

Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть IV. Облачные вычисления

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается четвертая часть обзора систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*. Надо отметить, что впервые анализу состояния быстрорастущих рынков, связанных с облачными вычислениями (*Cloud Computing*), посвящается отдельная часть обзора. Ранее к облачной тематике относилось только обсуждение динамики расширенного рынка *HPC (broader market)* [2].

Таким образом, в наш обзор добавляется еще одна часть, и он из 5-частного превращается в 6-частный. Напомним, что первая [1], вторая [2] и третья [3] части комплексного обзора, выходящего под общей шапкой, были опубликованы в трех предыдущих номерах журнала. Все подготовленные нами публикации на эту тему по-прежнему свободно доступны на сайте www.cad-cam-cae.ru.

Облачный ликбез

Как обычно, в любом новом деле полезно начать с терминологии. Ниже объясняются термины, которые используются при обсуждении финансовых параметров рынков, связанных с облачными вычислениями. Если у читателей возникнет желание углубить свои познания в этой области, начать можно с толкового словаря, подготовленного аналитической компанией *Gartner* (www.gartner.com/it-glossary).

1 Cloud Computing

Дословный перевод словосочетания *Cloud Computing* (облачные вычисления или облачная обработка данных) или, сокращенно, *Cloud* (облако) не позволяет сразу уловить смысл, который вкладывается в этот термин.

Речь идет о предоставлении через интернет, по требованию (*on-demand*), на платной основе (*pay-for-use*), расположенных в “облаке” (*cloud-based*) ИТ-ресурсов, которые необходимы удаленному пользователю для обработки данных и/или для вычислений. Такими ресурсами

являются прикладное и системное ПО, а также аппаратное обеспечение, которые сконцентрированы в центрах обработки данных (ЦОД).

Коротко это описывается формулой “*X as a Service*” (*XaaS*), что означает предоставление любого ресурса как услуги.

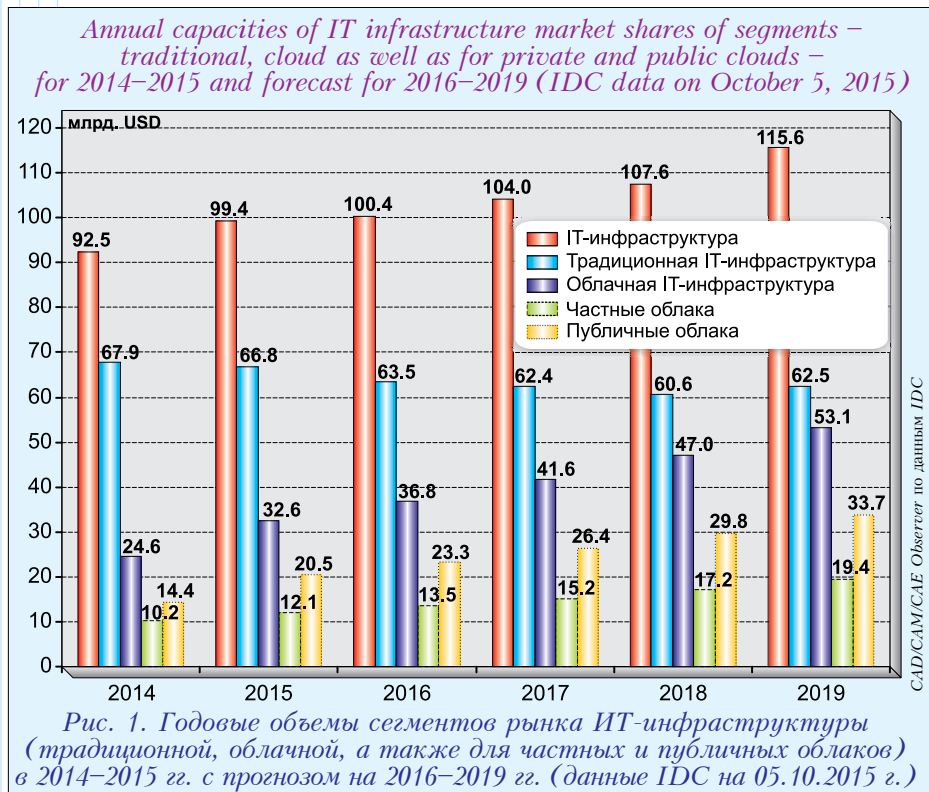
Основные преимущества *XaaS*:

- гибкое масштабирование предоставляемых пользователю ИТ-ресурсов – как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения их объема;
- точное измерение предоставленных ИТ-ресурсов, чтобы пользователь платил только реально полученные услуги;
- прямой доступ – ко всем необходимым ИТ-ресурсам пользователь имеет доступ без посредничества обслуживающего персонала ЦОД (*Self-Service Access*).

2 Модели предоставления услуг

✓ Software as a Service

В этом случае облачные программные приложения предоставляются в виде “ПО как услуга” (*Software as a Service – SaaS*). Выбранные пользователем



приложения работают “в облаке” (*in cloud*), то есть на удаленном компьютере, расположенном в ЦОД, который принадлежит и обслуживается компанией – поставщиком услуги (*Service Provider*). Подключение компьютера пользователя к удаленному компьютеру в ЦОД осуществляется через интернет – как правило, с помощью веб-браузера.

Основные преимущества *SaaS*:

- пользователю *SaaS* не нужно приобретать, устанавливать, обновлять и сопровождать программное обеспечение, поскольку этим занимается поставщик услуги;
- пользователь может зарегистрироваться и сразу же начать работу с новейшей версией выбранного программного приложения;
- программные приложения доступны пользователю с любого компьютера, имеющего подключение к интернету;
- если в компьютере пользователя произошел сбой, то данные не потеряются, поскольку они тоже находятся “в облаке” – то есть, в системе хранения данных (*Data Storage*) в ЦОД;
- предоставляемая услуга может быть динамически масштабирована в соответствии с текущими требованиями пользователя *SaaS*.

✓ Platform as a Service

Расположенная в облаке среда (*Cloud-Based Environment*), предлагаемая в виде платформы как услуги (*Platform as a Service – PaaS*), содержит всё, что требуется пользователю для поддержки полного цикла разработки и распространения облачных программных приложений (*Application*). Таким образом, пользователь полностью освобождается от необходимости нести затраты и преодолевать сложности, связанные с приобретением, инсталляцией, настройкой, сопровождением, эксплуатацией аппаратного и программного обеспечения, а также с организацией хранения информации и доступа к ней.

