Помимо имен известных писателей-фантастов – Айзека Азимова, Артура Кларка, Станислава Лемма (предсказания которых, как и многих других провидцев в сфере ИТ, подробно препарированы в “Регистре идей фантастики” основоположника теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) Г.С. Альтшуллера), здесь сто́ит упомянуть имена тех футурологов, которые в разное время работали на технологические компании. В их числе:

- футурологи **Ian Neild** и **Ian Pearson**, которые в 2005 году подготовили для компании *British Telecommunications* “Хронологию развития технологий” (*“BT Technology Timeline”*), в которой достаточно подробно расписывается период до 2050-х годов, а также некоторые временные точки до 2100 года;

- американский изобретатель и футуролог Рэй Курцвейл (**Ray Kurzweil**), разработавший концепцию технологической сингулярности (наступит в 2045 году), который недавно участвовал в составлении прогноза “Мир в 2033 году” (*“The world in 2033”*) журнала *“Forbes”*.

В настоящее время Рэй Курцвейл занимает должность технического директора (*director of engineering*) компании *Google* и работает над новыми проектами в сфере обучения машин (*machine learning*) и обработки лингвистической информации (*language processing*). Судя по недавним поглощениям, проведенным этой компанией, речь идет, скорее всего, о системах искусственного интеллекта (*artificial intelligence*) для роботов.

Мы не будем стремиться “объять необъятное” и кратко остановимся на прогнозах, сформулированных компаниями *Gartner* и *IDC*, а также на их инструментах для упорядочения маркетинговой информации.

