

# Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков

## Часть VI. Планы и прогнозы

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Предлагаем вниманию читателей 6-ю, заключительную, часть обзора систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*, в которой обсуждаются планы компаний и прогнозы развития информационных и коммуникационных технологий (ИКТ).

Напомним, что комплексный обзор мы готовим уже в пятый раз. Что же касается периода 2016–2017 гг., то уже опубликованы первая [1], вторая [2], третья [3], четвертая [4] и пятая [5] части.

Все материалы свободно доступны на сайте нашего журнала: [www.cad-cam-cae.ru](http://www.cad-cam-cae.ru).

### Финансовые ресурсы и интеллектуальные заделы для развития

Как и обычно, начнем с краткого обзора обобщенных данных о находящихся в распоряжении высокотехнологичных компаний финансовых ресурсах и об их интеллектуальных заделах, которые могут быть использованы для развития.

Убедительными доказательствами конкурентных преимуществ в инновационной деятельности служат:

1) бюджет, выделяемый на исследования и разработки (*Research and Development – R&D*), что является необходимым условием создания новых продуктов (рис. 1, табл. 1);

2) зарегистрированные патенты, отражающие результативность проводимых исследований и разработок (рис. 2, табл. 2).

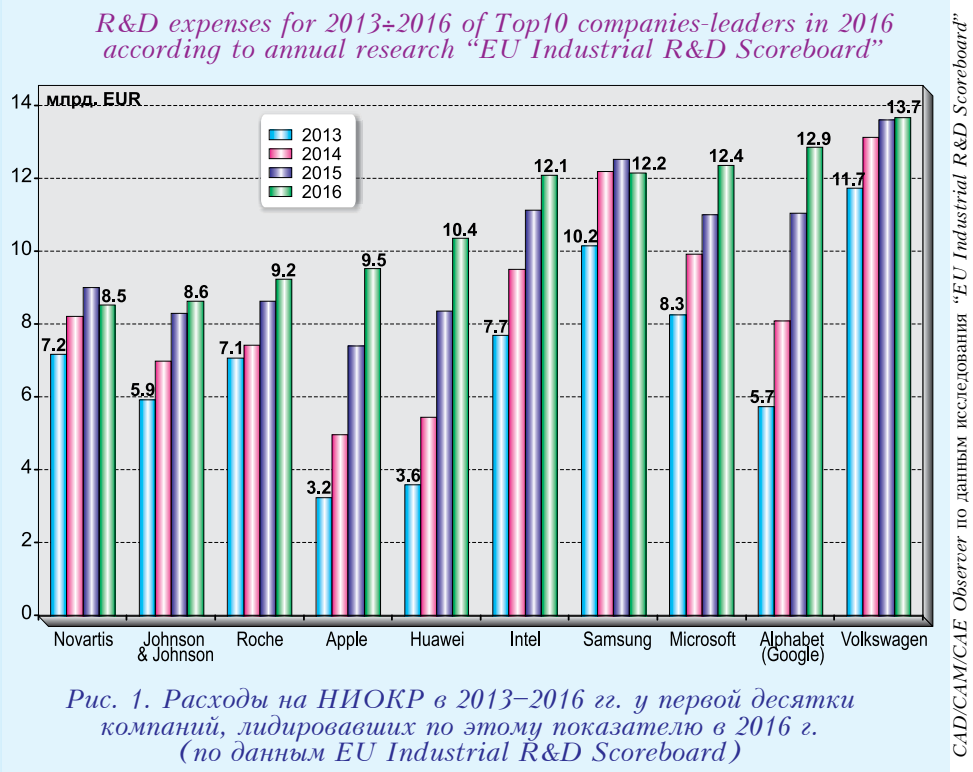
Список рассматриваемых компаний был обновлен в предыдущей части нашего обзора [5, табл. 3], а компании, выведенные за пределы упомянутой таблицы, включены, по возможности, в табл. 1, 2 – чтобы можно было наблюдать за размерами инвестиций, которые в перспективе могут привести к изменению ранжирования игроков различных рынков.

### 1 Величина R&D-бюджета

Напомним, что показатели инвестиций в *R&D* публикуются с **годовой задержкой**, так что приведенные ниже цифры и достижения соответствуют 2016 году.

Из высокотехнологичных компаний в 2016 году в первую десятку лидеров по размеру инвестиций в создание новых продуктов вошли: *Alphabet/Google* (2-е место), *Microsoft* (3-е место), *Samsung* (4-е место), *Intel* (5-е место), *Huawei* (6-е место) и *Apple* (7-е место). Перемещения в сравнении с раскладом на 2015 год следующие: *Alphabet* – с 4-го места на 2-е, *Microsoft* – с 5-го места на 3-е, *Huawei* – с 8-го места на 6-е. Таким образом, компания *Samsung* съехала со 2-го места на 4-е, а *Intel* отодвинули с 3-го места на 5-е.

Хочется отметить, что в 2016 году в эту десятку впервые вошла *Apple* (самая дорогая компания в мире по состоянию на конец 2017 года) с показателем 9.529 млрд. евро, поднявшаяся вверх сразу на четыре ступени: в 2015 году она занимала 11-е место с показателем 7.410 млрд. евро. Еще годом ранее, в 2014-м,



её R&D-инвестиции составляли “всего лишь” 4.976 млрд. евро (18-е место).

Компания *Apple* в 2016 году сократила своё отставание по вложениям в исследование от ближайшего конкурента на рынке подключаемых к интернету “умных” устройств – компании *Samsung*. Южно-корейский гигант выложил на эти цели почти в 1.3 раза больше: 12.154 млрд. евро. Напомним, что в 2015 году *Apple* инвестировала в исследования примерно в 1.7 раза меньше конкурента (*Samsung* – 12.528 млрд. евро), в 2014 году – примерно в 2.5 раза меньше (*Samsung* – 12.187 млрд. евро), а в 2013 году инвестиции *Apple* (3.245 млрд. евро, 35-е место) были в 3.1 раза меньше, чем у *Samsung* (10.155 млрд. евро, 2-е место).

Интересно сравнить и “яблочные” показатели с “азбучными”. Холдинг *Alphabet* в лице “системообразующей” компании *Google* инвестирует в исследования щедрее: в 2016 году – почти в 1.4 раза больше (12.864 млрд. евро), в 2015 году – примерно в 1.5 раза больше (11.054 млрд. евро), в 2014 году – примерно в 1.6 раза больше (8.098 млрд. евро), а в 2013 году – примерно в 1.8 раза больше (5.736 млрд. евро), чем *Apple*.

