

УДК: 681.324

«Вычислительные облака»: современное состояние, проблемы и перспективы

Р.М. АЛГУЛИЕВ, Р.К. АЛЕКПЕРОВ

Институт Информационных Технологий НАНА, г. Баку

E-mail: a.ramiz@science.az

В данной работе рассмотрены принципы создания распределенных вычислительных систем на основе технологии вычислительных облаков. Проведенный анализ показал, что вычислительные облака обладают следующими преимуществами: увеличение доступных вычислительных мощностей, обеспечение пользователей неограниченным дисковым пространством, высокоскоростная обработка данных, оплачивание фактического использования компьютерных ресурсов, обеспечение безопасности хранения данных и т.д.

Ключевые слова: распределенное вычисление, вычислительные облака, вычислительная система, вычислительные среды, распределение нагрузки.

В настоящее время для решения сложных задач, требующих мощных вычислительных ресурсов и больших объемов памяти, относящихся к разным областям науки, таким как физико-химические процессы и ядерные реакции, моделирование развития экономики, криптография, геология, создание новых лекарственных препаратов и др., вычислительные мощности персональных компьютеров недостаточны. Для выполнения сложных вычислений и быстрой обработки и передачи информации при решении вышеуказанных задач пользователи используют суперкомпьютеры, имеющие высокую вычислительную производительность и большие объемы памяти [1]. Большинство государств и организаций не имеет возможности приобрести такие дорогостоящие суперкомпьютеры. Однако потребность в вычислительных ресурсах у этих государств и организаций велика. Быстрое развитие информационных и сетевых технологий последнее время привело к увеличению вычислительной мощности компьютерных сетей (КС). Таким образом, возникла идея создавать распределенные вычислительные среды (РВС) из общедоступ-

ных компьютеров на базе сетей для решения сложных задач. Использование КС для решения сложных вычислительных задач уже сегодня дело вполне реальное. Эта технология рассматривается мировым сообществом как наиболее перспективная для проведения распределенных вычислений, использующих географически рассредоточенные ресурсы.

Использование в ежедневной практической деятельности удаленного доступа к вычислительным системам с применением высокоскоростных каналов связи открывает новые возможности для пользователей. Такой рост возможностей получения пользователями вычислительных ресурсов и памяти привел к качественному изменению принципов организации распределенной вычислительной среды.

Технологии создания распределенных вычислительных систем на основе компьютерных сетей

В настоящее время в мире проводятся интенсивные исследовательские работы по созданию системы «вычислительные облака» (Cloud Computing), с помощью которых ре-

шение задач обходится дешевле по сравнению с суперкомпьютерами. Такие системы, осуществляющие большие вычисления, создаются на основе компьютерных сетей, имеющих высокоскоростные каналы связи.

До создания технологии Cloud Computing для решения сложных задач в компьютерной сети широко использовались такие технологии, как Utility Computing, Distributed Computing, Cluster Computing, Grid Computing [2].

- Utility Computing — основывается на принципе распределения ресурсов одного компьютера (многотерминальные системы обработки) среди пользователей;
- Distributed Computing — выполнение разных частей программы одновременно на двух или нескольких компьютерах. В этом случае взаимодействие между ними осуществляется по сети;
- Cluster Computing — вычислительная система, созданная объединением находящихся в пределах одной организации нескольких вычислительных узлов (микропроцессоров, компьютеров и т.д.), используемых для решения сложных задач, требующих мощных вычислительных ресурсов и ресурсов памяти с помощью локальных сетевых технологий;
- Grid Computing — распределенная вычислительная система, созданная объединением находящихся в разных организациях многочисленных вычислительных узлов (серверов, компьютеров и т.д.), используемых для решения сложных задач с помощью коммуникационных технологий.