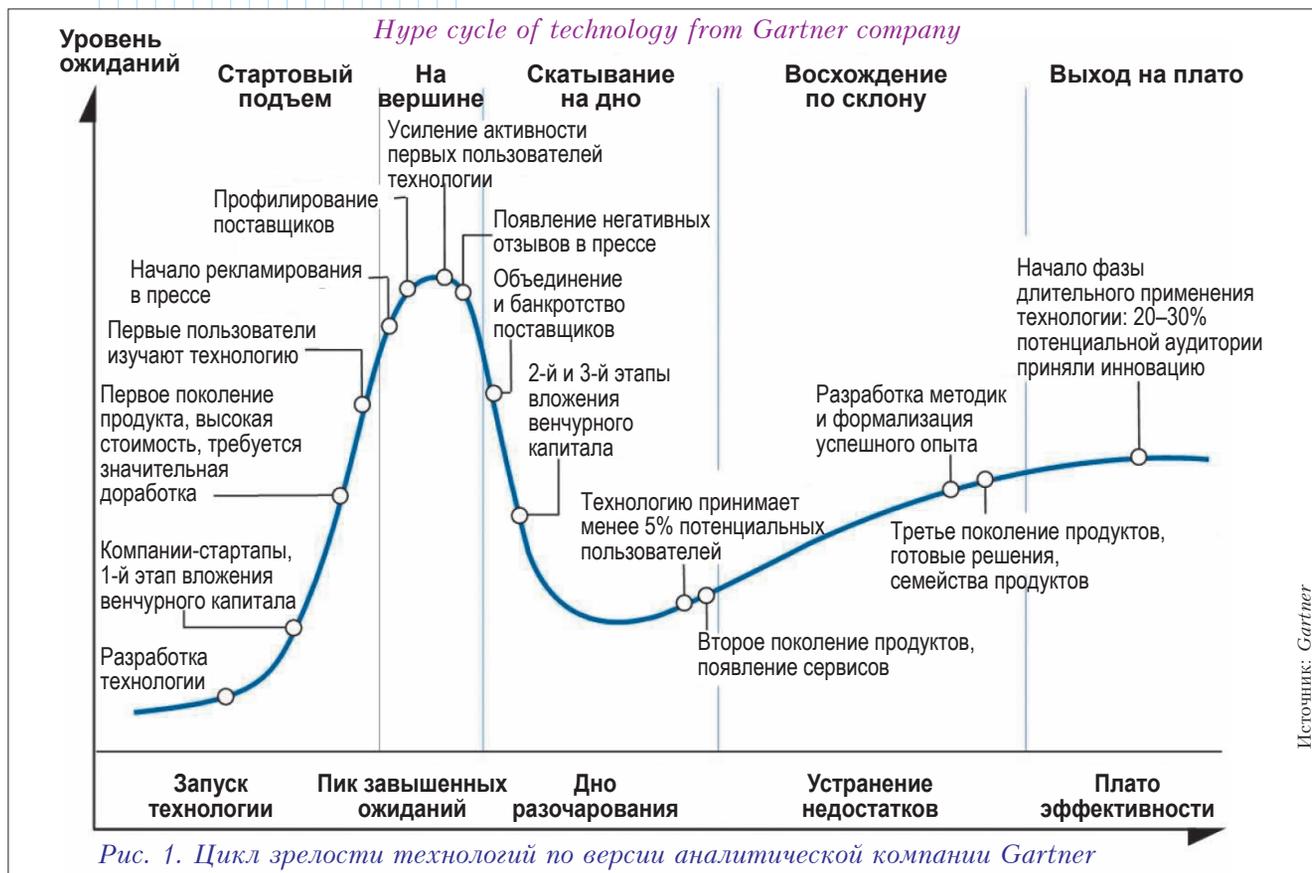


Рис. 1. Цикл зрелости технологий по версии аналитической компании Gartner

Gartner: “Цикл зрелости технологий”

Понятие “цикл зрелости технологий” (*hype cycle of technology*) компания *Gartner* ввела в 1995 году. Значение английского слова *hype* – рекламная шумиха, массированная реклама, ажиотаж и т.п., поэтому можно встретить и другие варианты перевода этого словосочетания – например, “цикл ажиотажа”. Понятие оказалось достаточно продуктивным для объяснения и прогнозирования рыночных тенденций после появления той или иной технологии.

Графическое изображение “цикла зрелости технологий” представлено на [рис. 1](#).

По версии *Gartner*, любая технология проходит несколько обязательных этапов, которые отражают степень её зрелости, уровень профессионального и потребительского интереса к инновационным возможностям:

1 Запуск технологии (*technology trigger*) – появление инновации, первые публикации, освещающие новую технологию;

2 Пик завышенных ожиданий (*peak of inflated expectation*) – технологии и предлагаемые ею новые возможности сулят перспективы эффективного применения в различных сферах, что становится предметом общественного обсуждения;

3 Дно разочарования (*trough of disillusionment*) – выявленные недостатки загмывают новизну технологии и приводят к разочарованию потенциальных пользователей;

4 Устранение недостатков (*slope of enlightenment*) – после доработки начинается внедрение технологии, проявляется коммерческий интерес к ней;

5 Плато эффективности (*plateau of productivity*) – отношение к технологии становится взвешенным, пользователи осознают её достоинства и ограничения, начинается массовое применение технологии.

Каждый год компания *Gartner* публикует циклы зрелости различных технологий. В качестве примера ([рис. 2](#)) показан цикл зрелости для нескольких дюжин инновационных технологий в 2013 г. – обычно такие графики составляются в июле.

Каждая технология отмечается точкой на графике в соответствии с текущим этапом своего развития, а “легенда” позволяет оценить период созревания технологии и перехода её к массовому использованию, то есть **прогнозировать развитие на 5–10–15 лет**.

Существенным фактором является то, что отдельные технологии могут сойти с арены на любом этапе цикла задолго до выхода на плато эффективности.

Gartner: 10 направлений стратегического развития технологий в 2014 году

Свою “горячую десятку” компания *Gartner* представила на мероприятии *Symposium/ITxpo 2013*, которое состоялось с 6 по 10 октября 2013 года в Орландо (США). Приведем краткий обзор гартнеровского топа.

