

Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть V. Планы и прогнозы

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается 5-я, заключительная, часть обзора систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*, где обсуждаются планы компаний и прогнозы развития информационных и коммуникационных технологий (ИКТ).

Напомним, что пятичастный комплексный обзор мы готовим третий раз. Что же касается периода 2014–2015 гг., то уже опубликованы первая [1], вторая [2], третья [3] и четвертая [4] части.

Все материалы свободно доступны на сайте нашего журнала www.cad-cav-cae.ru.

Финансовые ресурсы и интеллектуальные заделы для развития

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

Показателями конкурентных преимуществ в инновационной деятельности служат:

- бюджет, выделяемый на исследования и разработки (*Research and Development – R&D*), что является необходимым условием создания новых продуктов (рис. 1, табл. 1);
- зарегистрированные патенты, отражающие результативность проводимых исследований и разработок (рис. 2, табл. 2).

Напомним, что список рассматриваемых компаний приведен в [5, табл. 2], 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

R&D expenses for 2012÷2014 of Top10 companies-leaders in 2014 according to annual research “EU Industrial R&D Scoreboard”

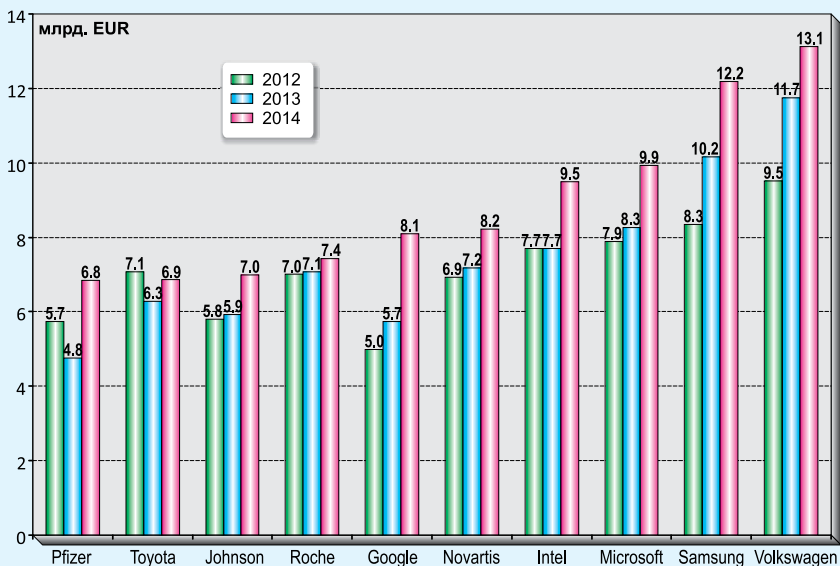


Рис. 1. Расходы на НИОКР в 2012–2014 гг. у первой десятки компаний, лидировавших по этому показателю в 2014 г. (по данным EU Industrial R&D Scoreboard)

Patents registered in USA for 2013÷2015 of Top13 companies-leaders in 2015

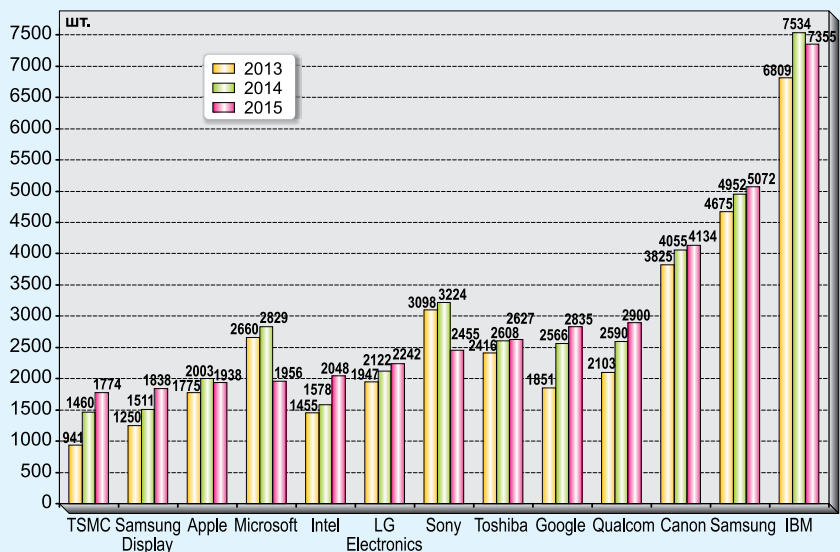


Рис. 2. Число патентов, зарегистрированных в США в 2013–2015 гг., у Top13 компаний, лидировавших по этому показателю в 2015 г.

привести к изменению ранжирования игроков различных рынков.

✓ Величина R&D-бюджета

Отметим, что показатели инвестиций в R&D публикуются с годичной задержкой, так что приведенные ниже цифры и достижения соответствуют 2014 году.

Из высокотехнологичных компаний в первую десятку лидеров в 2014 году по размеру инвестиций в создание новых продуктов входят: *Samsung* (2-е место), *Microsoft* (3-е место), *Intel* (4-е место) и *Google* (6-е место). В сравнении с раскладом в 2013 году изменилось только положение компании *Google*, которая переместилась с 9-го места на 6-е.

В 2014 году компания *Apple*, самая дорогая в мире по состоянию на конец 2015 года, инвестировала в исследования примерно в 2.5 раза

меньше (4.976 млрд. евро, 18-е место по величине R&D-бюджета), чем ближайший конкурент на рынке подключаемых к интернету “умных” устройств – южно-корейский гигант Самсон (*Samsung*), который выложил на эти цели 12.187 млрд. евро. Показатели, соответствующие 2013 году, были следующими: инвестиции у *Apple* были в 3.1 раза меньше (3.245 млрд. евро, 35-е место), чем у *Samsung* (10.155 млрд. евро, 2-е место).

