

## Возможности и перспективы применения технологии облачных вычислений в науке и образовании

**А.И. Шербаф**

*Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка»*

*Технология облачных вычислений представляет собой способ предоставления услуг, при котором обработка информации или ее хранение происходят в сети интернет. Технологии облачной обработки данных широко используются крупными коммерческими организациями, но в настоящее время они становятся доступны исследовательским лабораториям вузов или НИИ и компаниям среднего уровня. Благодаря использованию недорогого потребительского программного обеспечения и использованию продуктов с открытым исходным кодом внедрение этих технологий в учебный и исследовательский процессы довольно просто даже при очень ограниченном бюджете. В настоящей статье обсуждаются основные направления приложений облачных вычислений, влияние этой технологии на учебный процесс и научный поиск, анализируются возможности и перспективы использования облачных вычислений в научно-исследовательских и образовательных учреждениях.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, технология облачных вычислений, облачная обработка данных, облачные сервисы, лицензионное и открытое программное обеспечение.

## Possibilities and perspectives of the application of «cloud computing» technology in science and education

**A.I. Sherbaf**

*Educational establishment «Belarusian State Pedagogical M. Tank University»*

*Cloud computing is an emerging new computing paradigm for delivering computing services; information processing and storage are realized on the Internet. Cloud computing technologies are widely used by large corporations, but nowadays they become more available to research and educational institutions with rather limited budget. Due to comparatively cheap consumer software and products with open initial code the introduction of these technologies into study and research processes is rather easy even with very limited budget. In this article the author discusses the cloud computing technology, main directions of its application, and possible impact on education and research.*

**Key words:** information technology, cloud computing technology, cloud computing services, licensed and open computer software.

Словосочетание «Cloud Computing» в переводе с английского языка означает «облачные вычисления» («вычисления в облаке»). Технология облачных вычислений предоставляет услуги по обработке информации или ее хранению в сети интернет. «Облако» является большой группой серверов, разбросанных по всему миру и связанных друг с другом через интернет. Выражение «цифровой документ сохраняется или какая-то задача выполняется в облаке» означает, что файл или задачу обрабатывает не локальное устройство, а удаленный сервер, доступ к которому можно получить через интернет. «Облачные» вычисления или «облачная обработка данных» – это технология обработки данных, в которой программное и/или аппаратное обеспечение предоставляется пользователю как услуга [1]. Пользователь имеет доступ к собственным данным, но не может управлять операционной системой и программным обеспечением, с которым работает. Суть метода «облачных вычислений» заключается в

том, что программное обеспечение предоставляется пользователю как интернет-сервис. Простой интерфейс интернет-браузера предоставляет пользователю доступ к собственным данным без необходимости вникать в сложную инфраструктуру, операционную систему и собственно программное обеспечение, с которым он работает. Облачные вычисления – это способ эксплуатации внешних вычислительных ресурсов.

Термин «облачные вычисления» стал использоваться в сфере информационных технологий с 2008 года. По словам директора Института системного программирования РАН, академика РАН В.П. Иванникова [2], в облаке потребителю «сколько ресурсов требуется, столько и будет предоставлено». При этом оплата производится за реальные услуги или ресурсы, за то время, в течение которого они используются. В облачных технологиях используется не только лицензионное программное обеспечение (ПО), но и ПО с открытым кодом.

Модель облачных вычислений предоставляет новые возможности в области образования и науки. Для образовательного и научного сообщества стали доступны многие каналы информации, кроме того, подобная огромная вычислительная сеть дает возможность совместно работать людям, которые территориально находятся далеко друг от друга [2].

Целью настоящей статьи является анализ возможностей и перспектив использования этой новейшей информационной технологии в науке и образовании, исследование влияния облачных вычислений на образовательный процесс; а также представление технологии облачных вычислений специалистам образования, преподавателям вузов и школ.