1 Разнообразие мобильных устройств

В грядущий пятилетний период ожидается увеличение разнообразия устройств, методов обработки информации, задач и способов взаимодействия их пользователей. Следствием распространения подхода “принеси

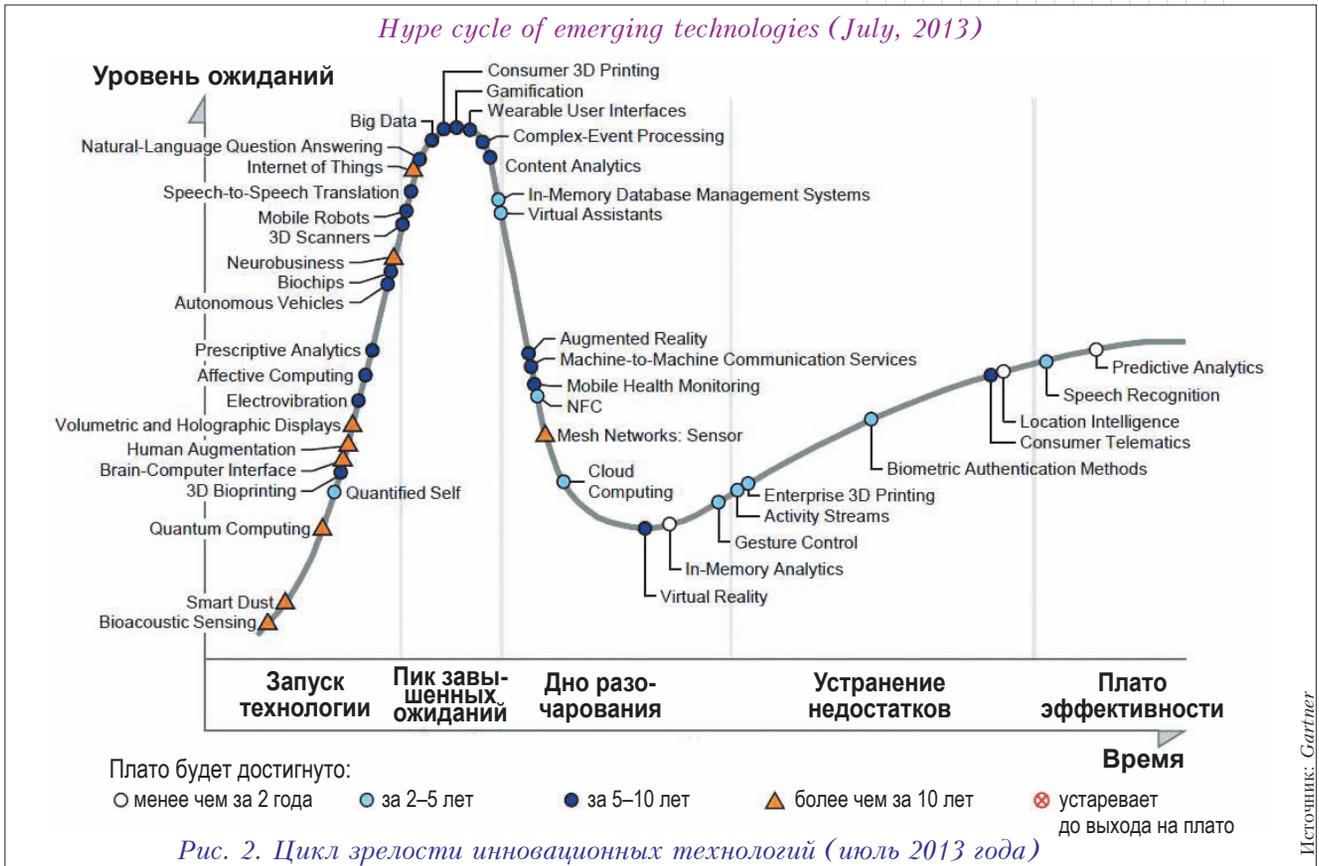


Рис. 2. Цикл зрелости инновационных технологий (июль 2013 года)

свое устройство” (*bring your own device – BYOD*) станет удвоение или даже утроение количества мобильных рабочих мест, что значительно увеличит нагрузку на ИТ-и финансовые организации. Большинству предприятий придется пересмотреть корпоративную политику в отношении доступа к данным, поскольку она была рассчитана только на оборудование, являющееся собственностью предприятия. Ключевой проблемой является обеспечение информационной безопасности при работе с корпоративными данными без потери преимуществ применения сотрудниками собственных мобильных устройств.