“Яблочные” данные интересно сравнить с показателями *Google*, которая в 2015 году стала “системообразующей” компанией холдинга *Alphabet*, а в начале 2016 года даже обошла *Apple* по капитализации. Как видим, компания *Google* в исследовании инвестирует щедрее: 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*.

Табл. 1. Расходы на НИОКР в 2012–2014 гг. и места, занимаемые лидерами рассматриваемых рынков (по данным *EU Industrial R&D Scoreboard*)

Компания	2012		2013		2014	
	Место	R&D млрд. EUR	Место	R&D млрд. EUR	Место	R&D млрд. EUR
<i>Samsung</i>	2	8.345	2	10.155	2	12.187
<i>Microsoft</i>	3	7.891	3	8.252	3	9.922
<i>Intel</i>	4	7.691	4	7.694	4	9.503
<i>Google</i>	13	4.997	9	5.736	6	8.098
<i>Huawei</i>	32	3.536	26	3.589	15	5.441
<i>Cisco</i>	18	4.504	18	4.564	16	5.112
<i>Apple</i>	46	2.563	35	3.245	18	4.976
<i>Oracle</i>	29	3.676	24	3.735	22	4.550
<i>Qualcomm</i>	38	2.967	25	3.602	23	4.511
<i>IBM</i>	21	4.194	22	4.089	25	4.336
<i>Sony</i>	24	4.147	36	3.209	37	3.170
<i>Hewlett-Packard</i>	45	2.576	47	2.273	40	2.839
<i>Nokia</i>	22	4.169	29	3.456	41	2.718
<i>LG</i>	56	1.960	49	2.209	46	2.597
<i>TSMC</i>	106	1.055	83	1.161	79	1.477
<i>ZTE</i>	94	1.171	105	1.000	83	1.387
<i>Fujitsu</i>	55	2.023	69	1.525	84	1.384
<i>MediaTek</i>	175	0.585	168	0.639	104	1.127
<i>NVIDIA</i>	124	0.870	111	0.961	105	1.120
<i>Texas Instruments</i>	76	1.423	90	1.104	106	1.119
<i>STMicroelectronics</i>	65	1.763	76	1.362	117	1.059
<i>Lenovo</i>	211	0.468	191	0.511	128	0.958
<i>AMD</i>	109	1.026	128	0.871	143	0.883
<i>BlackBerry (Research in motion)</i>	98	1.120	119	0.932	190	0.586
<i>Amazon</i>	277	0.344	230	0.421	206	0.528
<i>HTC</i>	242	0.405	298	0.303	295	0.339
<i>ASUS</i>	385	0.223	337	0.265	343	0.296
<i>ARM Holdings</i>	432	0.191	369	0.231	362	0.279
<i>Cray</i>	1192	0.049	987	0.064	947	0.077
<i>Acer</i>	898	0.075	896	0.075	1066	0.066
<i>Dell</i>	133	0.812	147	0.777	–	–

✓ Количество зарегистрированных патентов

Компания *IBM* уже 23 года возглавляет *Top50* по числу регистрируемых в год патентов. При этом достижение 2015 года – 7355 патентов – на 179 единиц уступает установленному в 2014 году абсолютному рекорду (7534 патента). Прежде тенденция была другой: рекордный показатель 2014 года на 725 единиц превышает достижение 2013 года (6809 патентов), которое, в свою очередь, на 331 единицу превышает результат 2012 года (6478 патентов).

Второе место занимает компания *Samsung*, зарегистрировавшая в 2015 году 5072 патента – это примерно в 1.45 раза меньше, чем у лидера. Результат 2014 года у *Samsung* составлял 4952 патента.

С 7-го места в 2014 году на 4-е место в 2015-м шагнула компания *Qualcomm*, число патентов которой возросло с 2590 до 2900. Так же на три места – с 8-го на 5-е – скакнула за год компания *Google*, зарегистрировавшая 2566 и 2835 патентов в 2014 и 2015 годах соответственно.

Компания *Apple* в 2014 и 2015 годах занимает 11-е место, которое ей обеспечили 2003 и 1938 патентов соответственно.

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.

В качестве иллюстрации высказанного тезиса можно привести пример с изменением владельцев компании *Motorola Mobility*, которая в августе 2011 года была приобретена за 12.5 млрд. долларов компанией *Google*, а в январе 2014-го оказалась во владении компании *Lenovo*, заплатившей всего 2.91 млрд. долларов. Любопытно, что именно в 2012 году компания *Google* впервые вошла в *Top50* по числу регистрируемых в год патентов.

Прогнозы

Как и в предыдущих обзорах, мы не будем стремиться “объять необъятное”, и кратко остановимся на прогнозах на 2016 год, смело высказанных и бескорыстно опубликованных аналитической компанией *Gartner*. В отличие от этого, другая аналитическая компания – *IDC* – на сей раз поспешила на публикацию соответствующих пресс-релизов, отослав любознательных читателей напрямую к своим отчетам, для ознакомления с каждым из которых необходимо приобрести право доступа по цене билета в кинотеатр.

Табл. 2. Количество патентов, зарегистрированных в США лидерами рассматриваемых рынков, и их места в *Top50* по этому показателю в 2013–2015 гг.