## 2 Количество зарегистрированных патентов

Компания *IBM* уже 25 лет беспрерывно возглавляет *Top50* по числу ежегодно регистрируемых

патентов. В 2017 году ею был установлен **новый абсолютный рекорд – 9043 патентов**, что на 953 единицы больше, чем предыдущий абсолютный рекорд, установленный в 2016-м (8090 патентов), который в свою очередь был на 735 единиц больше, чем в 2015-м (7355 патентов). Отметим, что в 2015 году – и это был единственный раз за всё время наших наблюдений – этот показатель уступил на 179 единиц продержавшемуся два года её предыдущему абсолютному рекорду, установленному в 2014 году (7534 патента). До этого тенденция была другой: рекордный показатель 2014 года на 725 единиц превысил достижение 2013-го (6809 патентов), которое, в свою очередь, на 331 единицу превышало результат 2012 года (6478 патентов).

Второе место занимает компания *Samsung*, зарегистрировавшая в 2017 году 5837 патентов – это примерно в полтора раза меньше, чем у лидера. Результаты 2016, 2015 и 2014 годов у *Samsung* составляли 5518, 5072 и 4952 патента соответственно.

Отметим также значительные перемещения в рейтинге двух ведущих чипмейкеров. Компания *Intel* за четыре года поднялась с 18-го места (1455 патентов в 2013 году) на 4-е (3023 патента в 2017 году). Еще более стремительной оказалась компания *TSMC*: за четыре года она скакнула с

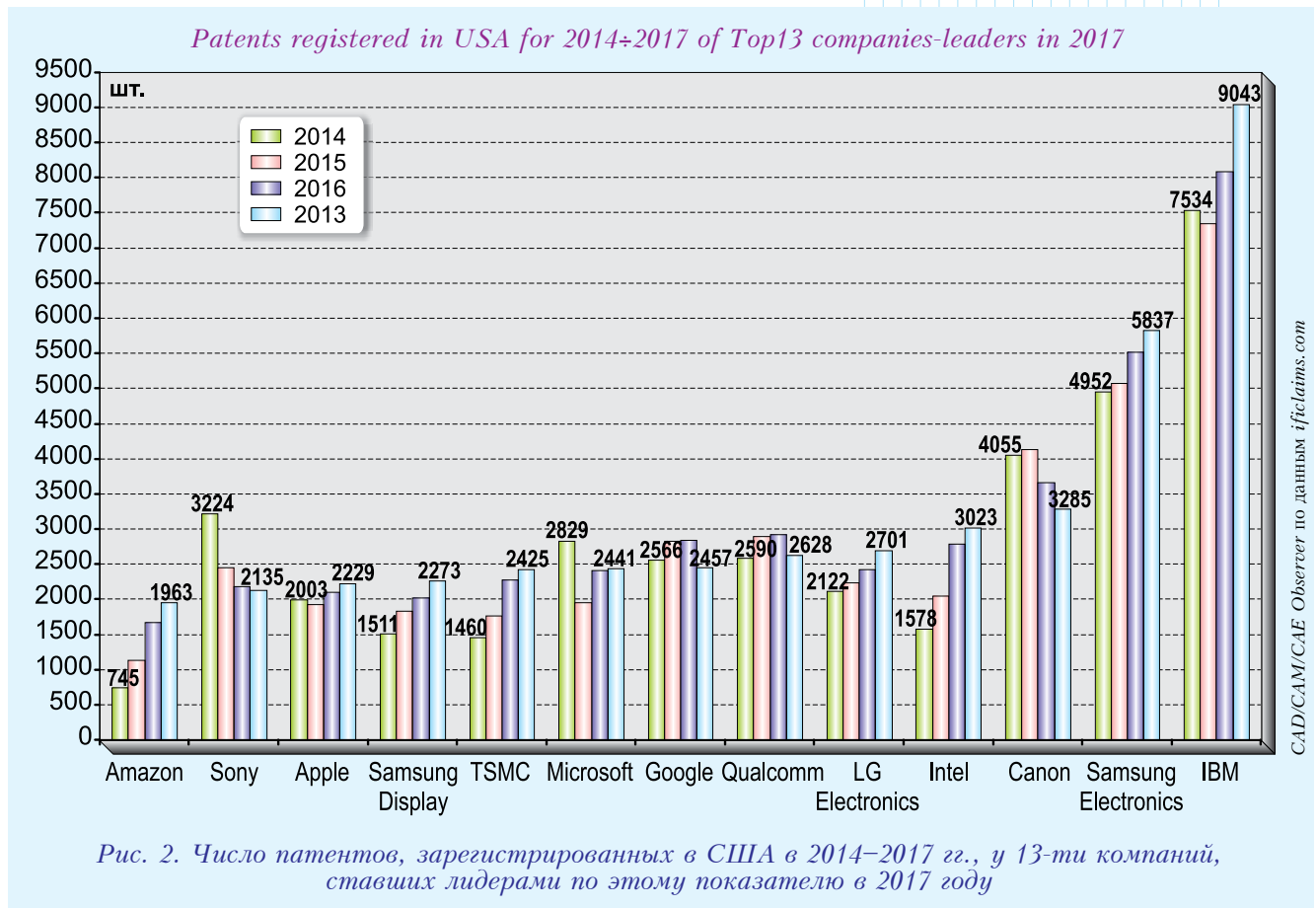


Рис. 2. Число патентов, зарегистрированных в США в 2014–2017 гг., у 13-ти компаний, ставших лидерами по этому показателю в 2017 году

35-го места (941 патент в 2013 году) на 9-е место (2425 патентов в 2017 году).

Компания *Apple* (которая, в дополнение к своим хардверно-софтверным подвигам, теперь считается еще и одним из крупнейших бесфабричных чипмейкеров) на протяжении уже четырех лет, в 2014–2017 годах, стабильно занимает 11-е место, которое ей обеспечили 2003, 1938, 2102 и 2229 патентов соответственно.

Кроме того, обратим внимание читателей на гигантский скачок рейтинга ведущего поставщика облачных услуг. Компания *Amazon*, впервые попавшая в этот *Top50* в 2014 году, поднялась с

50-го места (745 патентов) на 13-е (1963 патента в 2017 году).

Напомним, что зарегистрированные патенты отражают эффективность использования бюджета для инновационной деятельности. Кроме того, накопленные пакеты патентов служат инструментами в конкурентной борьбе компаний-лидеров в различных регионах по всему миру. При оформлении сделок по приобретению компаний, что не является редкостью в процессе консолидации и перераспределения рыночных сегментов, пакеты патентов являются едва ли не определяющими активами.