2 Мобильные приложения и решения

Повышение производительности кода *JavaScript* будет стимулировать применение сочетания “*HTML5* + браузер” в качестве базовой среды для разработки корпоративных приложений. При создании пользовательских интерфейсов будет расширяться применение голосовых и видеоданных. Будет расти популярность мобильных приложений, расширяться их номенклатура, они станут более компактными и специализированными. Для создания полнофункциональных решений разработчикам необходимо будет искать способы интеграции мобильных приложений.

3 Всеохватный интернет

Помимо персональных компьютеров и мобильных устройств к всеохватному интернету (*the internet of everything*) будут подключаться промышленное оборудование и потребительские товары, такие как автомобили и телевизоры. Это потребует от компаний-поставщиков изучения новых возможностей, возникающих при расширении номенклатуры пользователей интернета. Продукты и сервисы будут обрабатывать цифровую информацию в соответствии с четырьмя моделями – управление (*manage*), оплата (*monetize*), функционирование (*operate*), включение в сферу влияния (*extend*). Это требует объединения “четырёх интернетов” – людей (*people*), вещей (*things*), информации (*information*) и геолокационных данных (*places*) – для обеспечения возможностей управления через сеть расширяющейся номенклатурой вещей.

4 Гибридные облака и ИТ как брокеры сервисов

Ожидается объединение персональных облаков (*personal clouds*) и внешних частных облачных сервисов (*external private cloud services*). Частные облачные сервисы должны проектироваться таким образом, чтобы обеспечить в будущем возможности интеграции и интероперабельность сервисов. Ожидается развитие технологий для объединения облаков разных типов. Подбор необходимых облачных сервисов будет осуществляться брокерами (*cloud service broker – CSB*).

5 Архитектура “облако/клиент”

В рамках модели “облако/клиент” (*cloud/client architecture*) клиентом является приложение, работающее на подключенном к интернету мобильном устройстве, а сервером – набор прикладных сервисов, размещенных на масштабируемой платформе облачных вычислений. Приложения могут распространяться на несколько клиентских устройств.

6 Эра персональных облаков

Расширение применения персональных облаков (*personal cloud*) означает перенесение акцента с устройств на сервисы. Пользователи ИТ становятся обладателями всё большего количества устройств, подключенных к персональному облаку. При этом ни одно из устройств, включая персональный компьютер, не является основным хранителем данных. Таким образом, центром хранения данных становится персональное облако, а не какое-либо физическое устройство из набора принадлежащих пользователю.

7 Программно-конфигурируемые решения

Ожидается развитие программно-конфигурируемых решений (*software-defined anything – SDx*), обеспечивающих программируемость сетей – *SDN (network)*; центров обработки данных (ЦОД) – *SDDC (data center)*; хранилищ данных – *SDS (storage)*; инфраструктуры – *SDI (infrastructure)*. Ожидается развитие стандартов, обеспечивающих интероперабельность различных инфраструктурных объектов.

8 Информационные технологии в глобальном масштабе сети интернет

Концепция *web-scale IT* предполагает, что облачные сервисы, предлагаемые в глобальной сети крупными провайдерами (например, *Amazon, Google, Facebook*) в любой точке мира, будут доступны пользователям через корпоративные компьютерные сети. Для реализации концепции необходима инфраструктура ЦОД, интернет-ориентированная архитектура предложения облачных услуг, управление с использованием программно-конфигурируемых решений, гибкие бизнес-процессы, а также способность персонала воспринимать инновации. Развитие этого направления будут определять глобальные провайдеры облачных услуг. Другим компаниям, чтобы удержать свои рыночные позиции, необходимо будет эмулировать архитектуру, процессы и практики глобальных облачных провайдеров.