Технологии Utility и Distributed Computing широко использовались в 70—80-х гг. прошлого века. Низкая скорость и надежность межкомпьютерных каналов связи не давали возможность широко применять эти технологии. Начиная с 90-х г. прошлого века появление высокоскоростных каналов связи и развитие сетевой инфраструктуры способствовали созданию новых технологий, таких как Cluster Computing, Grid Computing и Cloud Computing. Эти технологии привели

к созданию распределенных вычислительных систем на основе компьютерных сетей. В качестве примера систем, работающих по принципу технологии Cluster Computing, можно привести суперкомпьютеры кластерной архитектуры или центры обработки данных. Использование суперкомпьютеров для больших вычислений позволяет поднять качество научных исследований на новый уровень. Поэтому их используют для решения требующих больших вычислений и имеющих особую сложность задач из области науки, образования, экономики, для описания состояния экологии, решения проблемы обеспечения безопасности и т.д. [3]. Создание суперкомпьютерного центра (СЦ) внутри организации с технологической точки зрения является сложным процессом. В суперкомпьютерах кластерного типа вычислительные ресурсы и ресурсы памяти собираются в одном центре. А это дает возможность, декомпозиции (разделение сложных задач на подзадачи) сложные задачи, производить правильное распределение этих задач между вычислительными узлами, составляющими кластер. Такая архитектура создает условия для правильного использования вычислительных ресурсов. Система, созданная в одной организации, обходится очень дорого. Она требует наличия мощного источника энергии и системы охлаждения. Кроме того, для обеспечения постоянного рабочего состояния системы требуется специальная группа инженеров-программистов (25—30 человек). Создание внутри организации СЦ имеет как преимущества, так и недостатки [4].

Преимущества:

- разделение сложных задач на подзадачи и их быстрое распределение среди вычислительных узлов кластера;
- расположение вычислительных ресурсов и ресурсов памяти в одном центре;
- более эффективное использование удаленными пользователями ресурсов центра;
- нахождение группы инженеров-программистов в одном центре;

Недостатки:

- дороговизна;
- слишком много расходов на то, чтобы постоянно содержать в рабочем состоянии;
- требование особых условий (комната, кабелизация, кондиционеры и т.д.) для компоновки;
- невозможность полного использования вычислительных ресурсов и ресурсов памяти суперкомпьютера (всего на 70–80%).

Стоимость суперкомпьютеров, являющихся стратегической продукцией, в зависимости от мощности вычисления исчисляется 10 миллионами долларов, из-за чего многие страны не могут приобрести эти технологии и использовать их в научно-технических, исследовательских работах. Как правило, 95% производства и использования суперкомпьютеров сосредоточено в развитых странах. Поскольку такие компьютеры являются стратегическим товаром, страны-производители не стремятся продавать их другим государствам, так как они могут быть использованы в целях создания новых видов оружия, способных повлечь за собой ядерную и др. глобальные опасности.

В настоящее время в мире проводятся интенсивные исследовательские работы по созданию Grid-систем (Grid Computing), выполняющих работу суперкомпьютеров, с помощью которых решение задач обходится дешевле по сравнению с суперкомпьютерами [5]. Такие системы, появившиеся при проведении фундаментальных научных исследований и решающие сложные задачи, требующие больших вычислительных ресурсов и ресурсов памяти, создаются на основе компьютерных сетей, имеющих высокоскоростные каналы связи.

Слово grid в переводе с английского языка означает «сеть». Впервые оно было введено в обиход в 1994 г. американскими учеными Фостером и Кеселманом [6]. Механизм работы этих систем очень близок к правилам использования напряжения в электрических сетях. Так, при подсоединении своего электрического прибора к электросети пользователь не интересуется, с какой электростанции подается напряжение. С такой же ситуацией

сталкиваются и пользователи, у которых персональный компьютер подсоединен к Grid-системе, т.е. они не знают, в каких компьютерах системы решаются их задачи. Известно, что пользователи, чьи компьютеры подключены к сети, обычно не полностью используют вычислительную силу своих компьютеров. Исследования показывают, что каждый пользователь использует всего лишь 25–30% возможностей своего персонального компьютера. В этом случае можно использовать неиспользованную вычислительную мощность персональных компьютеров. Так, используя коммуникационное оборудование компьютерной сети, подсоединив друг к другу персональные компьютеры, над Интернетом можно создать Grid-систему. В настоящее время в мире проводятся различные проекты по использованию вычислительных мощностей, имеющих в компьютерных сетях, к числу которых можно отнести Distributed.net, Globus, SETI@home и др.