**Табл. 1. Расходы на НИОКР в 2014–2016 гг. и места, занимаемые лидерами рассматриваемых рынков (по данным *EU Industrial R&D Scoreboard*)**

| Компания                               | 2014 г. |                  | 2015 г. |                  | 2016 г. |                  |
|--|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|
|  | Место   | R&D<br>млрд. EUR | Место   | R&D<br>млрд. EUR | Место   | R&D<br>млрд. EUR |
| <i>Alphabet (Google)</i>               | 6       | 8.098            | 4       | 11.054           | 2       | 12.864           |
| <i>Microsoft</i>                       | 3       | 9.922            | 5       | 11.011           | 3       | 12.368           |
| <i>Samsung</i>                         | 2       | 12.187           | 2       | 12.528           | 4       | 12.155           |
| <i>Intel</i>                           | 4       | 9.503            | 3       | 11.140           | 5       | 12.086           |
| <i>Huawei</i>                          | 15      | 5.441            | 8       | 8.358            | 6       | 10.363           |
| <i>Apple</i>                           | 18      | 4.976            | 11      | 7.410            | 7       | 9.529            |
| <i>Oracle</i>                          | 22      | 4.550            | 19      | 5.316            | 17      | 5.843            |
| <i>Cisco</i>                           | 16      | 5.112            | 17      | 5.701            | 18      | 5.748            |
| <i>IBM</i>                             | 25      | 4.336            | 27      | 4.515            | 26      | 4.939            |
| <i>Nokia</i>                           | 41      | 2.718            | 54      | 2.502            | 27      | 4.904            |
| <i>Qualcomm</i>                        | 23      | 4.511            | 25      | 5.043            | 28      | 4.887            |
| <i>Sony</i>                            | 37      | 3.170            | 39      | 3.569            | 41      | 3.634            |
| <i>LG</i>                              | 46      | 2.597            | 48      | 2.718            | 50      | 2.725            |
| <i>Dell Technologies</i>               | –       | –                | –       | –                | 51      | 2.692            |
| <i>EMC</i>                             | 39      | 2.916            | 56      | 2.437            | –       | –                |
| <i>Broadcom</i>                        | 60      | 1.955            | 142     | 0.964            | 55      | 2.537            |
| <i>Hewlett-Packard Enterprise</i>      | –       | –                | –       | –                | 62      | 2.180            |
| <i>TSMC</i>                            | 79      | 1.477            | 70      | 1.827            | 63      | 2.092            |
| <i>ZTE</i>                             | 83      | 1.387            | 65      | 1.954            | 70      | 1.861            |
| <i>MediaTek</i>                        | 104     | 1.127            | 98      | 1.380            | 84      | 1.636            |
| <i>NXP Semiconductors</i>              | 179     | 0.628            | 178     | 0.734            | 98      | 1.441            |
| <i>Fujitsu</i>                         | 84      | 1.384            | 100     | 1.371            | 101     | 1.413            |
| <i>NVIDIA</i>                          | 105     | 1.120            | 112     | 1.223            | 104     | 1.388            |
| <i>Texas Instruments</i>               | 106     | 1.119            | 118     | 1.176            | 114     | 1.300            |
| <i>STMicroelectronics</i>              | 117     | 1.059            | 120     | 1.149            | 119     | 1.229            |
| <i>Lenovo</i>                          | 128     | 0.958            | 106     | 1.285            | 121     | 1.190            |
| <i>Salesforce</i>                      | 174     | 0.657            | 152     | 0.875            | 125     | 1.153            |
| <i>Hewlett-Packard</i>                 | 40      | 2.839            | 42      | 3.217            | 126     | 1.147            |
| <i>AMD</i>                             | 143     | 0.883            | 154     | 0.870            | 151     | 0.956            |
| <i>Adobe</i>                           | 167     | 0.695            | 167     | 0.792            | 156     | 0.926            |
| <i>Amazon</i>                          | 206     | 0.528            | 215     | 0.590            | 259     | 0.485            |
| <i>ASUS</i>                            | 343     | 0.296            | 324     | 0.361            | 312     | 0.391            |
| <i>HTC</i>                             | 295     | 0.339            | 306     | 0.383            | 363     | 0.322            |
| <i>BlackBerry (Research in motion)</i> | 190     | 0.586            | 273     | 0.431            | 405     | 0.287            |
| <i>Cray</i>                            | 947     | 0.077            | 951     | 0.089            | 894     | 0.106            |
| <i>Acer</i>                            | 1066    | 0.066            | 1290    | 0.058            | 1351    | 0.060            |
| <i>ARM Holdings</i>                    | 362     | 0.279            | 331     | 0.352            | –       | –                |

## Запланированное покорение технологических вех

Теперь кратко остановимся на планируемых достижениях высокотехнологических компаний, которые могут рассматриваться как вехи в технологическом развитии ИКТ отрасли.

### ✓ Строительство прототипа экзафлопсного суперкомпьютера

В завершающей части прошлогоднего обзора [6] мы проиллюстрировали острую конкуренцию за лидерство на мировом рынке *HPC*, перечислив анонсы крупнейших суперкомпьютеростроителей, стремящихся первыми достичь промежуточного финиша на пути создания экзафлопсного ( $10^{18}$  операций с плавающей точкой в секунду) вычислительного монстра.

На данный момент все мы пребываем в состоянии ожидания, кто первым покорит отметку в 200 петафлопс. На первый взгляд, ближе всех к ней находится американская компания *IBM*, которая в конце 2017 года приступила к установке суперкомпьютера *Summit*, который представляет собой гибридную систему, базирующуюся на новых процессорах от “голубого гиганта” – *IBM POWER9* – и графических ускорителях *Volta* компании *NVIDIA*.

Однако интригу здесь вносит информация, появившаяся в самом конце января 2018 года, о строительстве в Китае суперкомпьютера с пиковой производительностью, превышающей 200 петафлопс.

Остается дожидаться публикации в июне 2018 года очередного списка мирового рейтинга суперкомпьютеров *Top500*...

### ✓ Освоение передовых технологических норм производства полупроводниковых приборов

В четвертой части нашего обзора [4] мы уже рассказали о достижении компании *IBM*, продемонстрировавшей первые 5-нанометровые чипы, созданные в сотрудничестве с *GlobalFoundries* и *Samsung Electronics*, а также о планах *TSMC* – тайваньского контрактного производителя, который в конце января 2018 года объявил о начале строительства завода для производства чипов в соответствии с технологической нормой 5 *nm*.

Ну а пока мы следим за соревнованием чипмейкеров, стремящихся стать первыми в массовом производстве 7-нанометровых чипов...

## Прогнозы

Прежде чем перейти к прогнозам на 2018 год, подготовленным аналитическими компаниями *Gartner* и *IDC*, которые традиционно появляются в завершающей части нашего обзора, обратим внимание читателей на прогноз американской компании *Strategy Analytics* (штаб-квартира в Бостоне, шт. Массачусетс) в отношении мирового парка устройств, подключенных к интернету.

### *Strategy Analytics*: парк устройств интернета вещей в 2018–2021 гг.

К 2021 году база инсталлированных в мире устройств интернета вещей (*Internet of Things, IoT*) и подключенных к интернету устройств будет насчитывать свыше 30 млрд. штук (рис. 3). Прирост в период с 2018 по 2021 гг. составит более 50%, а к 2030 году общее число таких устройств достигнет 50 млрд.