IT infrastructure market shares of segments – traditional, cloud as well as for private and public clouds – for 2014–2015 and forecast for 2016–2019 (IDC data on October 5, 2015)

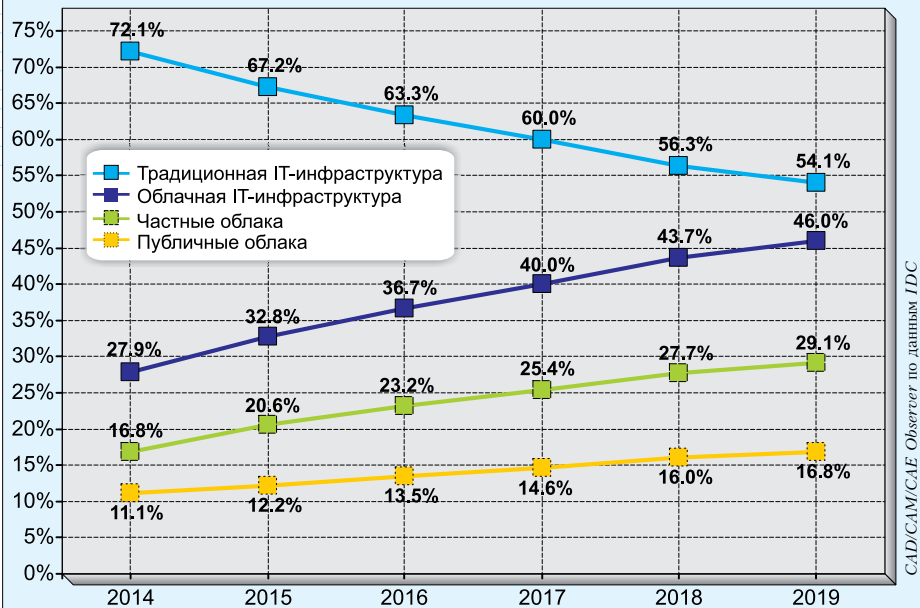


Рис. 2. Доли сегментов рынка ИТ-инфраструктуры (традиционной, облачной, а также для частных и публичных облаков) в 2014–2015 гг. с прогнозом на 2016–2019 гг. (данные IDC на 05.10.2015 г.)

Growth rates (%) for annual capacities of IT infrastructure market segments – traditional, cloud as well as for private and public clouds – for 2014–2015 and forecast for 2016–2019 (IDC data on October 5, 2015)

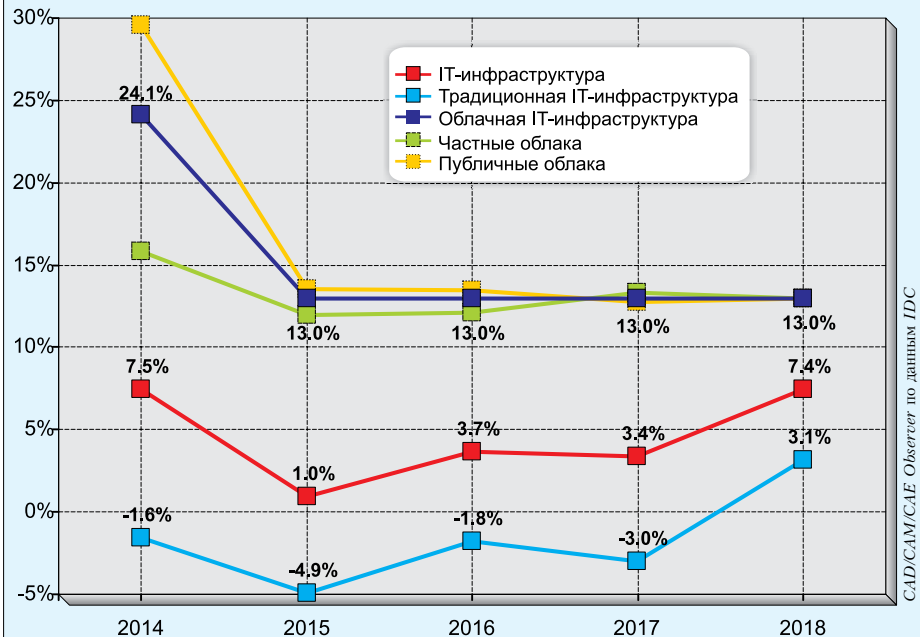


Рис. 3. Темпы роста/снижения (%) годовых объемов сегментов рынка ИТ-инфраструктуры (традиционной, облачной, а также для частных и публичных облаков) в 2014–2015 гг. с прогнозом на 2016–2019 гг. (данные IDC на 05.10.2015 г.)

Табл. 1. Структура рынка облачной ИТ-инфраструктуры в 2014–2015 гг.

Компания	2014 г.		2015 г.		2015 г. в сравнении с 2014 г., %
	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	
Dell Technologies (Dell+EMC)	4.393	18.5%	5.297	18.3%	20.6%
HPE	3.574	15.0%	4.549	15.7%	27.3%
Dell	2.455	10.3%	3.081	10.6%	25.5%
Cisco	2.196	9.2%	2.777	9.6%	26.5%
EMC	1.938	8.2%	2.216	7.6%	14.3%
IBM	1.644	6.9%	1.239	4.3%	-24.6%
NetApp	1.094	4.6%	1.039	3.6%	-5.0%
ODM direct	6.618	27.8%	7.425	25.6%	12.2%
Другие	4.256	17.9%	6.65	23.0%	56.3%
Рынок облачной ИТ-инфраструктуры	23.775	100.0%	28.976	100.0%	21.9%

Примечание: таблица составлена на основе квартальных данных поставщиков в соответствии с оценками компании IDC

Основные преимущества PaaS:

- сокращаются сроки разработки и вывода на рынок программных приложений, создаваемых пользователем PaaS;