Вычислительными ресурсами персональных компьютеров пользователей, участвующих в создании Grid-системы, можно пользоваться и бесплатно, и бесплатно. Выдвижением на продажу неиспользованных ресурсов компьютеров, использование которых является платным, формируется новый рынок. Персональные компьютеры, входящие в Grid-систему, отправляют информацию о параметрах своей вычислительной мощности в центральный компьютер системы, и этот центр в случае их использования вносит соответствующую плату пользователю. Для создания таких систем скорость передачи информации в каналах связи Интернета должна быть достаточно высокой.

Недостатки вычислительных систем, созданных на основе технологии Grid Computing:

- разделение сложных задач на подзадачи и их распределение среди компьютеров системы осуществляется с трудностями;
- трудности совместного использования вычислительных ресурсов и ресурсов памяти компьютеров системы;
- надежность, безопасность каналов связи и т.д.

Принципы создания распределенных вычислительных систем на основе технологии «вычислительные облака»

Концепция технологии «вычислительные облака» обеспечивает создание и использование компьютерных технологий и программного обеспечения (ПО) непосредственно в сетевой среде. Пользование услугами системы Cloud Computing сотрудниками различных организаций и учреждений с применением высокоскоростного канала связи с экономической точки зрения очень выгодно. С помощью этой технологии данные пользователя сохраняются и обрабатываются в компьютерах «вычислительных облаков». Cloud Computing, используя ресурсы сетевой инфраструктуры, обеспечивает создание центров обработки и хранения данных.

Таким образом, Cloud Computing – это вычислительная система, служащая для обработки и хранения данных пользователей, осуществляющая с помощью коммуникационных технологий кластеризацию и виртуализацию вычислительных ресурсов и ресурсов памяти многочисленных компьютеров

больших компаний. Компьютер пользователя в этом случае ведет себя как терминал, подключенный к сети. Эта концепция считается более близкой к концепции создания виртуальных суперкомпьютеров. Технология Cloud Computing дает пользователям доступ к мощным вычислительным ресурсам и хранилищам данных, при этом место нахождения и настройки этих ресурсов для пользователя не имеют значения.

Преимущества «вычислительных облаков» следующие [7]: **доступность, дешевизна, простота, гибкость, широкий выбор** программ, компьютеров любой конфигурации и удаленности.

Концепция технологии Cloud Computing была создана в 1960 г. на основе теории профессора Массачусетского технологического института Джона Маккарти. Согласно этой концепции вычислительные ресурсы рассматриваются как коммунальные услуги (как система снабжения светом, газом, водой). Ниже показана архитектура системы Cloud Computing (рис. 1).