Компания	2013		2014		2015	
	Место	Количество патентов	Место	Количество патентов	Место	Количество патентов
<i>IBM</i>	1	6809	1	7534	1	7355
<i>Samsung</i>	2	4675	2	4952	2	5072
<i>Qualcomm</i>	9	2103	7	2590	4	2900
<i>Google</i>	11	1851	8	2566	5	2835
<i>Sony</i>	4	3098	4	3224	7	2455
<i>LG Electronics</i>	10	1947	9	2122	8	2242
<i>Intel</i>	18	1455	16	1578	9	2048
<i>Microsoft</i>	5	2660	5	2829	10	1956
<i>Apple</i>	13	1775	11	2003	11	1938
<i>TSMC</i>	35	941	23	1460	13	1774
<i>Fujitsu</i>	12	1806	13	1820	19	1467
<i>Hewlett-Packard</i>	19	1360	17	1474	22	1304
<i>Amazon</i>	–		50	745	26	1136
<i>Foxconn</i>	8	2279	18	1537	29	1083
<i>BlackBerry (Research In Motion)</i>	20	1334	–		30	1071
<i>Cisco</i>	40	885	32	1095	36	960
<i>Texas Instruments</i>	47	741	44	833	43	808
<i>Huawei</i>	–		48	775	44	800
Всего у компаний – участников обзора рынков		35 719		39 137		39 204
Доля от общего числа патентов в <i>Top50</i>		46.5%		47.7%		49.6%
Общее число патентов в <i>Top50</i>		76 850		82 092		79 053

В качестве разминки перед чтением гартнеровского прогноза предлагаем читателям “найти десять отличий” в циклах зрелости инновационных технологий (принятые обозначения подробно обсуждались в [6, рис. 1]), опубликованных компанией *Gartner* в июле 2014 года (рис. 3) и июле 2015-го (рис. 4).

Предлагаем также ознакомиться с нашим пересказом комментариев, подготовленных гартнеровскими аналитиками, для цикла зрелости инновационных технологий в 2015 году.

Gartner: цикл зрелости инновационных технологий в 2015 году

Опубликованные компанией *Gartner* в 2015 году циклы зрелости, в которых упоминаются более чем две тысячи компьютерных технологий, позволяют заинтересованным компаниям и организациям наблюдать в динамике за процессом созревания технологий, анализировать их прибыльность, а также реакцию рынка на инновации.

Результаты анализа различных направлений бизнеса, основанного на цифровых технологиях, которые наглядно отражены в циклах зрелости в 2015 году, позволили отметить появление **нового качества** компьютерных технологий, которое аналитики компании *Gartner* назвали так: **цифровой гуманизм** (*Digital Humanism*). Смысл нового термина – подчеркнуть тот акцент, которые делается

на человеческом факторе при разработке направлений развития бизнеса и рабочих мест, базирующихся на цифровых технологиях.

Что же касается циклов зрелости, наиболее продолжительным проектом *Gartner* является ежегодно публикуемый цикл зрелости инновационных технологий (*Hype Cycle For Emerging Technologies*), объединяющий перспективы и тренды развития цифровых технологий, относящихся к различным отраслям. Основная цель публикации – дать информацию для размышления различным группам специалистов, отвечающих за выработку стратегии бизнеса, освоение глобального рынка, анализ и формулирование направлений для инноваций, руководителям подразделений исследований и разработок новых изделий, коллективам разработчиков инновационных технологий, предпринимателям и пр. По мнению *Gartner*, эта информация может быть учтена и с толком использована при принятии решений об инвестициях в развитие и разработку инновационных технологий.

По словам Бетси Бертон (**Betsy Burton**), вице-президента и ведущего аналитика компании *Gartner*, цикл зрелости инновационных технологий, в отличие от других гартнеровских циклов зрелости, включает самый широкий набор технологий без учета отраслевых границ. Рассматриваемые инновационные технологии находятся