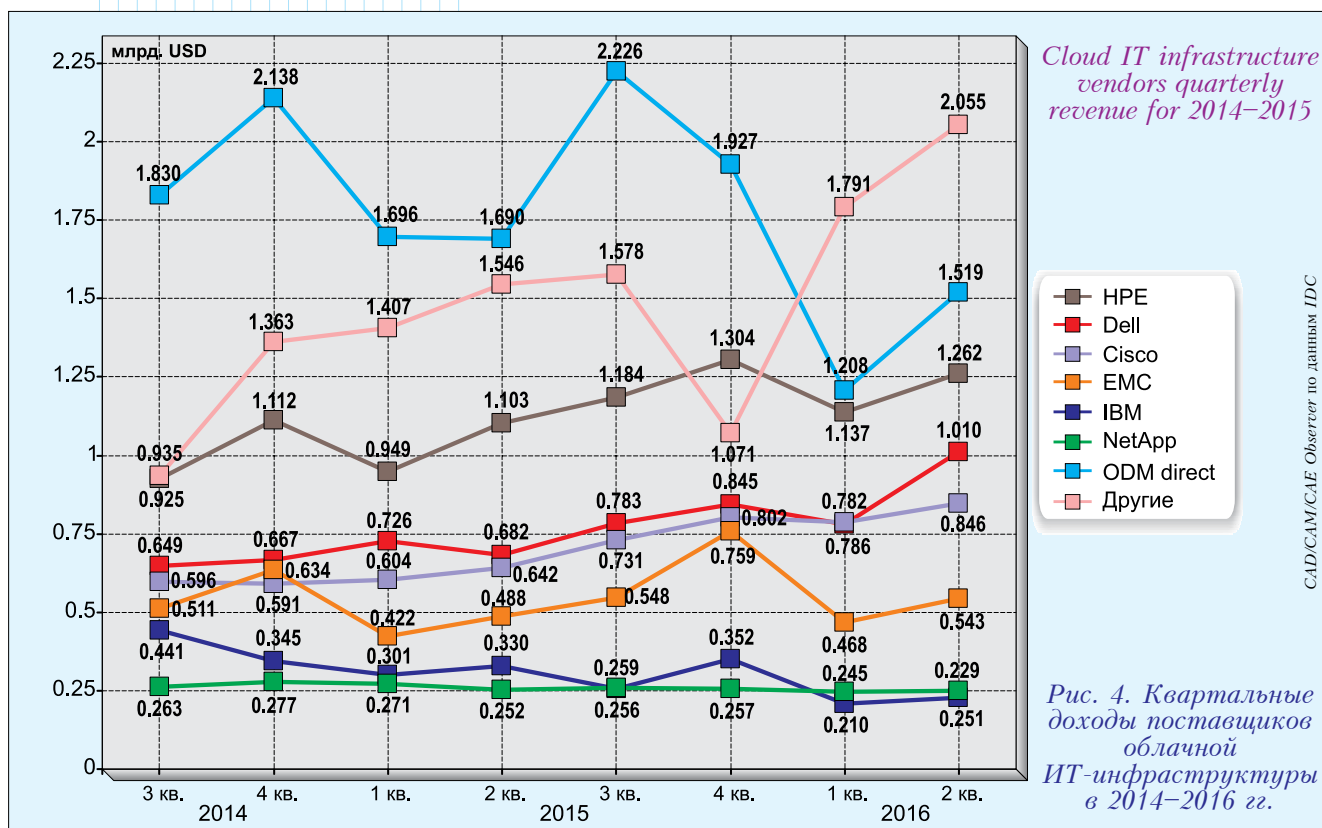
- облачные программные приложения, разработанные пользователем PaaS, за считанные минуты размещаются в облаке и становятся доступными для других пользователей.

✓ **Middleware as a Service**

Сложность разрабатываемых пользователем облачных программных приложений снижается

за счет использования **межплатформенного ПО**, предлагаемого как услуга (*Middleware as a Service – MWaaS*), которое является средой, обеспечивающей разработку и размещение облачных приложений.

Межплатформенное программное обеспечение представляет собой набор связующих элементов (*Software “Glue”*), помогающих согласованно работать программам и базам данных, которые в принципе могут находиться на разных компьютерах и принадлежать разным платформам.



Cloud IT infrastructure vendors quarterly revenue for 2014–2015

Рис. 4. Квартальные доходы поставщиков облачной ИТ-инфраструктуры в 2014–2016 гг.

CAD/CAM/CAE Observer по данным IDC

✓ **Business Process as a Service**

Бизнес-процесс как услуга (*Business Process as a Service – BPaaS*) представляет собой сервис, поддерживающий аутсорсинг бизнес-процессов. Сервис имеет архитектуру, обеспечивающую одновременное использование программы в облаке несколькими пользователями (многоарендная архитектура – *Multitenancy*), зачастую в автоматическом режиме.

✓ **Infrastructure as a Service**

Предлагаемые на платной основе вычислительные ресурсы в качестве инфраструктуры как услуги (*Infrastructure as a Service – IaaS*) охватывают серверные и телекоммуникационные системы, системы хранения данных, сконцентрированные в ЦОД. Плата с пользователя *IaaS* может взиматься за время использования оборудования, за телекоммуникационный трафик, а также за объемы хранения информации.

Основные преимущества *IaaS*:

- у пользователя *IaaS* отпадает необходимость в инвестициях в оборудование;
- предоставляемое оборудование масштабируется в соответствии с загрузкой, согласно заказу пользователя *IaaS*;
- в распоряжении пользователя *IaaS* всегда находится новейшее работоспособное оборудование.

✓ **Cloud Advertising**

Под облачной рекламой понимают механизм предоставления рекламы (как правило, на основе аукционного подхода, то есть с элементами конкуренции между рекламодателями за место, где размещается реклама) и взимания оплаты (с компании, размещающей рекламу) в момент обращения конечного пользователя к выбранной им рекламе. Наиболее развитой формой является маркетинг в поисковых системах. Эти механизмы применяются и при демонстрации видео-роликов в мобильных устройствах и социальных сетях. Примеры вендоров: *Baidu, Google, Microsoft, PubMatic, Yahoo.*