Число *IoT*-устройств в период с 2018 по 2021 гг. будет прирастать в среднем на +9% за год. В качестве сравнения: этот показатель за 2017 год составляет +17%. Кроме того, отмечается, что на конец 2017 года доля *IoT*-устройств, применяемых предприятиями (*Enterprise IoT*), составляет 52%.

Еще одна любопытная информация: к 2021 году суммарное число “умных” бытовых устройств превысит число смартфонов.

В соответствии с подсчетами аналитиков, на долю

*Worldwide installed base of connected devices and IoT devices for 2007–2017 and forecast for 2018–2021 (October, 2017)*

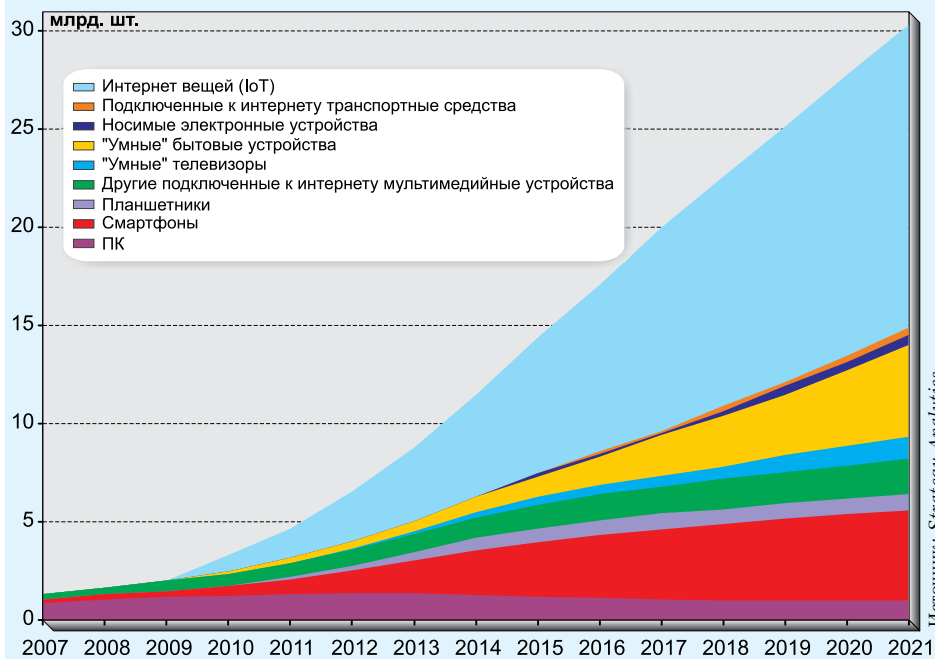


Рис. 3. Мировой парк инсталлированных устройств, подключенных к интернету, и устройств для интернета вещей в 2007–2017 гг. и прогноз на 2018–2021 гг. (октябрь 2017 года)

традиционных персональных компьютеров по состоянию на конец 2017 года приходилось всего лишь 5% (в натуральном исчислении).

Здесь уместно напомнить об эволюции факторов ПК и о прогнозе компании IDC четырехлетней давности на период 2013–2015 гг. [7, рис. 1]. В памяти само собой всплывает ироническое высказывание Марка Твена о том, что слухи о смерти (в данном случае – об исчезновении ПК) сильно преувеличены. Чтобы убедиться в этом, достаточно объединить “легенды” двух диаграмм – нынешней (рис. 3) и четырехлетней давности [7, рис. 1].

## IDC: ключевые тенденции 2018 года

По традиции, десятку ключевых технологических тенденций мировой IT-индустрии, которые будут преобладать в 2018 году, представил **Frank Gens**, старший вице-президент и главный аналитик компании IDC (презентация *IDC FutureScape* состоялась 31 октября 2017 года). Желая освежить в памяти предыдущие топы-10, подготовленные IDC, отсылаем к нашим публикациям [6, 8, 9].

Для наглядности тенденции были представлены в виде диаграммы (рис. 4). Итак, вертикальная ось отражает степень влияния

изменений, связанных с внедрением новых технологий, на предприятие в целом или на его подразделения (*Organizational Impact*). Размер каждого кружка на диаграмме (*Bubble Diagram*) отражает сложность освоения или объем необходимых инвестиций при внедрении новых технологий. По горизонтальной оси отложено время достижения каждой из технологических господствующих влияния на рынке (*Time To Mainstream*). Считается, что технология достигла господствующего влияния, если её внедряют 40÷60% предприятий, которые встали на путь перевода своего бизнеса на цифровые “рельсы” (*Digital Transformation, DX*).

Теперь делаем беглый обзор новейшего топ-10 компании IDC. Как обычно, отличия от прошлогоднего списка [6] предлагаем читателям поискать своими силами. В качестве подсказки аналитики IDC поведали, что, поскольку коренные преобразования бизнеса предприятий длятся не один год, шесть из десяти тенденций уже рассматривались в предыдущем топе-10. Однако в нынешней редакции фиксируется значительное ускорение внедрения технологий предприятиями, заинтересованными в цифровом преобразовании их бизнеса.