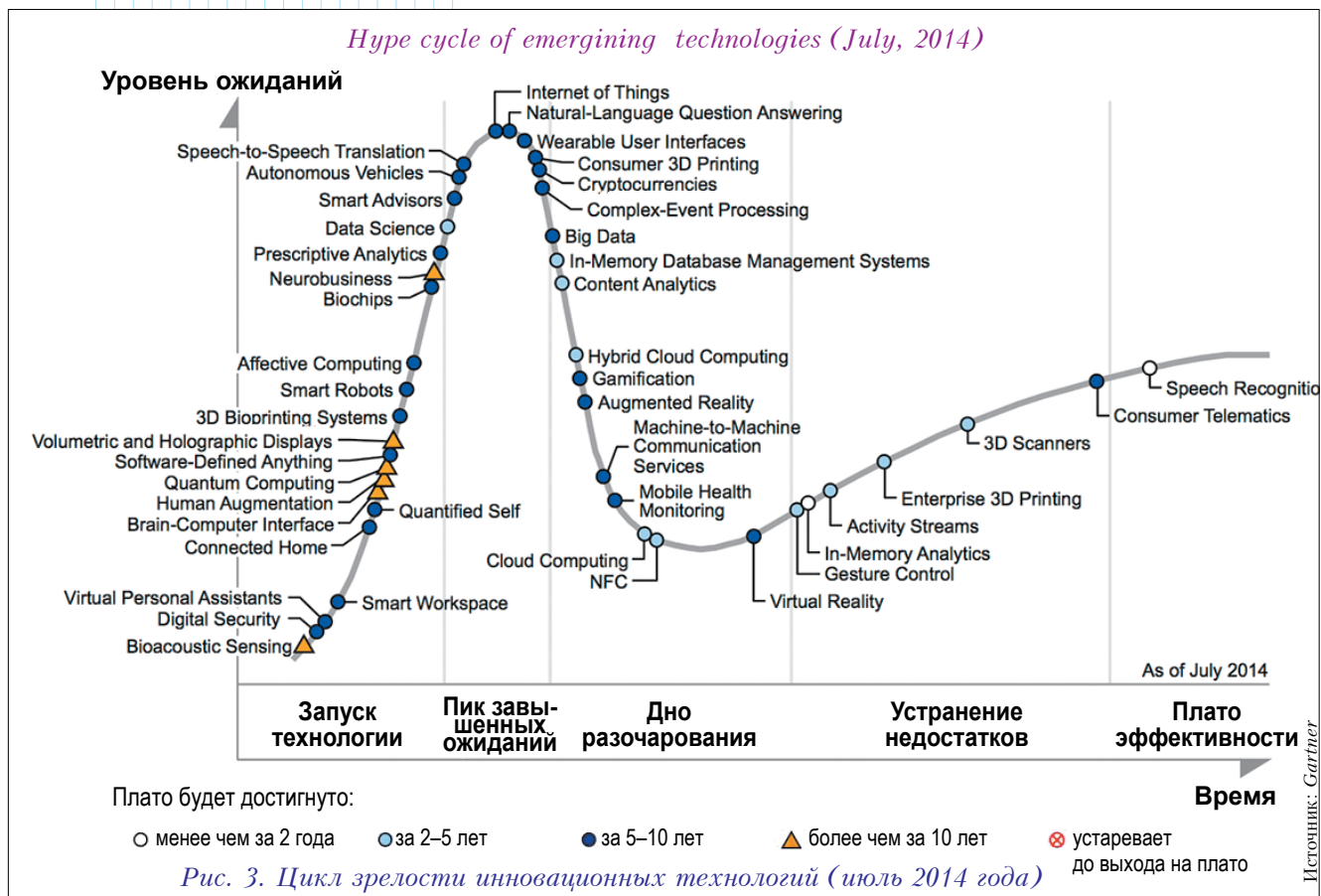


Рис. 3. Цикл зрелости инновационных технологий (июль 2014 года)

в центре внимания из-за высокого уровня общественного интереса к их развитию, а также потому, что в перспективе они могут оказать значительное влияние на развитие технологий в других отраслях. Поэтому руководству компаний рекомендуется подойти к проблемам развития своего бизнеса на основе анализа, не скованного границами отраслей.

Основное изменение в цикле зрелости инновационных технологий в 2015 году (рис. 4) – перемещение беспилотных транспортных средств (*Autonomous Vehicles*) из предпиковой зоны (*Pre-Peak*) на вершину пика завышенных ожиданий (*Peak of the Hype Cycle*). Несмотря на то, что развитие беспилотных транспортных средств пока находится на ранней стадии, продвижение в сторону пика общественного интереса является важным достижением, поскольку все крупные автомобильные компании уже включили разработку беспилотных автомобилей в свои планы, рассчитанные на ближайшую перспективу.

Аналогично, перемещение решений для “умного” дома (*Connected-Home*) из зоны “после запуска” (*Post-Trigger*) в предпиковую зону отражает появление новых решений и платформ для подключаемых к интернету устройств, предназначенных для автоматизации жилища, к разработке которых, помимо уже работающих в этом сегменте

производителей, присоединились новые поставщики технологий.

Г-жа Бертон отмечает, что предприятия продолжают свои преобразования, чтобы их бизнес становился цифровым. Для достижения этой цели важным является выбор и своевременное внедрение соответствующих технологий. В соответствии с гартнеровской “дорожной картой”, в процессе преобразований на пути к цифровому бизнесу, в настоящее время и в будущем, промышленные предприятия должны пройти **шесть этапов** (моделей ведения бизнеса).

Подробное рассмотрение классификации от *Gartner* выходит за рамки настоящего обзора, но перечислить эти этапы необходимо:

- 1 аналоговая (то есть нецифровая) модель ведения бизнеса;
- 2 веб-модель бизнеса;
- 3 электронный бизнес (*e-business*);
- 4 цифровой маркетинг (*Digital Marketing*);
- 5 цифровой бизнес (*Digital Business*);
- 6 автономное производство (*Autonomous Business*).

Поскольку в рассматриваемом цикле зрелости приведены наиболее инновационные технологии, они, главным образом, относятся к трем последним этапам. При этом, по мнению *Gartner*, сегодня большинство предприятий находится между 3-м и 4-м этапом.