**Материал и методы.** В основу данной работы положены новые возможности, предлагаемые технологией облачных вычислений, которые позволяют модернизировать, улучшить и удешевить как учебный процесс образовательных учреждений, так и научно-исследовательский поиск. Материалом послужили научные разработки по проблеме, данные Википедии, обсуждения IT-специалистов, программистов, пользователей, специалистов образования новейшей технологии облачных вычислений в социальных сетях, профессиональных сообществах и на интернет-форумах.

**Основные направления «облачных вычислений».** Чтобы понять, что технология облачных вычислений предлагает и каким образом ее использовать, необходимо разобраться в услугах, которые она предоставляет.

Программное обеспечение как сервис (SaaS, Software as a Service). SaaS – модель развертывания приложения, которая подразумевает предоставление приложения конечному пользователю как услуги по требованию (on demand). Доступ к такому приложению осуществляется посредством сети, а чаще всего посредством интернет-браузера. Приведем примеры приложений:

- веб-интерфейс к серверам электронной почты (компания Google одна из первых предоставила пользователям неограниченное дисковое пространство для хранения электронных писем);
- форумы;
- социальные сети (в частности, «ВКонтакте», «Одноклассники», Facebook, LinkedIn);
- фотоальбомы (например, Picasa – программа для работы с цифровыми фотографиями);
- программы, ранее доступные только посредством установки их на локальный компью-

тер. Известнейшим разработчиком офисных программ, использующих веб-браузер, является компания Google. В частности, ее коллекция программ под названием Google Docs позволяет редактировать текстовые файлы и таблицы прямо в сети интернет. Фактически все, кто использует любое приложение, работающее через всемирную сеть, пользуется облачными вычислениями, несколько об этом не задумываясь. Все эти сервисы доступны через веб-браузер на <http://www.google.com>.

Платформа как сервис (PaaS, Platform as a Service). Эта услуга позволяет создавать и внедрять приложения на основе хостинга, используя язык программирования и пакеты от провайдера-разработчика. Другими словами, PaaS представляет собой традиционную модель обработки данных, где каждое приложение управляется соответствующим аппаратным средством, операционной системой, базой данных, связующим программным обеспечением (вызов удаленных процедур, передача сообщений и т.д.), веб-серверами и другими компьютерными программами, включая поддержку и управление работой компьютерной сети, предназначенной для совместного использования вычислительных ресурсов, периферийных устройств, приложений и данных.

Сегодня технология облачных вычислений позволяет выполнять все эти действия дистанционно с помощью облачных провайдеров. Среди них – Salesforce, Intuit Partner Platform, Google Apps, Microsoft Azure. Например, система Salesforce работает в области систем управления взаимодействием с клиентами (CRM, Customer Relationship Management), предлагая платформу для индивидуальных настроек и создания уникальных приложений. Salesforce поддерживает базу данных кода AppExchange, вклад в нее может внести любой программист, зарегистрированный на сайте. Сами клиенты, которыми в данном случае являются программисты, дополняют библиотеку приложений, помогая как друг другу, так и разработчику в продвижении его услуг. PaaS – модель сетевого предоставления вычислительной платформы как сервиса, которая предлагает развертывание и поддержку web-приложений и сервисов без необходимости покупки оборудования и ПО.

Инфраструктура как сервис (IaaS, Infrastructure as a Service) – это использование дискового пространства и сервера, удаленного от пользователя. Компания IBM, например, предоставляет такие услуги, помогая решить ряд проблем в науке и образовании, и в госу-

дарственном секторе. Кроме того, IBM предлагает услуги для вновь созданных компаний, которые благодаря облакам смогут на первоначальном этапе обойтись без инвестиций в оборудование. IaaS – модель предоставления компьютерной инфраструктуры как сервиса. Вместо покупки серверов, ПО, специального сетевого оборудования пользователь может получить эти ресурсы в виде аутсорсинга (outsource, т.е. использовать внешний источник/ресурс).