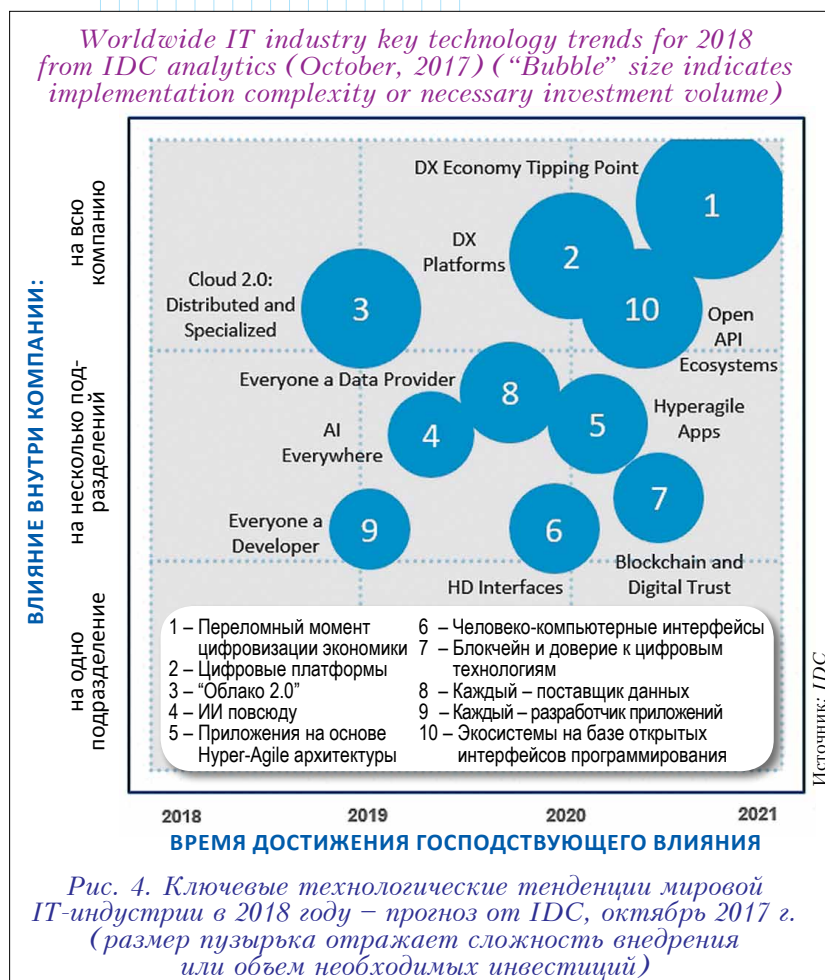


Рис. 4. Ключевые технологические тенденции мировой IT-индустрии в 2018 году – прогноз от IDC, октябрь 2017 г. (размер пузырька отражает сложность внедрения или объем необходимых инвестиций)

## 1 Переломный момент цифровизации экономики (DX Economy)

К 2021 году почти 50% мирового ВВП будет создаваться предприятиями, бизнес которых находится в стадии цифровизации.

К 2020 году потенциальные инвесторы при оценке инвестиционной привлекательности будут рассматривать в качестве важного фактора наличие у предприятия цифровой платформы для обработки данных и общения с клиентами.

К концу 2019 года мировые расходы на цифровизацию возрастут на +42% в сравнении с 2017 годом и достигнут 1.7 трлн. долларов.

## 2 Цифровые платформы (DX Platforms)

К 2020 году порядка 60% предприятий в мире будут иметь ясное представление о стратегии цифровизации и построения цифровой платформы как IT-ядра предприятия, что станет необходимым условием участия в конкурентной борьбе на ниве цифровой экономики.

## 3 Расширение возможностей “Облака 2.0”

Расходы предприятий на облачные сервисы, а также на приобретение аппаратных средств, ПО и сервисов

для обеспечения облачных вычислений (*Cloud Computing*) к 2021 году удвоятся и превысят 530 млрд. долларов.

Облачная среда станет более разнообразной:

- более 15% запросов пользователей будет приходиться на долю специализированных (не-*x86*) компьютерных систем, использующих графические процессоры (*GPU*), программируемые матрицы (*FPGA*), нейронные и квантовые вычислительные устройства;

- более 90% предприятий будут использовать мультиоблачность (*Multicloud*) – то есть *IT*-инфраструктура предприятий будет развертываться в расчете на сочетание возможностей нескольких платформ и предложений нескольких провайдеров, без привязки к одному поставщику облачных услуг;

- граничные, или периферийные вычисления (*Edge Computing*) обеспечивают обработку данных в том месте, где они генерируются (а не централизовано в ЦОД), что снижает нагрузку на каналы передачи. Многие компании ежегодно будут тратить

на апгрейд своих периферийных сетевых и вычислительных устройств и хранилищ данных больше, чем на центры обработки данных, так как свыше 20% экземпляров контейнеров будут запускаться на периферии (планшеты, смартфоны и пр.).

#### 4 Искусственный интеллект повсюду

К 2019 году 40% работ по цифровизации будут проводиться с помощью сервисов с элементами искусственного интеллекта (*Artificial Intelligence, AI*). К 2021 году 75% коммерческих корпоративных приложений (*Commercial Enterprise Apps*) будут содержать элементы искусственного интеллекта (**ИИ**). При коммуникациях предприятий с клиентами больше чем в 90% случаев будут применяться программы-боты (*Bot*). Свыше половины новых промышленных роботов будут иметь элементы ИИ.

#### 5 Приложения на базе *Hyper-Agile* архитектуры

К 2021 году в корпоративных приложениях (*Enterprise Apps*) всё больше станет применяться

**Табл. 2. Количество патентов, зарегистрированных в США лидерами рассматриваемых рынков, и их места в *Top50* по этому показателю в 2014–2017 гг.**

| Компания   | 2014 г. |                     | 2015 г. |                     | 2016 г. |                     | 2017 г. |                     |
|--|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|
|  | Место   | Количество патентов | Место   | Количество патентов | Место   | Количество патентов | Место   | Количество патентов |
| <i>IBM</i>   | 1       | 7 534               | 1       | 7 355               | 1       | 8 090               | 1       | 9 043               |
| <i>Samsung</i>   | 2       | 4 952               | 2       | 5 072               | 2       | 5 521               | 2       | 5 837               |
| <i>Intel</i>   | 16      | 1 578               | 9       | 2 048               | 6       | 2 793               | 4       | 3 023               |
| <i>LG Electronics</i>                                    | 9       | 2 122               | 8       | 2 242               | 7       | 2 430               | 5       | 2 701               |
| <i>Qualcomm</i>  | 7       | 2 590               | 4       | 2 900               | 4       | 2 925               | 6       | 2 628               |
| <i>Google</i>  | 8       | 2 566               | 5       | 2 835               | 5       | 2 842               | 7       | 2 457               |
| <i>Microsoft</i>   | 5       | 2 829               | 10      | 1 956               | 8       | 2 410               | 8       | 2 441               |
| <i>TSMC</i>  | 23      | 1 460               | 13      | 1 774               | 9       | 2 288               | 9       | 2 425               |
| <i>Apple</i>   | 11      | 2 003               | 11      | 1 938               | 11      | 2 103               | 11      | 2 229               |
| <i>Sony</i>  | 4       | 3 224               | 7       | 2 455               | 10      | 2 184               | 12      | 2 135               |
| <i>Amazon</i>  | 50      | 745                 | 26      | 1 136               | 14      | 1 672               | 13      | 1 963               |
| <i>Fujitsu</i>   | 13      | 1 820               | 19      | 1 467               | 17      | 1 568               | 19      | 1 538               |
| <i>Huawei</i>  | 48      | 775                 | 44      | 800                 | 25      | 1 202               | 20      | 1 474               |
| <i>Cisco</i>   | 32      | 1 095               | 36      | 960                 | 34      | 978                 | 31      | 967                 |
| <i>Texas Instruments</i>                                 | 44      | 833                 | 43      | 808                 | 39      | 888                 | 36      | 923                 |
| <i>GlobalFoundries</i>                                   | –       | –                   | 60      | 609                 | 22      | 1 410               | 40      | 853                 |
| <i>Foxconn</i>   | 18      | 1 537               | 29      | 1 083               | 44      | 803                 | –       | –                   |
| <i>BlackBerry (Research In Motion)</i>                   | –       | –                   | 30      | 1 071               | 45      | 771                 | –       | –                   |
| <i>Hewlett-Packard</i>                                   | 17      | 1 474               | 22      | 1 304               | –       | –                   | –       | –                   |
| <b>Всего у компаний – участников обозреваемых рынков</b> |         | <b>39 137</b>       |         | <b>39 813</b>       |         | <b>42 878</b>       |         | <b>42 637</b>       |
| <b>Доля от общего числа патентов в <i>Top50</i></b>      |         | <b>47.7%</b>        |         | <b>50.4%</b>        |         | <b>52.7%</b>        |         | <b>51.6%</b>        |
| <b>Общее число патентов в <i>Top50</i></b>               |         | <b>82 092</b>       |         | <b>79 053</b>       |         | <b>81 311</b>       |         | <b>82 562</b>       |