Для устранения недостатков вышеуказанных технологий в настоящее время исполь-

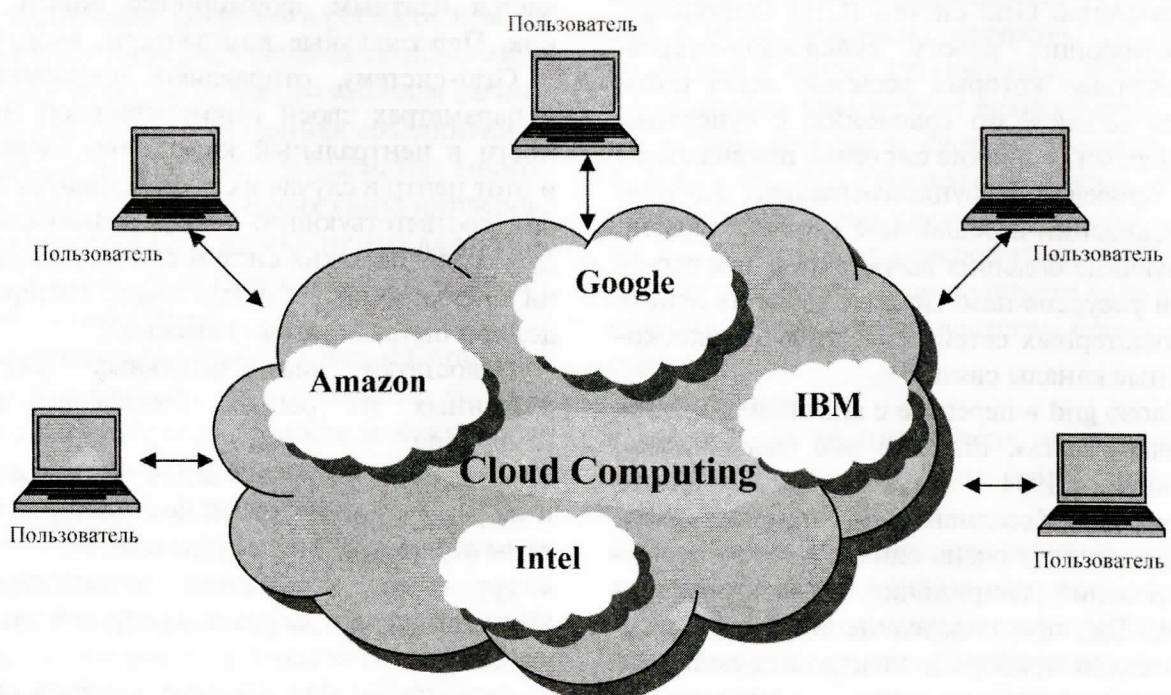


Рис. 1. Архитектура системы Cloud Computing

зуется технология Cloud Computing, которая объединяет в одной группе памяти вычислительные и программные ресурсы. Cloud Computing в соответствии с требованиями пользователя за счет своих внутренних ресурсов должна обеспечивать его вычислительными ресурсами и ресурсами памяти.

Исследования показывают, что если предприятие будет использовать «вычислительные облака», то покупка и компоновка серверов, систем памяти и ПО, требующих больших расходов, не потребуется. По мнению экспертов, большие компании, использующие эти технологии, получат экономию в 5-кратном размере, экономя на покупке программного и технического оборудования, а также на электричестве. Используя технологию Cloud Computing, программные ресурсы также можно создать в виртуальной форме, т.е. возможно создание общего сервера для различных ПО. В этом случае можно более рационально использовать серверы. Благодаря размещению на одном сервере, находящемся в «вычислительных облаках», нескольких операционных систем и ПО уменьшится количество серверов, используемых в системе, а это приведет к уменьшению использования электроэнергии. Архитектура сервиса системы Cloud Computing показана на рис. 2.

Система Cloud Computing оказывает пользователям в основном три вида сервисных услуг [8, 9, 10]. Первый уровень сервиса, процесс создания инфраструктуры, называется IaaS (Infrastructure as a Service). Уровень IaaS дает возможность осуществить сервис аренды инфраструктуры (вычислительные ресурсы и система памяти). В эти ресурсы, кроме виртуальных серверов, дающих гарантированные вычислительные ресурсы и ресурсы памяти, входят и каналы связи, дающие возможность быстрого входа в систему памяти данных. Таким образом, для решения задач на этом уровне создается компьютерная инфраструктура. К услугам IaaS можно отнести Amazon S3 (Simple Storage Service), Amazon Elastic Computer Cloud (EC2), IBM Blue Cloud. Для использования услуг этого сервиса пользователь загружает на свой компьютер соответствующий web-браузер и для решения задачи обращается к «облакам».

Второй уровень услуги, уровень платформы, называется PaaS (Platform as a Service). Сервис PaaS — виртуальная платформа, дающая возможность пользователям использовать операционные системы и приложения специализированных программ (Apache, MySQL и т.д.), размещенных в виртуальных серверах (состоящих из физических