«Рабочий стол» /данные/документы/ база данных/ как услуга (DaaS, Desktop /Data/ Documents/ Database as a service) – это возможность максимально оптимизировать работу и снизить затраты на установку и обслуживание всей IT-инфраструктуры какой-либо деятельности/процесса.

Провайдер услуг доступа к приложениям (Application Service Providers, ASP) – компания, занимающаяся сдачей в аренду, обслуживанием и продажей прикладных программ на своей технологической базе. Поставщик сервиса приложений отвечает за предоставление программного обеспечения в аренду, в том числе за использование удаленных хранилищ данных.

Специалисты из Gartner (<http://www.gartner.com/technology/about.jsp> – Gartner, Inc. является ведущей мировой компанией по информационным технологиям и консалтингу) определяют это понятие Cloud Computing как концепцию предоставления неких масштабируемых информационных ресурсов, как сервиса для многочисленных внешних клиентов посредством интернет-технологий. В качестве информационного ресурса может быть как программный продукт, или дисковое пространство, так и процессорное время.

Облачные вычисления дают пользователям небывалые ранее возможности. Например, ограниченные в ресурсах компании могут позволить себе собственные бизнес-приложения и почтовые серверы, реально обладая при этом только доступом к интернету. «Cloud computing» позволяет приравнять затраты на модернизацию и поддержку сложной IT-инфраструктуры к обычной оплате на услугу, будь то обслуживание CRM (Customer Relationship Management System – система управления взаимодействием с клиентами) или корпоративный почтовый сервер. Как утверждают аналитики компании Gartner, дальнейшее развитие этой концепции позволит сформировать новый уровень отношений между провайдерами услуг и их потребителями, обеспечивая последним возможность пользоваться

сервисом и не заботиться о том, каким образом он функционирует. При этом не надо тратить огромные средства на создание собственных серверов и центров обработки данных в конкретном учреждении, на оплату лицензионного ПО, на содержание квалифицированного персонала.

Облачная технология позволяет автоматизировать все IT-процессы, для этого надо просто приобрести готовые пакеты: SaaS (аренда IT-приложений), DaaS (аренда виртуального рабочего места), IaaS (аренда IT-инфраструктуры), PaaS (разработка новых решений на базе облачных платформ).

**Особенности использования облачных вычислений.** Одним из важных преимуществ облачных технологий все разработчики называют высокую стандартизацию IT-процессов. Облачные центры обработки данных помогают пользователям значительно сэкономить на потреблении энергии. Перечислим некоторые другие достоинства технологии облачных вычислений:

- облака доступны всем, из любой точки, где есть интернет, с любого компьютера, где есть браузер, что позволяет пользователям (предприятиям) экономить на закупке высокопроизводительных, дорогостоящих компьютеров и становиться более мобильными. Доступ к своему рабочему месту возможен из любой точки земного шара с помощью ноутбука, нетбука, планшета или смартфона, нет необходимости покупать лицензионное ПО, его настройки и обновления;
- неограниченность вычислительных ресурсов (память, процессор, диски), так как «облако» предоставляет необходимые ресурсы, оплата происходит только за фактическое использование;
- реальная возможность научного и творческого поиска для всех пользователей и представителей любого бизнеса;
- стирание функциональных различий между различными типами устройств. Пользователь получает тот же набор возможностей, сервисов и инструментов, как с помощью компьютера, нетбука, телевизора или телефона. Например, Windows Phone 7 (мобильная операционная система, разработанная Microsoft) создавалась в рамках облачной концепции, это устройство предоставит пользователю больше возможностей, чем многие современные компьютеры;
- технология облачных вычислений является лучшей из существующих IT-инструментов по экономии денежных, временных и других ресурсов, она доступна и привлекательна для любого пользователя.