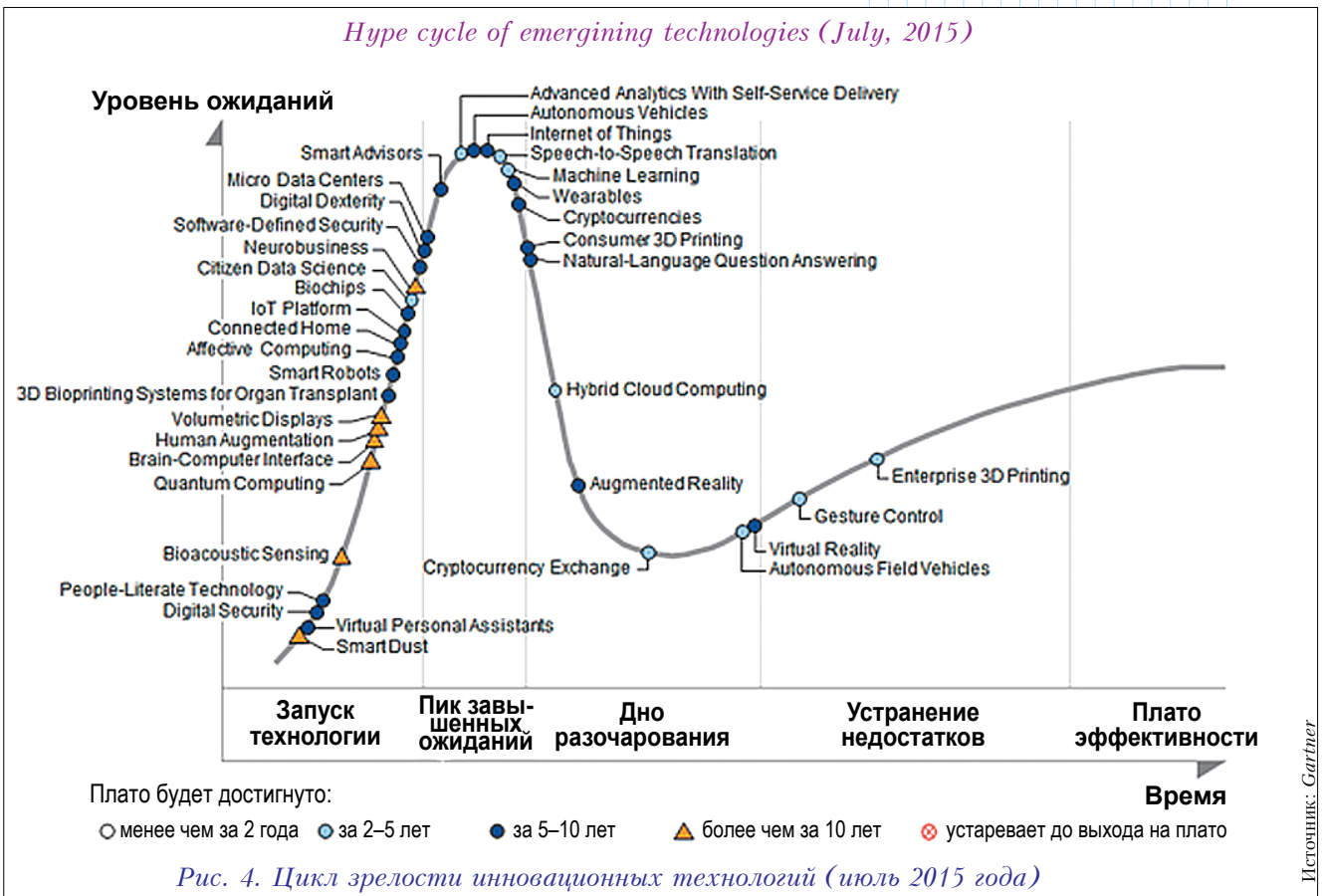


Рис. 4. Цикл зрелости инновационных технологий (июль 2015 года)

✓ Этап №4

Итак, на 4-м этапе, соответствующем опоре на **цифровой маркетинг**, проявляется сочетание использования ряда технологий, в том числе:

- *Social Media* – социальные сети;
- *Mobile Computing* – широкое применение мобильных устройств;
- *Cloud Computing* – облачные сервисы;
- *Big Data* – обработка больших объемов информации, поступающих от подключенных к интернету изделий и устройств.

Аналитики *Gartner* обозначают это термином **Nexus Of Forces**, которое можно интерпретировать как сближение четырех мощных векторов, или составляющих: социальной, мобильной, облачной и информационной. (Напомним, что в терминах аналитической компании *IDC* такое сочетание соответствует 3-й платформе [6].) Именно эта тенденция стимулировала и будет в дальнейшем стимулировать развитие существующих и появление новых возможностей.

На этом этапе предприятия применяют новые, более сложные способы для того, чтобы достичь целевой аудитории, и привлекают тех потребителей, которые хотят участвовать в маркетинговых мероприятиях, желая получить выигрыш в виде налаживания социальных контактов или по стоимости продукта/услуги.

Предприятиям, которые хотят освоить технологии, соответствующие 4-му этапу, стоит обратить внимание на инновационные технологии, представленные в цикле зрелости (рис. 4), среди которых:

- распознавание жестов (*Gesture Control*);
- гибридные облачные вычисления (*Hybrid Cloud Computing*);
- интернет вещей (*Internet of Things – IoT*);
- машинное обучение (подраздел искусственного интеллекта, использующий различные математические методы для выявления закономерностей и получения знания из эмпирических данных);
- технологии коммуникации для “умных” устройств, имитирующие коммуникацию людей (*People-Literate Technology*);
- речевой перевод устной речи (*Speech-To-Speech Translation*).

✓ Этап №5

На 5-м этапе развития предприятия, который носит название **цифровой бизнес**, имеет место конвергенция возможностей обычного интернета людей (*Internet of People*), цифрового бизнеса и интернета вещей. Концепции *IoT* и взаимопроникновения реального и виртуального миров становятся особенно важными. Физические активы (которые включают, в том числе и производственное оборудование предприятий) дигитализируются и могут управляться и взаимодействовать через интернет. Таким образом, физические активы становятся равноценным действующим участником (*Equal Actors*) в цепочке создания ценностей (концепцию *Value Chain*, охватывающую совокупность действий

предприятия по созданию и выводу продукта или услуги на рынок, ввел американский экономист *Michael Porter*) и дополняют набор цифровых объектов, к которым уже относятся программные системы и приложения.

Предприятиям, которые рассчитывают построить цифровой бизнес, стоит обратить внимание, помимо описанного выше, на инновационные технологии, представленные в цикле зрелости (рис. 4), среди которых:

- корпоративная 3D-печать;
- 3D-печать биологических объектов для научных исследований и для трансплантации органов;
- совершенствование человеческого организма с использованием ИТ-технологий (*Human Augmentation*);
- распознавание и моделирование человеческих эмоций (*Affective Computing*);
- расширенная или дополненная реальность (*Augmented Reality*) – наложение виртуальных элементов (рисунки, пояснения и пр.) на изображение физического объекта в режиме реального времени;
- биоакустические датчики и биочипы;
- нейрокомпьютерный интерфейс;
- привлечение широкого круга добровольцев для обработки и анализа данных (*Citizen Data Science* – гражданское исследование);
- “умный” дом (*Connected-Home*);
- криптовалюты (функционирующие в компьютерной сети цифровые валюты, эмиссия и учет которых основаны на криптографических методах и схеме доказательства выполнения некоторой работы);
- цифровая безопасность (*Digital Security*);
- цифровая сноровка (*Digital Dexterity*);
- “умные” роботы и ассистенты (*Smart Advisors*);
- платформы для интернета вещей;
- миниатюрные дата-центры;
- информационная безопасность в программно-конфигурируемых сетях;
- ответы на вопросы, поставленные на естественном языке;
- применение достижений нейробиологии для совершенствования принятия решений (*Neurobusiness*);
- виртуальная реальность – сгенерированное компьютером 3D-окружение, зачастую подразумевающее использование соответствующих шлемов и сенсорной обратной связи;
- квантовые вычисления;
- стереоскопические и голографические дисплеи;
- носимая электроника, “умная” одежда (*Wearables*).