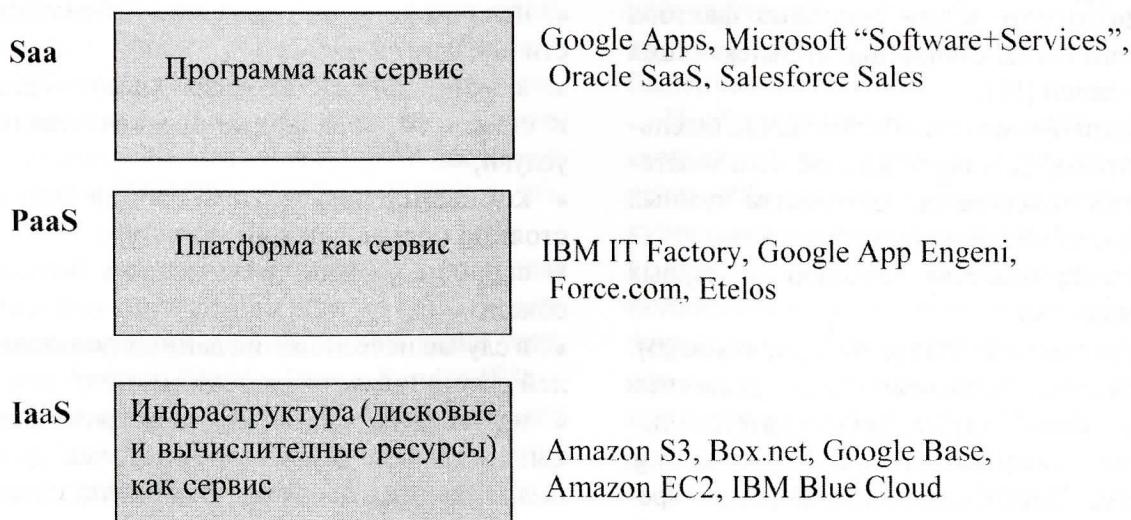


Рис. 2. Архитектура сервиса системы Cloud Computing

серверов). Примерами сервиса PaaS являются такие сервисы, как IBM IT Factory, Google App Engine, Force.com. И, наконец, последний сервис называется SaaS (Software as a Services) — ПО как сервис. К программным сервисам, используемым на этом уровне, можно отнести Google Apps, Google Docs, Microsoft Software Services (e-mail, video-conference), Salesforce.com (CRM — система управления взаимосвязями клиентов — ERP — система управления ресурсами предприятия) и т.д.

С помощью веб-браузера Google Docs можно разрабатывать и редактировать файлы и таблицы непосредственно в интернет-сети. Услуга SaaS отличается от платформы SaaP (Software as a Product). На платформе SaaP, основанной Биллом Гейтсом, пользователи покупают имеющиеся в продаже ПО, инсталлируют их на своих серверах или компьютерах. А в услугах SaaS пользователь, не загружая в свой компьютер резидентскую часть нужного ему ПО, с помощью каналов связи обращается к «вычислительным облакам». Программные приложения работают на сервере провайдера, оказывающего SaaS-услуги. Таким образом, пользователь, не покупая ПО, в случае необходимости использует его для решения задачи и только потом платит за использование.

Можно отметить три основных фактора технологии Cloud Computing, привлекающих пользователей [12]:

- неограниченное количество вычислительных ресурсов, т.е. освобождение пользователей от прогнозирования количества нужных ресурсов и их предварительного заказа;
- отсутствие больших расходов на первых этапах проектов;
- плата за фактическую услугу (pay as you go).

Компаниям, занимающимся решением сложных задач, также рекомендуется использовать технологию Cloud Computing. Технология Cloud Computing за короткое время может определить и сформировать вычислительные ресурсы и ресурсы памяти, нужные для решения сложных задач.

Проводимые исследования показали, что у «вычислительных облаков» есть как преимущества, так и недостатки.

Преимущества:

- уменьшение требований к вычислительным ресурсам и ресурсам памяти персональных компьютеров, подключенных к Интернету;
- обеспечение пользователей неограниченными вычислительными ресурсами и ресурсами памяти;
- плата за фактическое использование вычислительных ресурсов и ресурсов памяти;
- высокоскоростная обработка данных;
- уменьшение расходов на аппаратное и ПО, услуги и электроэнергию;
- обеспечение безопасности хранения данных;
- эффективное использование устройства дисковой памяти (данные и программы хранятся в «вычислительных облаках»);
- постоянное обновление пользовательских программ;
- совместное редактирование файлов и табличных документов пользователями, объединившимися в группу.

Недостатки:

- зависимость хранения данных пользователя от компаний, оказывающих Cloud Computing услуги;
- создание новых монополистов («облаков»);
- наличие вопросов надежности, безопасности каналов связи;
- в этой области не разработаны методы и стандарты, гарантирующие качественные услуги;
- компьютер пользователя должен быть постоянно подключен к Интернету;
- скорость канала связи должна быть высокой;
- в случае исчезновения данных пользователей восстановление их невозможно;
- на выполнение некоторых программ может быть затрачено больше времени, чем на выполнение этих программ на локальных компьютерах.