Для получения доступа к услугам «облака» необходимо постоянное соединение с сетью интернет, что можно рассматривать как недостаток использования данной технологии. Существуют также определенные ограничения по используемому ПО, пользователь иногда не имеет возможности настроить его под свои собственные цели. Конфиденциальность данных, хранимых на публичных «облаках», вызывает много нареканий, в большинстве случаев эксперты не рекомендуют хранить наиболее ценные для учреждений документы на публичном «облаке», так как в настоящее время нет технологии, гарантирующей стопроцентную конфиденциальность хранимых данных. Пользователь оказывается полностью зависимым от используемого им «облака» (в котором доступны используемые им данные и программы) и не может управлять не только работой «облачных» компьютеров, но даже резервным копированием своих данных.

**Использование технологии облачных вычислений в научных и образовательных учреждениях.** Технологический прогресс и всемирная сеть способствовали значительному увеличению объема информации, углублению и расширению наших представлений об окружающем мире. До сих пор основным способом предъявления полученных новых научных знаний была публикация научных статей и работ ученых. Гипермедиа ресурсы позволили осуществить быстрый доступ ко всей научной информации, размещенной в интернете. Научные дискуссии, обмен мнениями и критическими замечаниями могут быть реализованы в режиме реального времени, что, несомненно, способствует более быстрому продвижению научных открытий в реальную жизнь.

Cloud computing в настоящее время является одним из новейших технологических трендов (широкополосный интернет, быстрая связь и виртуализация), который, несомненно, оказывает сильное влияние на образовательную среду и стимулирует перестройку ИТ-структуры академических учреждений для достижения учебных и научных целей. Растущие потребности в компьютерных и сетевых ресурсах вынуждают искать способы перераспределения ограниченных внутренних средств и использовать услуги, предлагаемые «облаками», для увеличения собственных возможностей и лучшего удовлетворения запросов своих конечных пользователей.

Научные и образовательные центры получают доступ к имеющимся в «облаке» приложениям, которыми пользуются преподаватели и

студенты для выполнения образовательных и научных задач. Сегодня такие облачные платформы, как Microsoft и Google, предоставляют образовательным и научным учреждениям следующие бесплатные услуги: электронная почта, контакт-листы (в системе мгновенного обмена сообщениями – это вид адресной книги, список идентификаторов пользователей, с которыми данный пользователь чаще всего общается), календари, системы хранения, создания и обмена документами (электронные таблицы, wordprocessed documents, презентации), а также возможность создания web-сайтов. Эти услуги полностью доступны через сеть. Популярность таких услуг среди академических учреждений быстро растет, так как значительно снижаются затраты на закупку нового оборудования и программного обеспечения и т.д.

В [8] приводится модель ИТ-инфраструктуры учебного заведения, которая удовлетворяет административным (финансы и бухгалтерия, закупка и поставка оборудования) и научно-образовательным (образовательный процесс и научные исследования как преподавателей, так и студентов) нуждам университетов. Составными элементами этой модели являются: устройство пользователя, сетевые ресурсы, ресурсы памяти, информационные ресурсы, целостность функционирования, виртуализация, вычислительные ресурсы, хранилище, Firewall/система обнаружения вторжения/периметр безопасности.

Наиболее важной особенностью различных приложений, предлагаемых облаком, является их доступность и масштабируемость. Дружественные интерфейсы облачных приложений позволяют пользователям успешно расширять их вычислительную среду. Информационное наполнение облака (естественные и общественные науки, искусство, учебные пособия, энциклопедии и т.д.) контролируется поставщиками услуг и доступно пользователям по запросу в любое время. Для помощи студентам и преподавателям в поисках нужной информации в облаке постоянно совершенствуются методы интеллектуального анализа данных. Запросы студентов не всегда ограничиваются рамками изучаемых дисциплин, поэтому информационное содержимое облака должно часто и динамично обновляться.