✓ Этап №6

Шестой, завершающий этап развития предприятия, подразумевает **автономное производство под управлением автоматизированных систем**. На этом этапе предприятие располагает возможностями освоения технологий, которые имитируют,

полностью воспроизводят и даже заменяют функции, выполняемые человеком. В качестве примера можно назвать применение беспилотных транспортных средств для перемещения людей или изделий, применение когнитивных программных систем, способных подготовить тексты, в том числе письменные и устные ответы на запросы клиентов.

Предприятиям, которые планируют достичь этой стадии развития, следует особо обратить внимание на такие технологии:

- беспилотные транспортные средства;
- биоакустические датчики и биочипы;
- нейрокомпьютерный интерфейс;
- применение достижений нейробиологии (*Neurobusiness*);
- цифровая сноровка (*Digital Dexterity*);
- совершенствование человеческого организма (*Human Augmentation*);
- технологии коммуникации “умных” устройств, имитирующие людские;
- квантовые вычисления;
- “умные” роботы и ассистенты;
- “умные” электромеханические микроустройства (*Smart Dust*);
- виртуальные персональные ассистенты (*Virtual Personal Assistants*);
- виртуальная реальность;
- стереоскопические и голографические дисплеи.

Г-жа Бертон подчеркивает, что предприятиям в своём развитии не следует загонять себя в рамки предложенной классификации инновационных технологий, поскольку любая классификация является, в первую очередь, инструментом для анализа и исследований. К примеру, осваивающие мобильные технологии предприятия могут вполне успешно одновременно внедрять и более продвинутые технологии, такие как беспилотные транспортные средства или роботы-ассистенты.

Gartner: 10 направлений стратегического развития технологий в 2016 году

Свою “горячую десятку” компания *Gartner* представила на мероприятии *Symposium/ITxpo 2015*, которое прошло с 4 по 8 октября 2015 года в гор. Орландо (США).

Аналитики компании *Gartner* считают, что зафиксированные ими тенденции развития технологий будут оказывать существенное влияние на деятельность производственных компаний и других организаций. Это влияние будет касаться долгосрочных планов, программ и инициатив, включая привлечение необходимых инвестиций. В случае, если та или иная компания опоздает с освоением новых технологий, это может иметь негативные последствия для её сложившегося бизнеса.

Представляя свой топ-10, *David Cearley*, вице-президент *Gartner* и *Gartner Fellow* (то есть член почетного сообщества заслуженных сотрудников),

отметил, что сформулированные тенденции будут определять развитие цифрового бизнеса на период до 2020 года. Первые три тенденции характеризуют взаимопроникновение реального и виртуального миров и образование густой цифровой сети устройств (*Digital Mesh*).

Когда компании в своём развитии делают акцент на цифровом бизнесе, возникает алгоритмический бизнес (*Algorithmic Business*), то есть, будущее развитие бизнеса определяется заложенными в его основу алгоритмами, которые формализуют взаимозависимости (*Relationships*) и взаимные соединения (*Interconnections*) [объектов и процессов]. В алгоритмическом бизнесе многие процессы выполняются в фоновом режиме без непосредственного участия человека. Это обеспечивается применением “смышленных” машин (*Smart Machines*), которым посвящены вторые три из сформулированных тенденций.

Заключительные четыре тенденции относятся к новым реалиям в сфере информационных технологий – развитию новых архитектур и платформ, которые необходимы для поддержания цифрового и алгоритмического бизнеса.

Сделаем беглый обзор новейшего гартнеровского топ-10. Отличия от прошлогоднего списка [7] читатели могут, при желании, поискать своими силами.

1) Сеть устройств (*Device Mesh*)

Сеть устройств представляет собой расширяющееся множество оконечных узлов (*Endpoint*), через которые пользователи получают доступ к приложениям и информации, а также взаимодействуют с другими пользователями, обращаются к социальным сетям, органам государственной и бизнес-приложениям. Эта густая сеть охватывает мобильные устройства и носимую электронику (*Wearable*), бытовую технику, домашние электронные устройства, автомобильные системы, а также различные внешние устройства – такие как датчики, широко применяемые в интернете вещей (*IoT*).

Как отметил г-н *Cearley*, в центре пост-мобильного мира находится мобильный пользователь, окруженный плотной сетью устройств, существенно выходящих за рамки традиционных мобильных устройств.

Поскольку эти устройства подключены к системам управления на стороне сервера (*Back-End Systems*) через различные сети (*Networks*), зачастую они функционируют изолированно друг от друга. Предполагается, что по мере развития сети устройств, модели подключения будут обеспечивать всё больше возможностей взаимодействия между устройствами.

2) Ambient User Experience

Несмотря на декларируемую важность этого направления, г-н *Cearley* описывает его очень общими словами, так что наполнить это конкретным

содержанием не так просто. Попробуем немного поразмышлять на эту тему, не претендуя на истину в последней инстанции, поскольку мы выходим далеко за пределы традиционной сферы САПР. Существуют разные варианты перевода термина *User Experience* (общие впечатления пользователя, удовлетворенность, субъективный опыт взаимодействия, практика использования и т.п.), но ни один из них нельзя назвать исчерпывающим. Прибавление слова *Ambient* – то есть окружающая человека среда (в данном контексте эту среду создает и упомянутая выше густая сеть устройств разной степени интеллектуальности) – ситуацию отнюдь не упрощает. Мы, со своей стороны, пока можем предложить столь же неуклюжие фразы типа опыт взаимодействия со средой или “средовой” пользовательский опыт.

Итак, человек со смартфоном (а также с гугл-очками и эпл-часами, возможно еще и одетый в “умную” одежду), поддерживающий связь с “умным” домом и с офисом и перемещающийся через всеохватывающее окружение *Device Mesh* на своём автомобиле (тоже насыщенном интеллектуальными системами) мимо магазинов, предлагающих нужные ему товары, получает непрерывный пользовательский опыт и фоновую информацию, обусловленную средой.

Как отметил г-н *Cearley*, иммерсивные (дающие эффект погружения) элементы, создающие дополненную (*Augmented*) и виртуальную реальности, имеют значительный потенциал, однако это лишь один из аспектов. Еще одним аспектом, на наш взгляд, является необходимость упростить взаимодействие со всеми “умными” устройствами, имеющими собственный пользовательский интерфейс.