9 “Умные” машины

В период до 2020 года ожидается наступление эры “умных” машин (*smart machines*), распространение интеллектуальных персональных ассистентов и консультантов (таких, как *IBM Watson*), глобальных промышленных систем с развитым функционалом, появление первых образцов автомобилей с автоматическим управлением. Создание “умных” машин приведет к самым значительным переменам за всю историю развития ИТ. Ожидается, что они будут применяться как частными лицами, так и компаниями с целью повышения своей конкурентоспособности. Изменения в сфере ИТ в процессе создания “умных” машин будут поддерживать тенденцию, связанную с ориентацией на потребности каждого отдельного пользователя.

10 3D-печать

Ожидается, что объемы поставок 3D-принтеров в 2014 году увеличатся на 75%, а в 2015-м практически удвоятся. Несмотря на то, что дорогие устройства “аддитивного производства” существуют уже 20 лет, рынок 3D-принтеров в ценовом диапазоне от 50 000 до 500 долларов с сопутствующими материалами всё еще находится в стадии

становления и быстро растет. В результате рекламы потенциальные корпоративные пользователи информированы о реальности и рентабельности прототипирования и мелкосерийного производства с применением 3D-принтеров.

IDC: “Третья платформа”

Историю развития информационных технологий компания IDC подразделяет на три периода, которые соответствуют платформам, применяемым пользователями (рис. 3):

✓ Первая платформа – до 1985 года

Основу первой платформы составляли большие ЭВМ (*mainframes*), появившиеся в 1950-х годах, доступ к которым осуществлялся через неинтеллектуальные терминалы. Численность пользователей больших ЭВМ оценивается миллионами, количество приложений исчислялось тысячами.

✓ Вторая платформа (1985–2005 гг.)

Системы, построенные на базе архитектуры “клиент/сервер”. Десятки тысяч приложений, миллионы пользователей с персональными компьютерами, распространившимися в 1980-х годах. Доступ к данным и другим ресурсам обеспечивается с помощью локальных вычислительных сетей, появившихся в 1960-е годы, а затем и интернета, который начал развиваться с конца 1980-х.

✓ Третья платформа (2005–2020 гг. и дальше)

Основу третьей платформы составляют передовые информационные технологии и сервисы – облачные вычисления, социальные сети, обработка больших данных. Миллиарды пользователей, вооруженных мобильными устройствами, подключенными к интернету, работают с миллионами приложений, сервисов, документов, сетевых ресурсов, пользуются наработками других пользователей.

В перспективе ожидается, что развитие третьей платформы будет способствовать:

- росту инвестиций компаний для укрепления своей конкурентоспособности и обеспечения выхода на глобальный уровень;
- консолидации поставщиков мобильных платформ, облачной инфраструктуры и облачных решений, а также стандартизации предоставляемых решений;

- росту инноваций на основе новой платформы, а также появлению миллионов новых приложений и решений.

Ожидается также, что рынки, характерные для периода второй платформы, будут в перспективе полностью поглощены рынками, характерными для периода третьей платформы.

IDC: ключевые тенденции 2014 года

Десять ключевых тенденций 2014 года компания IDC представила 3 декабря 2013 года. Приведем краткий обзор прогнозов от IDC.

1 Темпы роста ИТ-отраслей

Ожидается увеличение расходов на ИТ в мире на 5% по сравнению с 2013 годом, что даст рынок объемом 2.1 трлн. долларов. Реализация технологий, характерных для 3-й платформы, увеличится на 15% и составит 89% от всего прироста объема реализации ИТ в мире. Наибольший вклад в рост объемов внесут смартфоны и планшетики. Ожидается увеличение реализации серверов, систем хранения, сетевого оборудования, программного обеспечения и сервисов. Снижение объемов реализации ожидается только для рынка персональных компьютеров – на 6%.