архитектура, обеспечивающая гибкую перенастройку под требования пользователя (*Hyper-Agile Architecture*). Порядка 80% приложений будет разрабатываться на облачных платформах (*Platform as a Service, PaaS*) с использованием микросервисов и облачных функций (например, предлагаемых в *AWS Lambda* и *Azure*).

Более 95% новых микросервисов будет разворачиваться в контейнерах, таких как *Docker* (это ПО автоматизирует развертывание и управление приложениями в среде виртуализации на уровне ОС, что позволяет упаковать приложение, со всеми зависимостями и окружением, в контейнер, который можно перенести в любую *Linux*-систему, поддерживающую на уровне ядра механизм разделения вычислительных ресурсов (*cgroups*) для иерархически организованных групп процессоров).

### 6 Человечно-компьютерные интерфейсы

К 2020 году человеко-компьютерные интерфейсы (*Human-Digital Interface*) станут более разнообразными. Четверть выездных сервисных технических специалистов и свыше 25% сотрудников, связанных с обработкой информации (*Info Workers*), будут пользоваться интерфейсами с

дополнительной реальностью (*Augmented Reality, AR*). Голосовой интерфейс станет основным в половине новых мобильных приложений. Половина компаний из списка *Global 2000* будет применять биометрические сенсоры для аутентификации клиентов.

### 7 Блокчейн и доверие к цифровым технологиям

К 2021 году почти 25% компаний из списка *Global 2000* будет пользоваться блокчейн-сервисами, которые позволят поддерживать доверие к цифровым технологиям на должном уровне. К 2020 году четверть ведущих банков, обеспечивающих глобальные транзакции, порядка 30% производителей и предприятий розничной торговли, а также 20% медицинских организаций будут применять децентрализованные сети (*Blockchain Networks*).

### 8 Каждый – поставщик данных (Data Provider)

К 2020 году 90% крупных предприятий будут получать доход, предоставляя данные как услугу (*Data as a Service, Daas*) и монетизируя информацию – в том числе первичные данные (*Raw Data*),

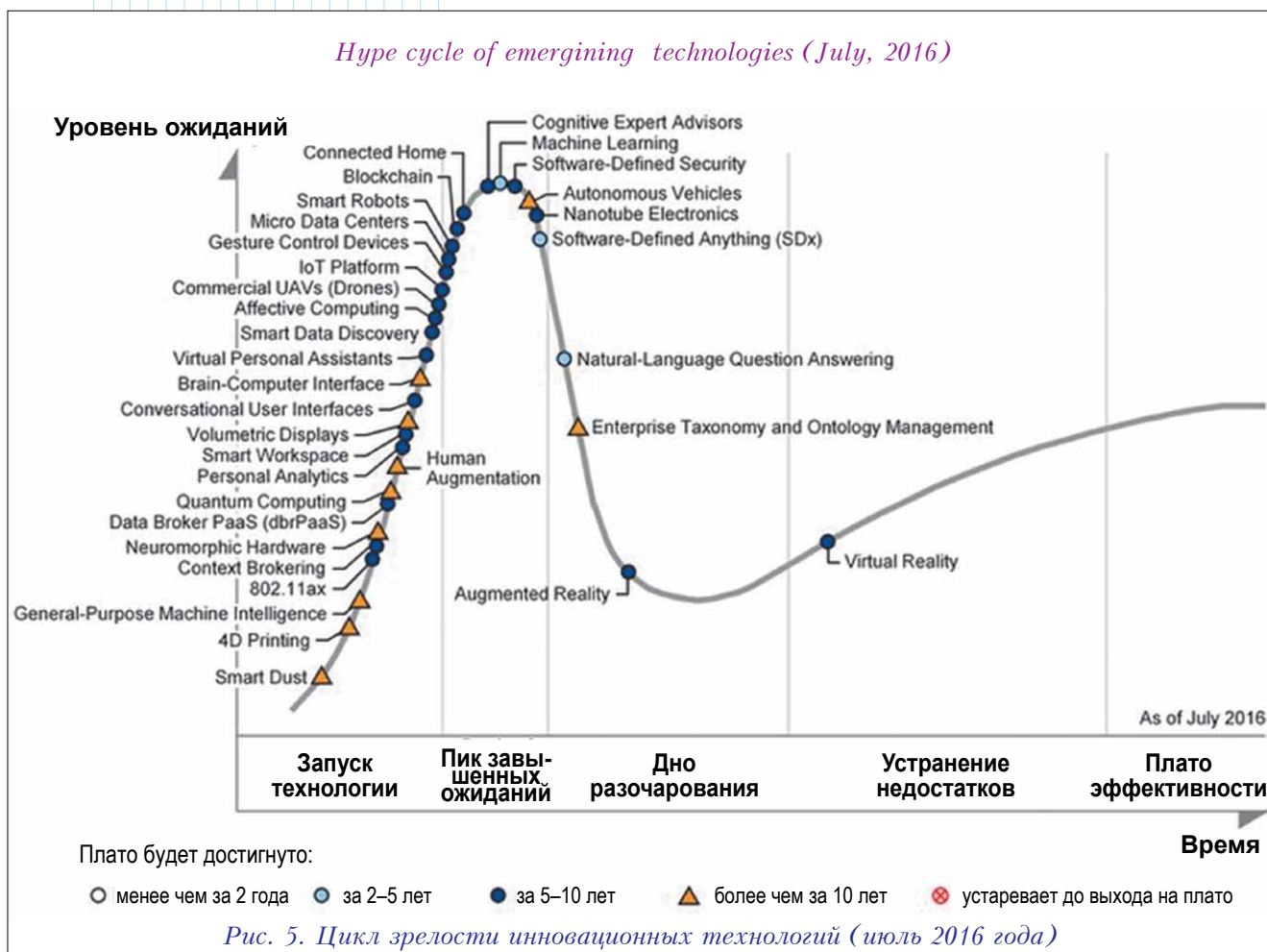


Рис. 5. Цикл зрелости инновационных технологий (июль 2016 года)

производные показатели (*Derived Metrics*), результаты анализа (*Insights*) и рекомендации. Объем услуг в сравнении с 2017 годом вырастет почти на 50%.