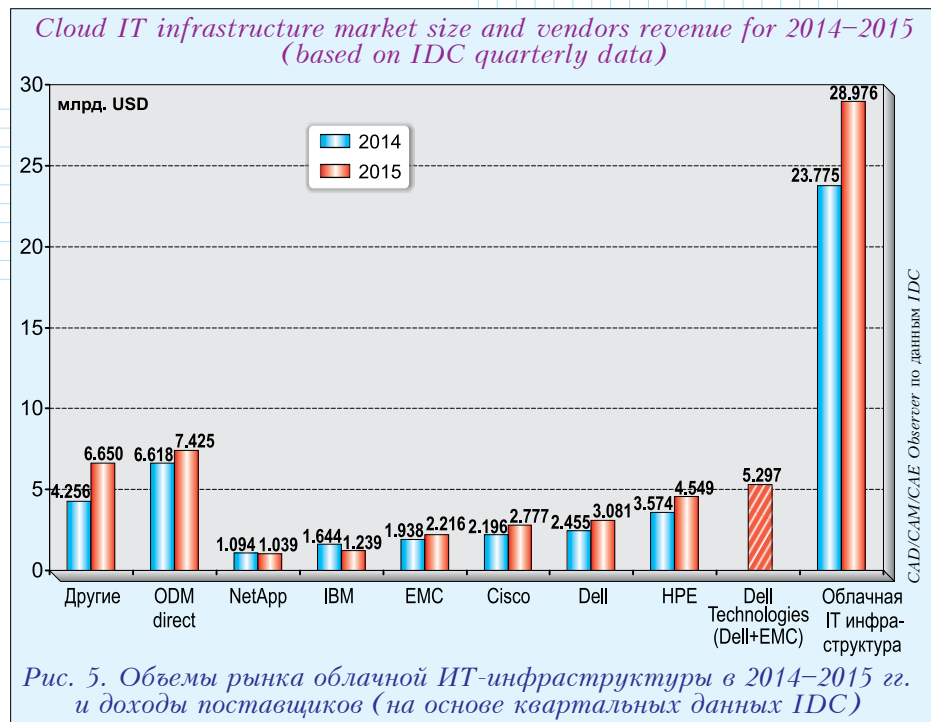


Рис. 5. Объемы рынка облачной ИТ-инфраструктуры в 2014–2015 гг. и доходы поставщиков (на основе квартальных данных IDC)

3 **Модели развертывания “облака”**

✓ **Public Cloud**

Публичными облаками владеют компании, которые с помощью публичных вычислительных сетей (*Public Network*) предоставляют организациям и частным лицам высокоскоростной доступ (*Rapid Access*) к вычислительным ресурсам по приемлемой

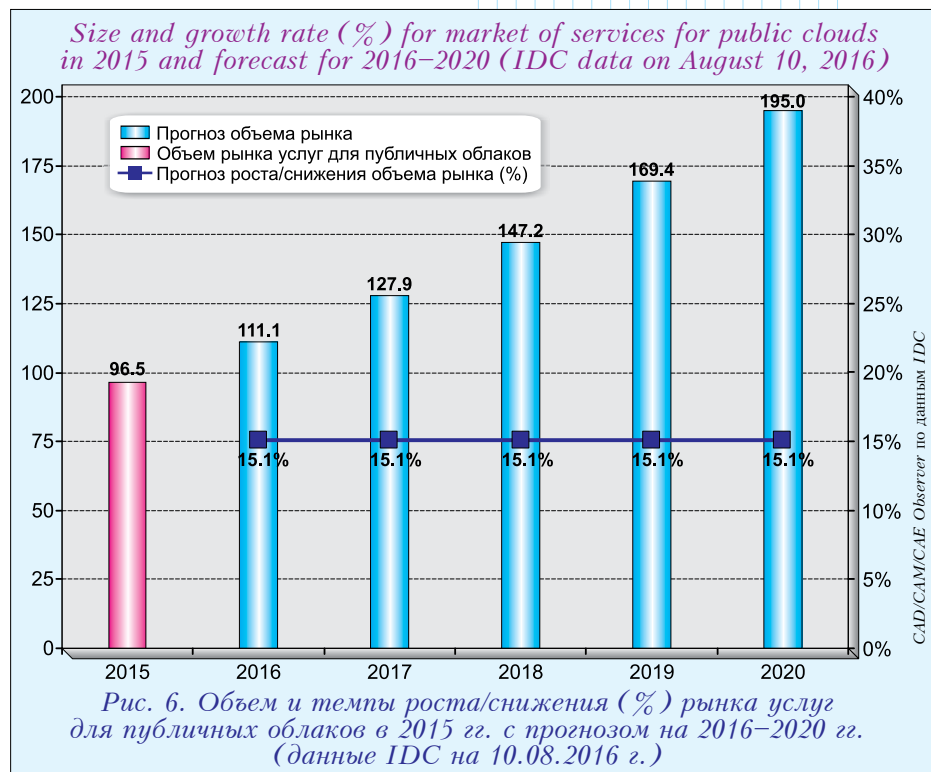
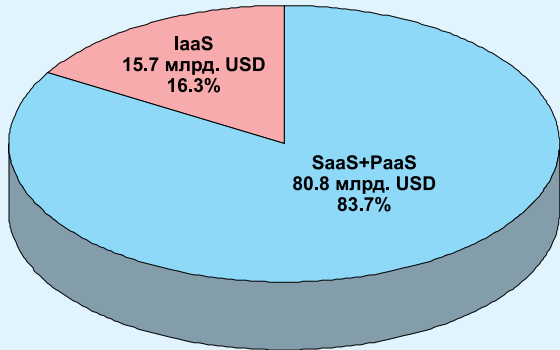


Рис. 6. Объем и темпы роста/снижения (%) рынка услуг для публичных облаков в 2015 гг. с прогнозом на 2016–2020 гг. (данные IDC на 10.08.2016 г.)

Market size of services for public clouds and its segments in 2015 (IDC data on August 10, 2016)

Объем услуг для публичных облаков в 2015 году – 96.5 млрд. USD



CAD/CAM/CAE Observer по данным IDC

Рис. 7. Объем рынка услуг для публичных облаков и его сегментов в 2015 г. (данные IDC на 10.08.2016 г.)

цене. Пользователям публичного облачного сервиса (*Public Cloud Service*) не нужно приобретать аппаратное и программное обеспечение и соответствующую инфраструктуру, которая обеспечивается сервис-провайдером.

Возможности, востребованные пользователями публичных облаков:

- новейшее ПО, предлагаемое по модели *SaaS*, в том числе для управления клиентскими ресурсами (*Customer Resource Management – CRM*), администрирования транзакций (*Transaction Management*) и анализа данных (*Data Analytics*);
- гибкая и масштабируемая инфраструктура, предлагаемая по модели *IaaS*, – для расширения объема хранимых данных и для подключения новых сервисов;
- высокопроизводительная среда, предлагаемая по модели *PaaS*, – для разработки и развертывания облачных приложений.