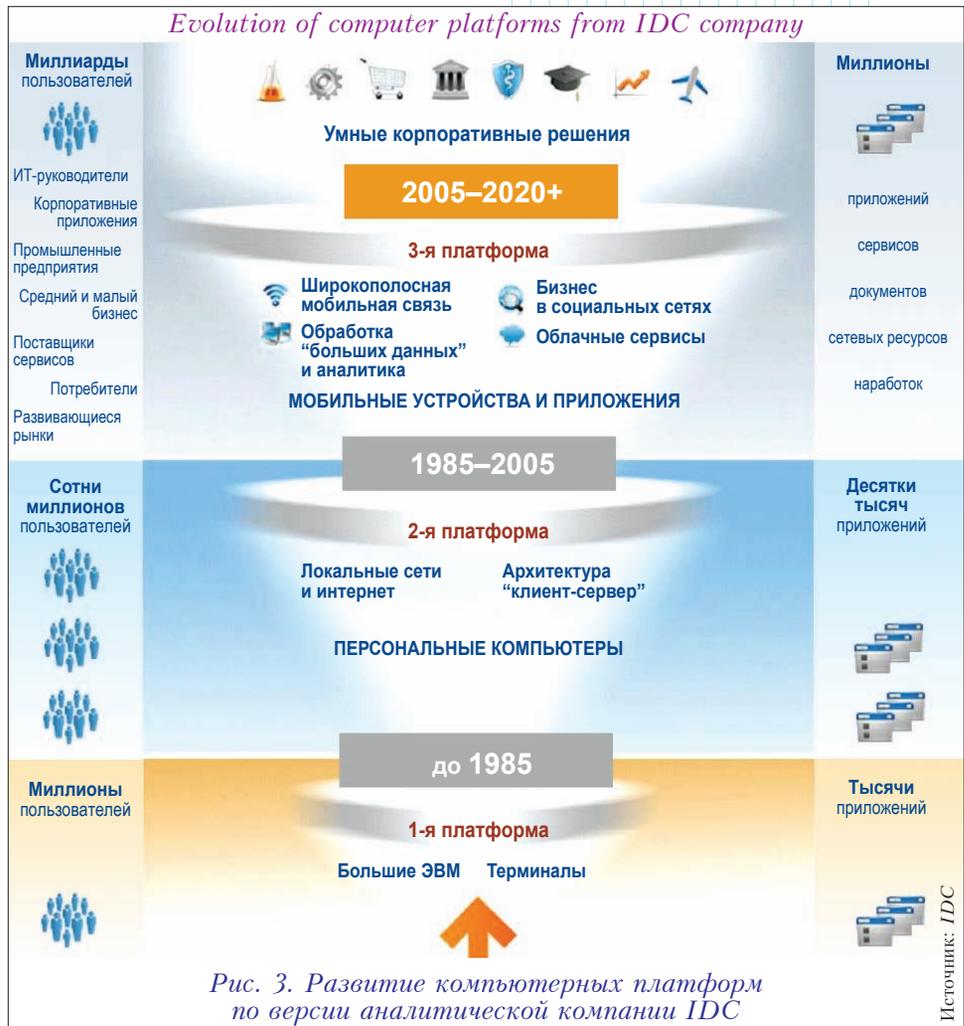


Рис. 3. Развитие компьютерных платформ по версии аналитической компании IDC

2 Темпы роста развивающихся рынков

Темпы роста развивающихся рынков (*emerging markets*) станут двухзначными – 10%, и это составит 60% от всего прироста объема реализации ИТ в мире. Объем реализации ИТ на развивающихся рынках составит 750 млрд. долларов или 35% от мирового объема.

3 Переход от IaaS к PaaS

В рамках развития 3-й платформы будет осуществляться переход от предложения инфраструктуры как сервиса (*infrastructure as a service – IaaS*) к предложению платформы как сервиса (*platform as a service – PaaS*), оптимизированной под структуры используемых данных (*data-optimized*).