Облачные вычисления, вообще говоря, представляют собой использование компьютерных технологий посредством интернета. Они дают возможность пользователям и разработчикам использовать вычислительные ресурсы, не вни-

кая в подробности или управление IT-инфраструктурой этих ресурсов. Ресурсы являются виртуальными, и доступ к ним предоставляется через интернет. Наиболее популярная «облачная» платформа – Microsoft Windows Azure (облачная ОС) и Microsoft Azure Services Platform (реализованная на основе Microsoft.NET). Windows Azure можно рассматривать как «операционную систему в облаке». Пользователю нет необходимости беспокоиться о ее инсталляции на его компьютере, который может не иметь для этого необходимых ресурсов. Все, что требуется, это иметь Web-браузер и минимальный пакет дополнительных программных модулей (plug-ins) для запуска и использования через браузер облачных сервисов.

С предоставлением студентам и преподавателям облачных ресурсов для моделирования и обработки данных станет возможным проводить приближенные к естественным условиям эксперименты, которые университеты (или научные центры) не могли себе позволить при имеющемся оборудовании. Очевидно, что появляющиеся новые возможности использования облака окажут сильное воздействие на процессы обучения и преподавания.

Научные учреждения, штат которых, как правило, небольшой, часто имеют ограниченный парк компьютеров. Для решения сложных исследовательских задач зачастую не хватает компьютерных мощностей. Классические кластерные суперкомпьютеры являются одним из решений данной проблемы, с их помощью можно решать задачи, требующие громадного числа вычислений. В учебных заведениях ситуация несколько иная. Редко какое подразделение вуза не имеет современной компьютерной аудитории, а в рамках университета в целом парк компьютеров только в учебных аудиториях может составлять порядка тысячи штук.

Для построения простого кластера необходимы:

- компьютеры, которые будут разделять между собой вычислительную нагрузку или объединять свою вычислительную мощность;
- сеть, которая связывает эти компьютеры;
- «центральный узел», который будет выполнять функции сетевого хранилища.

Обычно в сети любого учебного заведения уже имеются все эти компоненты, вычислительная мощность компьютеров в учебных аудиториях чаще всего используется не оптимально, так как учебные задачи вряд ли способны загрузить современный процессор, например, Intel Core, обладающий производительностью

порядка сотни миллионов операций с плавающей запятой в секунду. Важной составляющей кластера является специализированное программное обеспечение, распределяющее вычислительную нагрузку между элементами кластера и соединяющее результаты в единое целое. Такое ПО собирает парк машин в учебных аудиториях в мощный суперкомпьютер, пригодный для решения широкого круга задач. При этом каждый компьютер необходимо настраивать соответствующим образом, устанавливать специализированные программы, а возможно модифицировать или заменять операционную систему, что для использования аудитории в качестве учебной будет, скорее всего, неприемлемым. Эта проблема решается с помощью облачной обработки данных.

Переход к облачным вычислениям избавляет от необходимости развивать собственные дорогостоящие компьютерные системы, содержать соответствующий штат сотрудников высокой квалификации и постоянно разрабатывать новое программное обеспечение. Академик РАН В.П. Иванников в своем докладе на 5-й Международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (Москва, 2010 г.) отметил, что в науке и образовании облачные вычисления дают возможность создания web-ориентированных лабораторий (хабов) в конкретных предметных областях (объединение современных концепций Web 2.0 с возможностью доступа к прикладным моделям). Под созданием web-ориентированных лабораторий понимается:

- интерактивный доступ к инструментам моделирования;
- поддержка распределенной разработки (система контроля версий, инструмент управления проектами и отслеживания ошибок);
- механизмы добавления новых ресурсов;
- информационные ресурсы (wiki, презентации и др.);
- поддержка пользователей;
- визуализация результатов и др.

Облачные вычисления предлагают принципиально новые возможности для исследователей по организации доступа, разработке и распространению прикладных моделей, а также для создания сообществ профессионалов в специализированных областях, для стандартизации используемого инструментария, форматов хранения данных и др. Возникают также принципиально новые возможности по передаче знаний: лекции, семинары (практические занятия), лабораторные работы и др.