✓ **Private Cloud**

Частное облако предназначено для одной компании, которая поддерживает свою инфраструктуру самостоятельно или привлекает для этого стороннюю организацию. В этом случае использование преимуществ облачных технологий сочетается с более четким контролем над ресурсами при отсутствии проблем, связанных с коллективной эксплуатацией инфраструктуры.

Преимущества частного облака:

- интерфейс самообслуживания помогает управлять сервисами, позволяя сотрудникам ИТ-подразделения (и авторизованным пользователям) оперативно выделять, распределять и предоставлять ИТ-ресурсы по запросу пользователя;
- высокая степень автоматизации управления пулами ресурсов – вычислительной мощностью, системами хранения данных, анализом данных, межплатформенным ПО;
- более высокий уровень информационной безопасности и управляемости в соответствии со спецификой компании.

✓ **Hybrid Cloud**

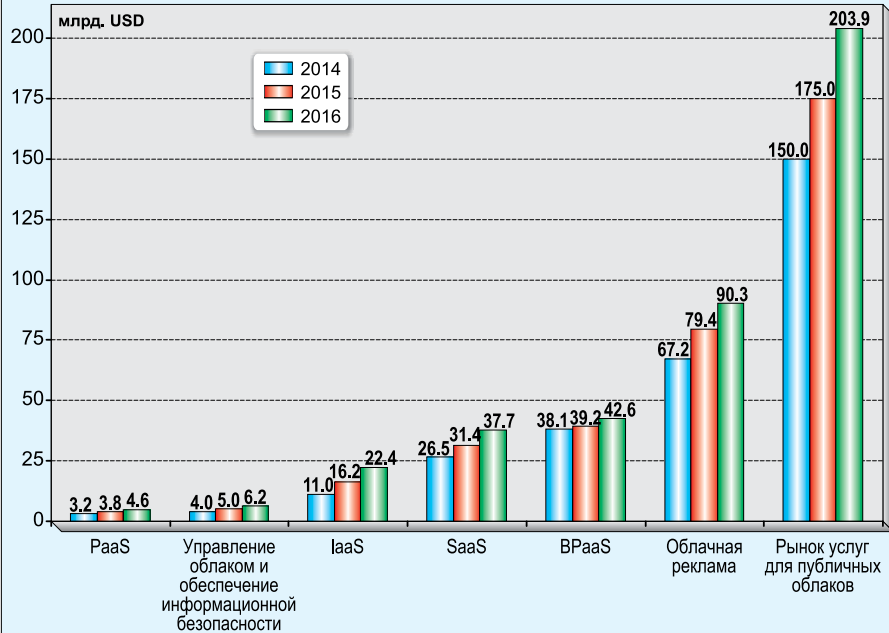
Основой гибридного облака является частное облако; при этом частное облако функционирует в сочетании с сервисами, доступными в публичных облаках.

Частное облако не может функционировать изолированно от других ИТ-ресурсов компании и от публичных облаков. У большинства компаний, использующих частные облака, возникает необходимость обращения к внешним ЦОД и сервисам, доступным в публичных облаках, что и приводит к формированию гибридных облаков.

Преимущества гибридного облака:

- критически важные программные приложения, а также корпоративная и личная конфиденциальная информация продолжают храниться в частном облаке или в собственных ЦОД;
- ресурсы публичных облаков привлекаются для доступа в режиме *SaaS* к новейшим облачным

Size of market of services for public clouds in 2014–2015 and forecast for 2016 (Gartner data on January 25, 2016)



CAD/CAM/CAE Observer по данным Gartner

Рис. 8. Объем рынка услуг для публичных облаков в 2014–2015 гг. с прогнозом на 2016 г. (данные Gartner на 25.01.2016 г.)

приложениям; аналогичным образом осуществляется доступ к требуемому оборудованию в режиме *IaaS* – для обеспечения рационального использования внешних вычислительных ресурсов в сочетании с собственными ресурсами компании;

- можно задействовать инструменты, доступные в публичных облаках, обеспечивающие переносимость данных, приложений и сервисов;

- можно применять более широкий спектр моделей распространения собственных программных разработок для облака.

Финансовый анализ рынков

Теперь, закончив с определениями, можно приступить к систематизации оценок и прогнозов, касающихся объемов быстрорастущих рынков облачных вычислений.

Мы будем опираться на препарированные (и дополненные нами) данные, опубликованные за последние два года в открытой печати следующими аналитическими компаниями, которые занимаются систематическими рыночными исследованиями:

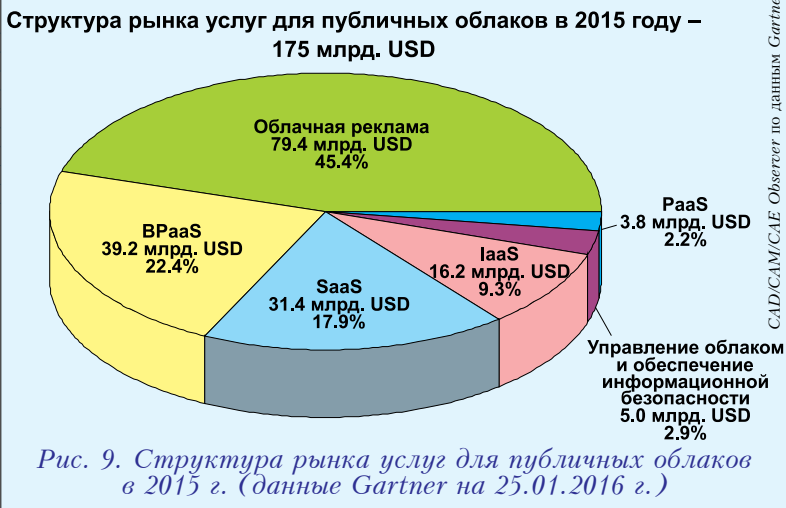
- **International Data Corporation** или **IDC** (www.idc.com), чья штаб-квартира расположена в гор. Фремингем (шт. Массачусетс, США);

- **Gartner** (www.gartner.com) со штаб-квартирой в гор. Стамфорд (шт. Коннектикут, США);

- **Synergy Research Group** (www.srgresearch.com) со штаб-квартирой в гор. Рино (шт. Невада, США) – далее для краткости именуемой *Synergy*.