4 Мобильные устройства и конкуренция платформ

Ожидается рост реализации планшетных компьютеров (18%) и смартфонов (12%). Будет продолжаться конкуренция платформ *Android* и *iOS*. Компании *Microsoft* необходимо будет добиться удвоения числа приложений для мобильной платформы *Windows*.

5 Облачные сервисы

Объем реализации облачных технологий и услуг вырастет на 25% и превысит 100 млрд. долларов. Ожидается значительное увеличение количества ЦОД, обострение конкуренции игроков на рынке облачных услуг, развитие в том, что касается глобализации предоставления облачных услуг.

6 Большие данные

Объем рынка технологий и услуг по обработке больших объемов данных вырастет на 30% и достигнет 14 млрд. долларов. Ожидается развитие облачных платформ, оптимизированных под структуры используемых данных (*data-optimized cloud platforms*).

7 Социальные сети

В предстоящие 12–18 месяцев технологии социальных сетей будут всё больше интегрироваться в корпоративные приложения. Информация из социальных сетей станет питать процессы создания изделий и сервисов. Ожидается, что корпоративные социальные сети станут стандартным предложением от поставщиков облачных сервисов. Это позволит предприятиям опираться на технологию социальных сетей при построении корпоративных бизнес-процессов.

8 Центры обработки данных

ЦОДы являются физической основой облаков и одним из важнейших компонентов 3-й платформы, их количество будет возрастать, равно как и их важность. Развитие рынков серверов, хранилищ данных и сетевых компонентов всё больше будет стимулироваться спросом со стороны поставщиков облачных услуг.

9 Приложения и сервисы для 3-й платформы

В рамках развития 3-й платформы ожидается появление нового поколения конкурентоспособных приложений и сервисов практически для всех отраслей. Большинство игроков этого рынка не станут изобретать

собственные платформы, а будут применять облачные платформы от *Amazon*, *Microsoft*, *IBM*, *Salesforce* и других ведущих поставщиков.

10 Интернет вещей

Для развития концепции “интернета вещей” (*internet of things – IoT*) в рамках 3-й платформы ожидается развитие партнерства производителей изделий, поставщиков телекоммуникационных услуг и поставщиков полупроводниковых приборов с целью создания изделий потребительской электроники и подключенных к интернету устройств. Предполагается, что к 2020 году объем реализации изделий, изготовленных в рамках концепции “интернета вещей”, составит 8.9 трлн. долларов. Для обеспечения их функционирования необходимо будет создать 30 миллиардов точек автоматического подключения.

Вместо заключения

На наш взгляд прогнозы компаний *Gartner* и *IDC*, имеющие много пересечений, дополняют друг друга, что позволяет читателям составить целостное представление о развитии технологий в 2014 году и в ближайшей перспективе.

На этом мы завершаем первый комплексный обзор, состоящий из пяти частей. Результаты дальнейших наблюдений за рынками систем высокопроизводительных вычислений мы предложим на суд читателей уже в ближайшее время в новом обзоре. ☺

Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Серверы, компьютеры, планшеты, смартфоны // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №5, с. 69–79; №6, с. 90–92.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры для HPC-систем. EDA-системы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №6, с. 77–88; №7, с. 85–92.
3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Суперкомпьютерные рейтинги // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №8, с. 77–89.
4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Итоги года // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2014, №1, с. 89–95; №2, с. 80–86.
5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2011–2012 годах: обзор достижений и анализ рынка. Часть III // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №1, с. 75–86.

Об авторе:

Павлов Сергей Иванович – *Dr. Phys.*, редактор аналитического *PLM*-журнала *CAD/CAM/CAE Observer* (sergey@cadcamcae.lv), научный сотрудник Лаборатории математического моделирования окружающей среды и технологических процессов Латвийского университета (Sergejs.Pavlovs@lu.lv)