“Средовой” пользовательский опыт сохраняет свою непрерывность во всей сети устройств, во времени и в пространстве, обеспечивая преемственность при перемещении и смене наборов устройств, при изменении каналов взаимодействия. Реальное, виртуальное и электронное окружение смешиваются, формируя максимально комфортную для человека среду, с которой можно взаимодействовать с максимальной эффективностью, перемещаясь с одного места на другое.

В этой связи, по мнению г-на *Cearley*, разработка приложений для мобильных платформ (*Mobile Apps*), реализующих описанные выше возможности, продолжает оставаться стратегически важной задачей для предприятий и независимых поставщиков программного обеспечения (*ISV*) вплоть до 2018 года, а *Ambient User Experience* становится новой технической философией.

3) **Материалы для 3D-печати (3D Printing Materials)**

Благодаря новейшим разработкам в сфере 3D-печати теперь доступен широкий спектр материалов, в том числе никелевые сплавы с улучшенными свойствами, углеродное волокно, стекло, электропроводящие чернила, материалы для электронных схем, а также фармацевтические и

биологические. Внедрение инноваций стимулирует пользовательский спрос и расширение области применения 3D-принтеров. Сегодня они задействованы в ряде новых отраслей – в аэрокосмической, медицинской и автомобилестроительной промышленности, в энергетике и для оборонных нужд. Расширение спектра материалов для 3D-печати стимулирует увеличение поставок корпоративных 3D-принтеров; до 2019 года прирост составит 64%. Это ведет к необходимости переосмысления конвейерных процессов сборки и цепочек поставок.

Г-н *Cearley* считает, что в ближайшие 20 лет здесь ожидается устойчивое развитие, расширение спектра применяемых материалов, повышение скорости печати, создание новых моделей – для печати и сборки составных деталей.

4) **Обработка всеохватывающей информации (Information Of Everything)**

Все объекты цифровой сети производят, используют и передают информацию. Это выходит за пределы обычной текстовой, аудио- и видеoinформации и включает также данные от сенсоров и контекстную информацию. Так, системы автомобиля за время эксплуатации генерируют порядка 10 терабайт фиксируемых данных. Для обработки этого богатства необходимы технологии и стратегии совместного анализа данных всех типов, полученных из различных источников. Информация существует везде и всегда, однако зачастую она бывает разрозненной, неполной, недоступной или непонятной. Новейшие разработки в области семантических инструментов (*Semantic Tools*), таких как графовые базы данных (*Graph Databases*), а также другие технологии классификации и анализа данных, позволяют вычлнить скрытые смыслы даже в хаотическом потоке информации.

5) **Продвинутое машинное обучение (Advanced Machine Learning)**

Для продвинутого машинного обучения характерно применение глубоких нейронных сетей (*Deep Neural Net – DNN*), которые позволяют выйти за рамки классической организации вычислений и управления информацией и создавать системы, которые способны самостоятельно обучаться постижению окружающего мира и себя. Из-за взрывного роста объемов данных и сложности информации ручная классификация и анализ становятся неосуществимыми и неэкономными. Глубокие нейронные сети позволяют автоматизировать решение задач подобного рода, а также справиться с ключевыми проблемами, характерными для структуры и объема информации, создаваемой и аккумулируемой всеми объектами (п. 4).

Применение *DNN* (эта особенно подходит для больших и сложных наборов данных) обеспечивает “умным” машинам некоторые свойства “интеллектуальности”, что дает им возможность самостоятельно изучать все особенности окружающей среды – от мелких деталей до абстрактных объектов,

относящихся к широкому спектру содержательных классов.

Эта область развивается быстро. Чтобы получить конкурентное преимущество, компаниям необходимо оценить, каким образом могут быть применены эти технологии.

6 Автономные агенты и устройства (*Autonomous Agents and Things*)

Технологии машинного обучения позволяют создать и внедрить широкий спектр “умных” машин, среди которых роботы, беспилотные транспортные средства, виртуальные персональные ассистенты (*Virtual Personal Assistant – VPA*) и “умные” референты. Все они функционируют в автономном (или, по меньшей мере, в полуавтономном) режиме.

Достижения в сфере создания физических “умных” машин, особенно в робототехнике, уже привлекли к себе внимание. Однако влияние сугубо программных “умных” машин проявится быстрее и более широко. Виртуальные персональные ассистенты типа *Google Now* (персонализированный сервис поиска, реализованный в приложении *Google Search* для *Android* и *iOS*, использующий обработку естественного языка для ответов на вопросы, создания рекомендаций и выполнения различных действий), *Cortana* от *Microsoft* (голосовая помощница, призванная заменить стандартную поисковую систему, предугадывать потребности, поддерживать беседу, развлекать и напоминать о важных событиях) и *Siri* от *Apple* (позволяет с помощью голоса отправлять сообщения, делать звонки, устанавливая напоминания; может вести дискуссию, отвечать на вопросы о местонахождении, погоде, спортивных матчах и пр.), у которых свойства “интеллектуальности” стали более развитыми, являются предшественниками автономных агентов (*Autonomous Agent*).

Автономных агентов можно рассматривать в качестве основного пользовательского интерфейса в технологиях, обеспечивающих “средовой” пользовательский опыт (п. 2). Вместо того чтобы делать выбор в меню, заполнять формы и нажимать кнопки в смартфоне, человек устно обращается к программному приложению, которое, по сути, является агентом, наделенным элементами интеллекта.

Г-н *Searley* отмечает, что в ближайшие пять лет будет развиваться “пост-программный” мир с агентами, обладающими свойствами “интеллектуальности”, которые будут в динамическом режиме выполнять действия и формировать контекстные интерфейсы. Лидерам ИТ-отрасли необходимо определиться, каким образом можно использовать автономных агентов и автономные устройства (вещи) в дополнение к живым сотрудникам, чтобы освободить последних для тех работ, которые могут быть выполнены только человеком. Необходимо отдавать себе отчет, что в течение последующих 20-ти лет возможности “умных” агентов и вещей и их применение будут расширяться.