### 9 Каждый – разработчик приложений

В предстоящие три года распространение простых средств разработки приложений – на основе платформ, требующих минимального написания программного кода (*Low Code*) или вовсе не требующих (*No Code*) – приведет к существенному расширению круга софтверных разработчиков, которые не являются профессиональными программистами. К 2021 году такие непрофессионалы создадут 20% бизнес-приложений (*Business Applications*). Кроме того, непрофессионалам будет принадлежать авторство в разработке новых функций для приложений (*New Application Features*). В 2021 году объем созданного непрофессионалами функционала достигнет 30%, а к 2027 году – уже 60%.

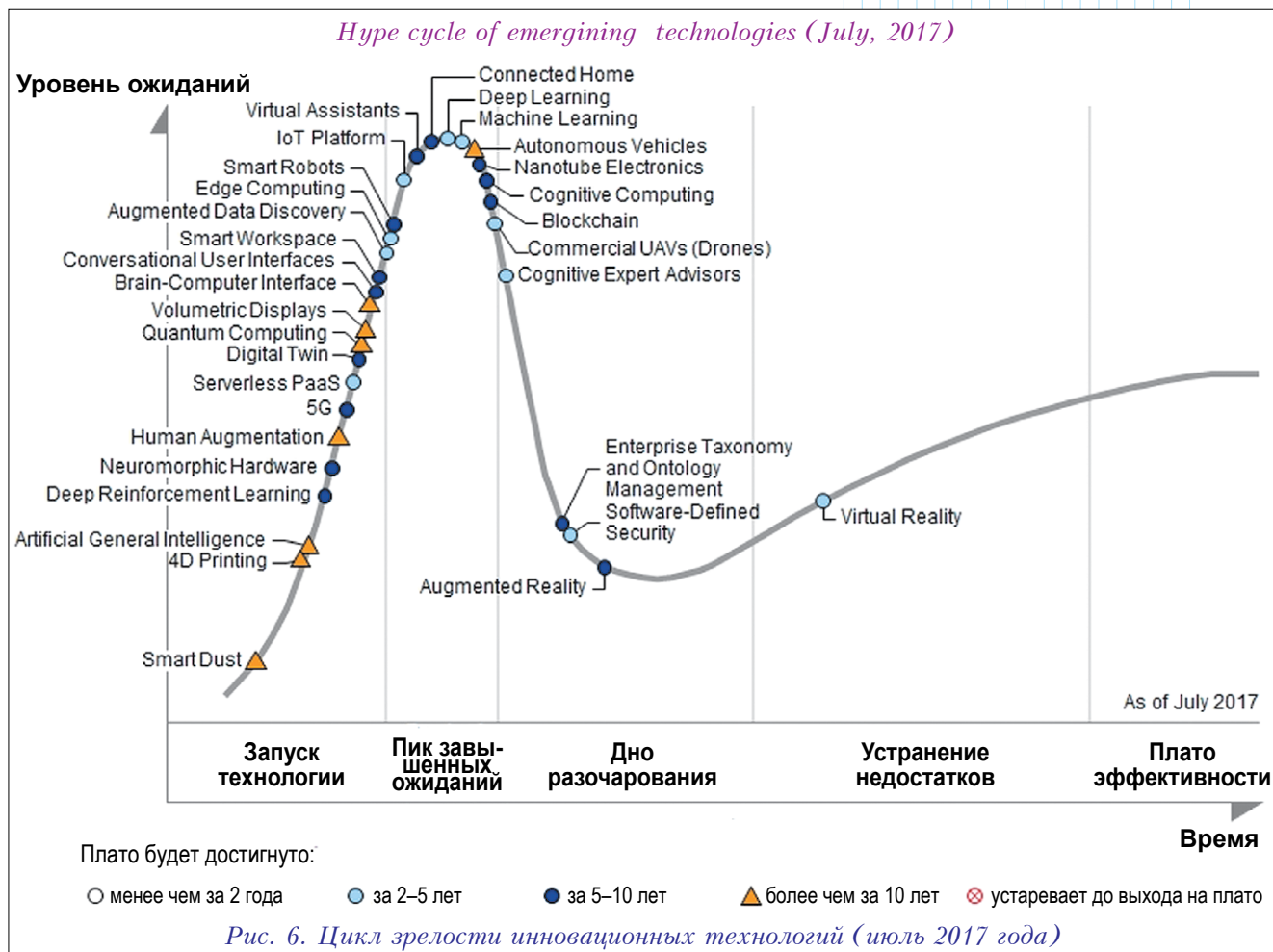
### 10 Экосистемы на базе открытых интерфейсов программирования

К 2021 году более половины компаний из списка *Global 2000* создадут экосистемы на базе открытых

интерфейсов программирования приложений (*Open API*), через которые будет осуществляться более трети взаимодействий с клиентами, пользующимися цифровыми сервисами этих компаний. Таким образом, эти технологии, в 2017 году находившиеся в зачаточном состоянии, продемонстрируют стремительный рост.

### Gartner: циклы зрелости инновационных технологий в 2017 году

Наиболее продолжительным проектом *Gartner* является ежегодно публикуемое описание циклов зрелости инновационных технологий (*Hype Cycle For Emerging Technologies*), объединяющее перспективы и тренды развития цифровых технологий, относящихся к различным отраслям. Основная цель публикации – дать информацию для размышления людям, отвечающим за выработку стратегии бизнеса, освоение глобального рынка, анализ и формулирование направлений для инноваций, руководителям подразделений исследований и разработки (*R&D*) новых изделий, коллективам разработчиков инновационных технологий, предпринимателям и другим. Циклы зрелости позволяют заинтересованным компаниям и организациям наблюдать в динамике за процессом созревания технологий,



Источник: Gartner



анализировать их прибыльность, а также реакцию рынка на инновации.

Циклы зрелости инновационных технологий в 2017 году по традиции представил **Mike J. Walker**, директор по исследованиям компании *Gartner*. В общей сложности исследования охватывают свыше двух тысяч компьютерных технологий, часть из которых отображена на **рис. 6**. Принятые обозначения подробно обсуждались в [8, **рис. 1**].

В качестве разминки перед чтением нашего пересказа комментариев, подготовленных гартнеровскими аналитиками, предлагаем читателям “найти 10 отличий” в циклах зрелости инновационных технологий, опубликованных компанией *Gartner* в июле 2016 года (**рис. 5**) и июле 2017-го (**рис. 6**), а также в комментариях к ним. Желающих освежить в памяти предыдущие циклы зрелости, подготовленные *Gartner*, отсылаем к нашим предыдущим публикациям [6, 8–10].