Очередной раз обращаем внимание читателей, что расхождение данных по одним и тем же позициям отнюдь не принижают качественный уровень предлагаемой этими компаниями аналитики. Объясняются расхождения, скорее всего, различиями в классификации сегментов рынка и особенностями применяемых методик. Не лишним также будет напомнить, что в практике аналитических компаний имеет место постоянное уточнение предыдущих статистических данных (чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить данные, опубликованные в различные годы, кварталы или даже месяцы), поэтому для данных, которые мы использовали при составлении

Structure of market of services for public clouds in 2014–2015 and forecast for 2016 (Gartner data on January 25, 2016)



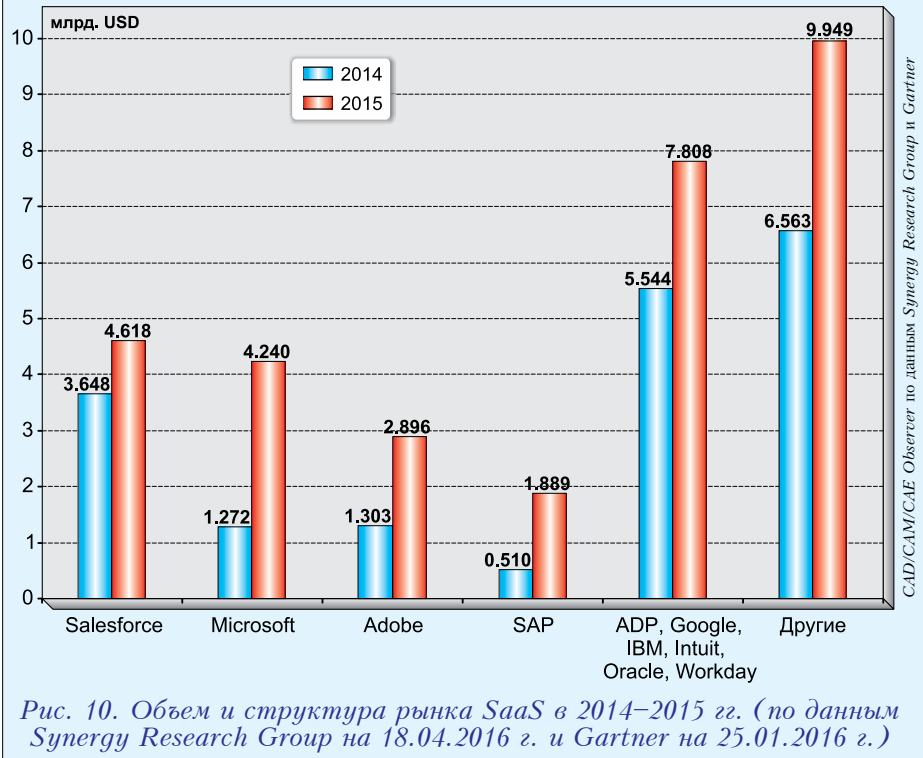
графиков и таблиц, как правило, указывается дата публикации в первоисточнике.

1 ИТ-инфраструктура

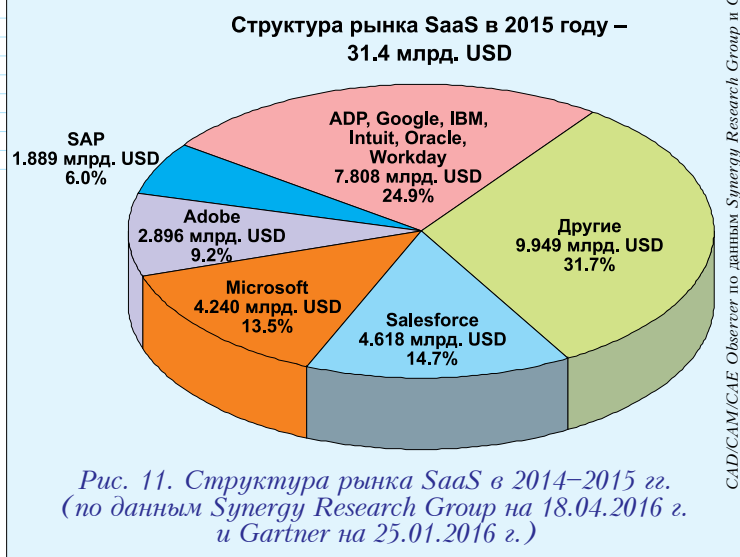
✓ Рост объема рынка облачной ИТ-инфраструктуры

По прогнозам компании *IDC*, объем рынка облачной ИТ-инфраструктуры будет расти в среднем на +13% в год (рис. 3) и к 2019 году достигнет 53.1 млрд. долларов (рис. 1). При этом доля

Size and structure of SaaS market in 2014–2015 (Synergy Research Group data on April 18, 2016 and Gartner data on January 25, 2016)



Structure of SaaS market in 2014–2015
(Synergy Research Group data on April 18, 2016
and Gartner data on January 25, 2016)



CAD/CAM/CAE Observer по данным Synergy Research Group и Gartner

ИТ-инфраструктуры (которая увеличится более чем вдвое – на +115.7%), тогда как сегмент традиционной ИТ-инфраструктуры за пять лет сузится на -8%.

Среднегодовые темпы роста сегмента ИТ-инфраструктуры для публичных облаков несколько выше, чем для частных: +13.2% и +12.6% соответственно. Таким образом, соотношение сегментов публичных и частных облаков в общем объеме облачной ИТ-инфраструктуры изменится: с 58.6% и 41.4% в 2014 году до 63.4% и 36.6% в 2019 году.

✓ Лидеры рынка облачной ИТ-инфраструктуры

По версии компании *IDC*, в секстет лидеров среди поставщиков облачной ИТ-инфраструктуры входят следующие компании: *Hewlett-Packard Enterprise (HPE)*, *Dell*, *Cisco*, *EMC*, *IBM* и *NetApp*. В совокупности на эти шесть компаний приходится более половины (51.6%) рынка в 2015 году (табл. 1). Обращаем внимание читателей, что годовые рейтинги (рис. 5) составлены по квартальным данным (рис. 4); при этом объем рынка облачной инфраструктуры (рис. 5, табл. 1), основанный на более поздних (по всей видимости, уточненных) данных *IDC*, отличается от объема в упомянутом выше прогнозе (рис. 1).