Для усовершенствования учебного процесса и выполнения научных разработок студенты и преподаватели университетов заинтересованы в постоянном обновлении и апробации различных приложений и платформ, наиболее удовлетворяющих поставленным образовательным и научным целям. В рамках традиционной системы программного обеспечения это очень дорого и трудноосуществимо. Технология облачных вычислений позволяет достаточно просто экспериментировать с новейшими приложениями и платформами.

Вроцлавский технический университет является первым образовательным учреждением, ставшим частью многоцелевого центра технологий облачных вычислений (IBM Multipurpose Cloud Computing Center). Глобальная инициатива IBM, запущенная в 2010 году, доступна для всех высших учебных заведений. Цель инициативы состоит не только в поддержке обучения cloud-технологиям в университетах, но и в ежедневной работе центра над решениями для облачных вычислений. В дальнейшем IBM намерена развивать эту программу совместно с университетами со всего мира.

**Заключение.** Концепция облачных вычислений вынуждает переосмыслить такие понятия, как доступ к информации, конфиденциальность данных и дизайн аппаратных устройств. Эти изменения могут иметь такое же влияние на общество, как когда-то появление персональных компьютеров, предоставивших людям новые возможности.

Технологии облачной обработки данных широко используются крупными коммерческими организациями, но в настоящее время они становятся доступны даже исследовательским лабораториям вузов или научных учреждений. Благодаря использованию недорогого потребительского ПО и использованию продуктов с открытым исходным кодом внедрение этих

технологий в учебный и исследовательский процессы довольно просто даже при очень ограниченном бюджете. Виртуальность разрабатываемых проектов и компьютерной инфраструктуры, нахождение вычислительных центров в любой точке мира, взаимодействие в любой момент времени – все это способствует формированию нового, «облачного» типа мышления. Применение технологии облачной обработки данных требует также определенной квалификации и опыта, поэтому ее изучение должно занять достойное место в учебных планах образовательных учреждений.

Перед учебными заведениями различного профиля ставится задача подготовки молодого поколения, способного мыслить новыми категориями, использовать предоставляемые виртуальные средства для решения серьезных научно-исследовательских и социально-общественных проблем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойченко, А.В. Проблемы облачных вычислений / А.В. Бойченко // Научная сессия МИФИ-2010. – Т. 5: Информационно-телекоммуникационные системы. Проблемы информационной безопасности. – С. 57–60.
2. Иванников, В.П. Облачные вычисления в образовании, науке и госсекторе / В.П. Иванников // Интернет-ресурс <http://paco.ipu.ru/pdf/P301.pdf>. – Режим доступа 12.03.2011.
3. Hayes, B. Cloud computing / B. Hayes // Communications of the ACM. – 2008. – Vol. 51, № 7. – P. 9–11.
4. Voas, J. Cloud computing: New wine or just a new bottle, «cloud computing: New wine or just a new bottle?» / J. Voas, J. Zhang // IT Professional. – 2009. – № 11(2). – P. 15–17.
5. Grossman, R. The case for cloud computing / R. Grossman // IT Professional. – № 11(2). – P. 23–27.
6. Fox, A. (2009). Cloud computing in education. Berkeley i News, <https://inews.berkeley.edu/articles/Spring2009/cloud-computing> (accessed on March 30, 2011).
7. Sultan, N. Cloud computing for education: A new dawn? / N. Sultan // International Journal of Information Management. – 2010. – № 30. – P. 109–116.
8. Ercan, T. Effective use of cloud computing in educational institutions / T. Ercan // Procedia Social and Behavioral Sciences. – 2010. – № 2. – P. 938–942. (Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)).

Поступила в редакцию 11.07.2011. Принята в печать 30.08.2011

Адрес для корреспонденции: 220100, г. Минск, ул. Кульман, д. 13, кв. 27, e-mail: asherbaf@im.bas-net.by – Шербаф А.И.