В процессе анализа циклов зрелости инновационных технологий в 2017 году компания *Gartner* сформулировала следующие **три ключевые тенденции** технологического развития на ближайшее будущее:

### **1 Искусственный интеллект – везде**

В предстоящее десятилетие технологии ИИ будут относиться к классу прорывных. Развитие технологий будет обеспечиваться благодаря бурному росту мощности вычислительных систем, доступности и возможности обработки практически неограниченных объемов данных, а также беспрецедентным достижениям в области глубоких нейронных сетей (*Deep Neural Network*). Обладание технологиями ИИ, которые позволят обработать громадные объемы данных, позволят организациям адаптироваться к новым ситуациям и справляться с проблемами, которые прежде были неразрешимы.

Предприятиям, которые планируют своё развитие с учетом этого тренда, следует особо обратить внимание на такие технологии:

- глубокое обучение (*Deep Learning*) представляет собой совокупность методов машинного обучения, основанных на обучении представлением, а не на специализированных алгоритмах для конкретных задач;
- *Deep Reinforcement Learning* – обучение с подкреплением представляет собой один из способов машинного обучения, когда испытуемая система обучается при взаимодействии с некоторой средой;
- *Artificial General Intelligence* – направление развития ИИ, полагающее, что некоторые формы так называемого “сильного” ИИ действительно могут обосновывать и решать проблемы;
- беспилотные транспортные средства (*Autonomous Vehicles*);
- когнитивные вычисления (*Cognitive Computing*) подразумевают создание технологических

платформ, объединяющих элементы ИИ и обработку сигналов;

- коммерческие беспилотные летательные аппараты – дроны;
- диалоговые пользовательские интерфейсы с элементами ИИ, имитирующие человеческое общение (*Conversational User Interfaces*);
- управление систематизацией и формализацией корпоративных данных (*Enterprise Taxonomy and Ontology Management*);
- машинное обучение (*Machine Learning*) – подраздел искусственного интеллекта, использующий различные математические методы для выявления закономерностей и получения знания из эмпирических данных;
- “умные” электромеханические микроустройства (*Smart Dust*);
- “умные” роботы (*Smart Robots*);
- “умное” рабочее место (*Smart Workspace*).

### **2 Стирание границ при взаимодействии между людьми, организациями и подключенными к интернету вещами**

В 2018 году и далее продолжится развитие ориентированных на человека (*Human-Centric*) технологий, которые в итоге обеспечат стирание границ и глубокое погружение при взаимодействии между людьми, организациями и подключенными к интернету вещами (*Transparently Immersive Experiences*). По мере эволюции технологий взаимосвязи будут становиться всё более тесными и глубокими: они должны стать более адаптивными, учитывающими контекстное окружение, и текучими – внутри рабочих помещений, дома и при взаимодействии организаций с людьми.

Важнейшие технологии, на которые следует обратить внимание:

- 4D-печать из полимерных волокон с памятью формы. После стимулирующего воздействия внешних факторов (температура, влажность, давление) изготовленный полуфабрикат деформируется в заданных местах, принимая нужную форму, что позволяет получать самособирающиеся объекты;
- расширенная или дополненная реальность (*Augmented Reality*) – наложение виртуальных элементов (рисунки, пояснения и пр.) на изображение физического объекта в режиме реального времени;
- нейрокомпьютерный интерфейс (*Computer-Brain Interface*);
- “умный” дом (*Connected-Home*);
- улучшение человеческого организма, расширение возможностей человека (*Human Augmentation*);
- электроника на основе углеродных нанотрубок (*Nanotube Electronics*);
- виртуальная реальность (*Virtual Reality*) – сгенерированное компьютером 3D-окружение, зачастую подразумевающее использование соответствующих шлемов или очков и сенсорной обратной связи;

- стереоскопические дисплеи (*Volumetric Displays*).

### 3 Развитие компьютерных платформ

Инновационные технологии революционно изменяют подходы к разработке и применению компьютерных платформ, обеспечивающих обработку необходимого объема данных и предоставляющих развитые вычислительные возможности. Переход от создания технической инфраструктуры к концепции построения платформ, которые являются основой экосистемы корпорации, закладывает фундамент для разработки совершенно новых бизнес-моделей, формирующих своего рода мост между людьми и технологиями.


Ключевые технологии, на которые следует обратить внимание, включают:

- 5G – пятое поколение мобильной связи, обеспечивающее более высокую пропускную способность по сравнению с 4G. В настоящее время разрабатываются стандарты телекоммуникаций;
- цифровой двойник (*Digital Twin*) физических объектов, процессов или систем;
- граничные вычисления (*Edge Computing*) представляют собой метод оптимизации облачных вычислений, когда обработка данных осуществляется на границе сети передачи данных, вблизи источника данных;
- цепочка блоков транзакций (*Blockchain*) – технология надежного распределенного хранения достоверных данных о чём угодно (выданных кредитах, правах на собственность, переводах виртуальных денег и т.д.);
- платформы для интернета вещей (*IoT Platform*);
- нейроморфические чипы (*Neuromorphic Hardware*), архитектура которых базируется на данных нейробиологии – дисциплины, изучающей физиологию, строение, развитие мозга и нервной системы;
- квантовые вычисления (*Quantum Computing*);
- бессерверная платформа как услуга (*Serverless PaaS*) представляют собой модель предоставления облачных ресурсов, когда провайдер динамически управляет выбором месторасположения облачных ресурсов;
- информационная безопасность в программно-конфигурируемых сетях (*Software-Defined Security*).

### Несколько слов вместо заключения

Надеемся, что дополняющие друг друга прогнозы компаний *IDC* и *Gartner* помогут читателям составить некоторую более-менее целостную композицию в отношении вероятных путей развития технологий в 2018 году и в ближайшей перспективе.

На этом мы завершаем очередной комплексный обзор из шести частей. Результаты дальнейших

наблюдений за рынками систем высокопроизводительных вычислений будут предложены читателям в наших грядущих публикациях. 

#### Об авторе:

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

#### Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. *HPC*-системы, серверы, облачная *IT*-инфраструктура // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №4, с. 6–15.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Суперкомпьютеры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №5, с. 71–86.
3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Компьютеры, планшетики, смартфоны // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №7, с. 6–14.
4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №8, с. 55–66.
5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2016–2017 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Итоги года // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2018, №1, с. 70–81.
6. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть VI. Планы и прогнозы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №2, с. 58–70.
7. 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.
8. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Прогнозы развития информационных технологий // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2014, №2, с. 89–94.
9. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2013–2014 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Планы и прогнозы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2015, №2, с. 65–74.
10. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Планы и прогнозы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2016, №2, с. 77–86.