На рис. 5 показано, какие результаты могла продемонстрировать в 2015 году юная компания *Dell Technologies*, которая образовалась после объединения *Dell* и *EMC*. Напомним, что о сделке было объявлено в октябре 2015 года, а закрыта она была лишь в сентябре 2016 года. Таким образом, в 2016 году можно ожидать смены лидера рынка.

Для сравнения приводим квинтет лидеров среди поставщиков серверов: *HPE*, *Dell*, *IBM*, *Lenovo* и *Cisco* [2, рис. 9]; на их долю приходится 70.1% объема серверного рынка в 2015 году [2, рис. 10]. Вряд ли компании *Dell* удастся преодолеть столь большой отрыв от *HPE*, поэтому в 2016 году

облачной инфраструктуры в общем объеме ИТ-инфраструктуры вырастет с 27.9% в 2014 году до 46% в 2019 году (рис. 2). Таким образом, в предстоящие годы облачная ИТ-инфраструктура будет постепенно вытеснять традиционную, а доля последней сократится с 72.1% в 2014 году до 54.1% в 2019 году.

Согласно прогнозу аналитической компании *IDC*, доля облачной ИТ-инфраструктуры в общем объеме ИТ-инфраструктуры вырастет с 27.9% в 2014 году до 46% в 2019 году, тогда как доля традиционной уменьшится с 72.1% до 54.1%.

Общий объем ИТ-инфраструктуры вырастет с 92.5 млрд. долларов в 2014 году до 115.6 млрд. долларов в 2019 году, то есть на +24.9%. Этот рост будет обеспечиваться за счет облачной

Табл. 2. Структура рынка услуг для публичных облаков в 2014–2015 гг. с прогнозом на 2016 г.

Услуга	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2015 г. в сравнении с 2014 г., %	2016 г. в сравнении с 2015 г., %
	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %		
Облачная реклама	67.2	44.8%	79.4	45.4%	90.3	44.3%	15.4%	13.7%
<i>BPaaS</i>	38.1	25.4%	39.2	22.4%	42.6	20.9%	2.7%	8.7%
<i>SaaS</i>	26.5	17.7%	31.4	17.9%	37.7	18.5%	15.5%	20.1%
<i>IaaS</i>	11.0	7.4%	16.2	9.3%	22.4	11.0%	31.9%	38.3%
<i>PaaS</i>	3.2	2.1%	3.8	2.2%	4.6	2.3%	16.1%	21.1%
Управление облаком, обеспечение информационной безопасности	4.0	2.6%	5.0	2.9%	6.2	3.0%	20.7%	24.0%
Рынок услуг для публичных облаков	150.0	100.0%	175.0	100.0%	203.9	100.0%	16.6%	16.5%

Примечание: таблица составлена на основе данных компании Gartner (на 25.01.2016 г.)

объединенная *Dell Technologies*, скорее всего, останется на втором месте.

2 Услуги для публичных облаков

✓ Рост объема рынка услуг для публичных облаков

По прогнозам компании *IDC*, объем рынка услуг для публичных облаков будет расти в среднем на +15.1% в год и к 2020 году достигнет 195 млрд. долларов (рис. 6); это в два раза больше, чем в 2015-м, когда объем рынка составлял 96.5 млрд. долларов.

Согласно прогнозу компании *IDC*, объем рынка услуг для публичных облаков к 2020 году удвоится в сравнении с 2015-м и достигнет 195 млрд. долларов.

Структура рынка по версии *IDC* показана на рис. 7. Заработок владельцев инфраструктуры от предоставления её в качестве услуги (*IaaS*) составил 15.7 млрд. долларов (или 16.3%), а предоставление платформы (*PaaS*) и программного обеспечения (*SaaS*) в качестве услуги принесло их владельцам в сумме 80.8 млрд. долларов или 83.7%.

Более тонкую классификацию сегментов рынка услуг для публичных облаков предложила аналитическая компания *Gartner* (рис. 8, 9, табл. 2).

Оценки компаний *IDC* и *Gartner* для *IaaS* в 2015 году вполне сопоставимы – 15.7 и 16.2 млрд. долларов соответственно. Аналитики *Synergy* дают более высокую цифру – 23 млрд. долларов.

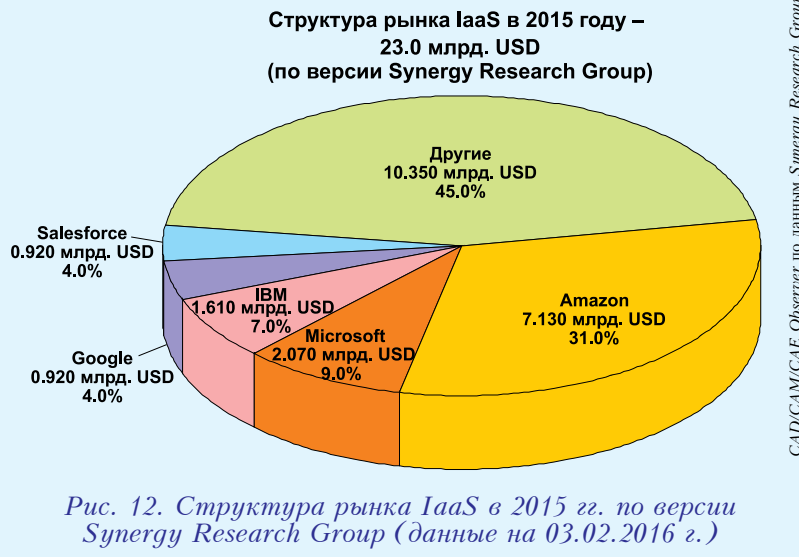
Что касается *SaaS+PaaS*, то здесь сравнение затруднено, поскольку наполнение этих услуг у аналитиков *IDC* никак не расшифровывается. Напомним, что толкование понятий, применяемых компанией *Gartner*, приведено нами выше, в терминологической части.