7 Адаптивная архитектура безопасности (*Adaptive Security Architecture*)

Для предприятий, ведущих цифровой бизнес в условиях алгоритмической экономики, существенно возрастают риски со стороны хакерской индустрии. Построение системы информационной безопасности с использованием принципа защиты периметра и систем, базирующихся на правилах, не дает желаемых результатов, поскольку предприятия развивают облачные сервисы и применяют открытые интерфейсы программирования приложений (*API*) для интеграции с системами клиентов и партнеров (что размывает границы, которые нужно охранять).

Руководители ИТ-подразделений должны делать упор на технологии, позволяющие обнаруживать угрозы безопасности информационным системам и адекватно реагировать на них. Не стоит забывать и о традиционных способах блокировки и других проверенных мерах предотвращения хакерских атак. Помощь в создании адаптивной архитектуры информационной безопасности могут оказать программные приложения со встроенной системой защиты (*Self-Protection*) в каждом сегменте, а также технологии, применяемые в разделе бизнес-аналитики, связанном с анализом поведения (*Behaviour Analytics*) пользователей и компонентов информационных систем.

8 Продвинутая архитектура вычислительных систем (*Advanced System Architecture*)

Для обеспечения функционирования сетей цифровых устройств и “умных” машин, требующего гибкости и большой вычислительной мощности, необходимы компьютерные архитектуры, поддерживающие высокопроизводительные вычисления. Этим высоким требованиям удовлетворяет мощная ультра-эффективная нейроморфическая (*Neuromorphic*) архитектура. Аппаратная реализация такой архитектуры может осуществляться с применением программируемых вентильных матриц (*Field-Programmable Gate Arrays – FPGA*), которые обеспечивают быстрое действие свыше терафлопса при высокой энергоэффективности.

Г-н *Searley* считает, что системы, построенные на базе графических процессоров (*Graphic Processor Unit – GPU*) и *FPGA*, по функциональным возможностям ближе к человеческому разуму и могут быть применены для глубинного обучения (*Deep Learning*) и других алгоритмов сопоставления с образцом, которые используются в “умных” машинах. Архитектура на базе *FPGA* будет способствовать применению этих алгоритмов в устройствах с форм-фактором меньших размеров и существенно меньшим электропотреблением. Это позволит расширить возможности продвинутого машинного обучения даже в наиболее миниатюрные оконечные узлы (*Endpoint*) сети – не только в домах и автомобилях, но и в наручных часах, и даже в человеческом теле.

9 Приложения в сети устройств и сервисная архитектура (Mesh App And Service Architecture)

Архитектура монолитных, линейных программных приложений (например, трехуровневая – пользовательский интерфейс на стороне клиента, состоящий из HTML-страниц и JavaScript-программ, реляционная база данных и сервер; серверная часть обрабатывает HTTP-запросы, выполняет доменную логику, запрашивает и обновляет данные в БД, заполняет HTML-страницы, которые затем отправляются браузеру клиента; любое изменение в системе приводит к пересборке и развертыванию новой версии серверной части приложения) уступает место более гибкому комплексному подходу, объединяющему программные приложения и сервисную архитектуру. С использованием программно-определяемых сервисных приложений, не привязанных жестко к физической структуре сетей и устройств, этот подход обеспечивает высокую производительность, гибкость и скорость настройки.

Микросервисная архитектура позволяет создавать распределенные программные приложения (Distributed Application), которые обладают возможностями оперативной доставки, инсталляции и масштабирования как в локализованном, так и облачном варианте. При таком подходе единое приложение строится как набор небольших сервисов, каждый из которых работает в собственном процессе и коммуницирует с остальными через легкие механизмы (как правило, HTTP). Эти микросервисы построены вокруг бизнес-потребностей и развертываются независимо, с использованием полностью автоматизированной среды. Здесь требуется минимум централизованного управления, а сами сервисы могут быть написаны на разных языках и задействовать разные технологии хранения данных.

Перспективная технология, основанная на контейнерных приложениях, обеспечивает быстрое развитие и применение микросервисной архитектуры. Необходима всеобъемлющая модель, поддерживающая облачную масштабируемость и (на стороне пользователя) накопление данных и опыта в сети устройств.

10 Платформы для интернета вещей (Internet of Things Platforms)

Платформы для интернета вещей дополняют возможности приложений и сервисной архитектуры, применяемых в сети цифровых устройств (Digital Mesh). Управление, безопасность, интеграция и другие технологии и стандарты образуют основу для построения, управления и организации системы безопасности элементов IoT. В настоящее время интернет вещей достаточно разрознен, причиной чего является отсутствие общих платформ (базовые наборы принципов и протоколов подключения, управления, адресации и т.д.). IoT-платформы являются неотъемлемой частью

сети цифровых устройств и служат основой для технологической накопления и анализа данных и опыта в этой сети.

Г-н Cearley считает, что стратегию внедрения IoT-платформы необходимо разработать каждому предприятию. Однако, вследствие конкуренции разработчиков таких платформ, их стандартизация будет затруднена – примерно до 2018 года.

Вместо заключения

На этом мы завершаем третий по счету комплексный обзор, состоящий из пяти 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), автор аналитического PLM-журнала “CAD/CAM/CAE Observer” (sergey@cadcamcae.lv).

Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Серверы, компьютеры, планшеты, смартфоны // CAD/CAM/CAE Observer, 2015, №5, с. 63–76.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры // CAD/CAM/CAE Observer, 2015, №6, с. 56–63.
3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Суперкомпьютерные рейтинги // CAD/CAM/CAE Observer, 2015, №8, с. 78–90.
4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Итоги года // CAD/CAM/CAE Observer, 2016, №1, с. 72–80.
5. 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.
6. 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.
7. 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.