✓ Лидеры рынка *SaaS*

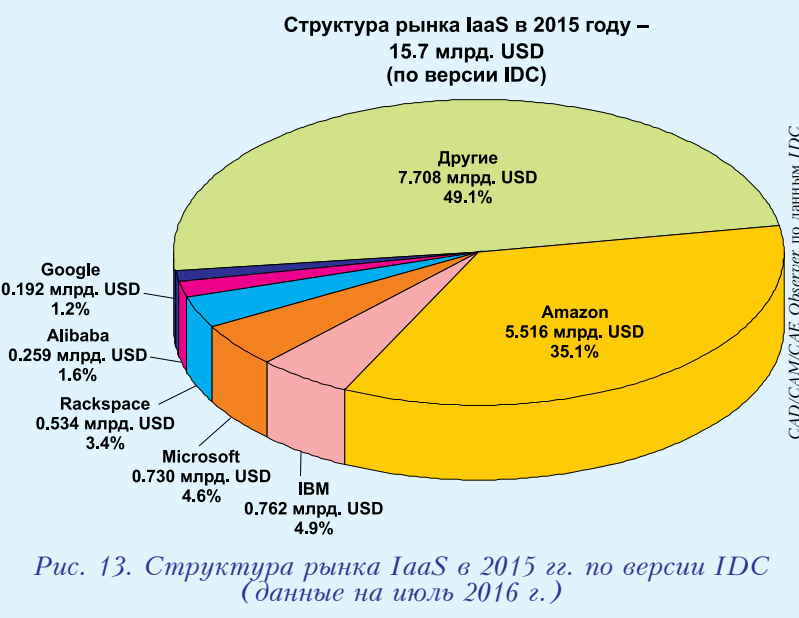
По версии компании *Synergy*, квартет лидеров среди поставщиков программного обеспечения как услуги (*SaaS*) состоит из *Salesforce*, *Microsoft*, *Adobe* и *SAP* (рис. 10, 11, табл. 3), для которых аналитики *Synergy* определили рыночные доли.

Размеры доходов поставщиков мы рассчитали на основе оценки аналитиков *Gartner* (рис. 8, 9, табл. 2) с использованием рыночных долей по версии аналитиков *Synergy*. Возглавляет квартет

Structure of IaaS market in 2015 according to Synergy Research Group (data on February 3, 2016)



Structure of IaaS market in 2015 according to IDC (data on July, 2016)



компания *Salesforce*, которая первой предложила подобные услуги.

✓ Лидеры рынка *IaaS*

Оценками структуры рынка предоставления инфраструктуры как услуги и распределения долей лидеров этого рынка в 2015 году мы располагаем сразу в двух вариантах:

- аналитики *Synergy* расставили лидеров в следующем порядке – *Amazon*, *Microsoft*, *IBM*, *Google* и *Salesforce* (рис. 12); на их долю приходится в общей сложности 55% от 23 млрд. долларов;

Табл. 3. Структура рынка “ПО как услуга” в 2014–2015 гг.

Компания	2014 г.		2015 г.		2015 г. в сравнении с 2014 г., %
	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	
Salesforce	3.648	19.4%	4.618	14.7%	21.0%
Microsoft	1.272	6.8%	4.240	13.5%	70.0%
Adobe	1.303	6.9%	2.896	9.2%	55.0%
SAP	0.510	2.7%	1.889	6.0%	73.0%
ADP, Google, IBM, Intuit, Oracle, Workday	5.544	29.4%	7.808	24.9%	29.0%
Другие	6.563	34.8%	9.949	31.7%	51.6%
Рынок SaaS	18.839	100.0%	31.399	100.0%	40.0%

Примечание: таблица составлена на основе данных компаний Synergy Research Group (на 18.04.2016 г.) и Gartner (на 25.01.2016 г.)

• у аналитиков IDC лидеры отранжированы следующим образом – Amazon, IBM, Microsoft, Rackspace, Alibaba и Google (рис. 13), и заработали они 50.9% от 15.7 млрд. долларов.

3 Краткое резюме по финансовому анализу

В последующих обзорах мы продолжим мониторить становление быстрорастущих рынков облачных вычислений и борьбу конкурирующих компаний за увеличение своих долей и размеров доходов.

Отметим, что компания Oracle, оставшаяся за бортом группы лидеров, стремится поправить свое положение путем поглощения наиболее зарекомендовавших себя поставщиков облачных услуг. В начале ноября 2016 года она сообщила о приобретении компании NetSuite за кругленькую сумму 9.3 млрд. долларов. В перспективе Oracle намеревается предложить пакеты услуг, сочетающих IaaS, PaaS и SaaS.

На сегодня круг компаний, за которыми необходимо наблюдать, еще достаточно широк. При этом имеют место и пересечения с лидерами рынков устройств, рассмотрению которых была посвящена вторая часть обзора [2].

Кроме того, мы будем следить и за тем, как аналитические компании оттачивают свой оценочный инструментарий и уточняют классификацию различных аспектов облачных вычислений.

Лидеры рынка CAE в облаках

В заключение облачной части обзора предлагаем нашим читателям краткий список ссылок на облачные предложения от поставщиков CAE-систем:

- ANSYS Enterprise Cloud Platform: www.ansys.com/products/Platform/ANSYS-Enterprise-Cloud
- Abaqus HPC Cloud Services от компании Dassault Systèmes: www.nimbisservices.com/marketplace/simulia-store/abaqus-hpc-cloud-services
- Simcenter on the Cloud от компании Siemens PLM Software: www.plm.automation.siemens.com/en_us/about_us/siemens-cloud/simulation.shtm
- Cloud-Based Environment от компании Mentor Graphics (стала частью Siemens): www.mentor.com/products/mechanical/floefd/trials

• Parallel Computing on the Cloud with MATLAB: <https://se.mathworks.com/products/parallel-computing/parallel-computing-on-the-cloud>

• Cloud Solutions от компании Altair Engineering: www.altair.com/cloud

• IBM Spectrum Computing (для компании MSC Software) www-03.ibm.com/systems/spectrum-computing/isc/mscsoftware.html

• Cloud Platform (от компании ESI Group)

<https://cloud.esi-group.com/>

• Cloud Services от компании Autodesk:

www.autodesk.com/360-cloud.

Будем считать этот перечень интеллектуальной закладкой для подготовки грядущего обзора рынка облачных CAE-технологий. ☺

Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Суперкомпьютеры // CAD/CAM/CAE Observer, 2016, №5, с. 4–17.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Серверы, компьютеры, планшеты, смартфоны // CAD/CAM/CAE Observer, 2016, №6, с. 85–96.
3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2015–2016 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Процессоры // CAD/CAM/CAE Observer, 2016, №7, с. 73–78.

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)