Компания *Gartner group*, занимающаяся исследованиями в области информационных

технологий, считает, что технологии Cloud Computing станут ведущими технологиями 2010 года.

Проводимые исследования показывают, что 60–80% вычислительных ресурсов и ресурсов памяти компьютеров таких больших компаний, как *Intel*, *IBM*, *Google* и т.д., используются достаточно эффективно. Но технология Cloud Computing дает возможность еще более эффективно использовать вычислительные ресурсы компьютеров компаний. Например, компания *Amazon* для того, чтобы вычислительные ресурсы и ресурсы памяти, которые используются только в дни новогодних праздников, использовались и в другое время, с помощью технологии Cloud Computing создала услугу Amazon Web Services.

К компаниям, оказывающим услуги в сети Cloud Computing, можно отнести, например, *Google*, *Amazon*, *IBM*, *Microsoft*, *SAP* и *Oracle* [13].

Компания *Google* в 2008 г. для создания веб-приложений и выполнения хостинговых услуг создала платформу Google App Engine на основании технологии Cloud Computing. В настоящее время предложенная компанией *Google* онлайновая почтовая услуга Gmail основана на технологии Cloud Computing. Размещение в «вычислительных облаках» прокси-компьютеров, осуществляющих электронные почтовые услуги, даст возможность для проверки точности использующейся информации и документов, предотвратит потерю данных, обеспечит защиту от постороннего вмешательства, осуществит поиск уязвимостей системы.

Компания *Amazon* начиная с 2006 г., создав платформу Amazon Web Services (AWS), предложила интернет-пользователям такие услуги, как Amazon Simple Storage Service (S3) — хранение данных в памяти серверов и Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) — использование вычислительных ресурсов на многочисленных масштабируемых серверах.

Кроме того, для использования вычислительных ресурсов фирма *Amazon* пред-

лагает пользователям сервис Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon ECR). Этот сервис выделяет пользователю виртуальный персональный сервер (ECR Compute Units — EC2CU), производительность которого равна по производительности одному процессору AMD Opteron или Intel Xeon (32 или 64 разряда). Кроме того, для выполнения вычислений с помощью этой услуги пользователям предлагаются 3 вида виртуальных серверов [2]:

- малый сервер (один EC2 CU, 32 разряда, оперативная память 1,7 Gb, дисковая память 160 Gb);
- большой сервер (два EC2 CU, 64 разряда, оперативная память 7,5 Gb, дисковая память 850 Gb);
- очень большой сервер (четыре EC2 CU, 64-разряда, оперативная память 15 Gb, дисковая память 1,69 Tb).

Услуга Amazon S3 дает возможность пользователю или организации получить 50–500 Tb памяти. Месячная цена 1Gb памяти приблизительно составляет 0,15–0,18 доллара. Стоимость виртуальных серверов: от 0,1 до 0,8 \$/час. Кроме того, оплата производится за фактически использованные ресурсы. Компания *Amazon*, занимающаяся в основном торговлей книгами, с 2006 г. начала предлагать пользователям услуги по использованию «вычислительных облаков». По расчетам журнала *Forbes*, эти услуги принесли фирме большие доходы [14].

Приблизительная цена предложенного компанией компьютера колеблется в пределах 300 долларов. При выполнении текущих работ каждый компьютер приносит компании в час 0,1 доллара, а в случае использования его в качестве хранителя информации — 0,18 доллара. А это означает, что компания *Amazon* в течение одного года получает с каждого компьютера 876 долларов [15].

Если учесть расходы, затраченные на используемую компьютерами электрическую энергию и на содержание их в рабочем состоянии, прибыль, полученная от услуг «вычис-

литеральных облаков», составляет 45% от общей прибыли компаний.

Компании *IBM* и *Microsoft* тратят миллионы долларов на создание системы *Cloud Computing*. Фирма *IBM* в 2009—2010 гг. планирует создать систему «вычислительные облака», состоящую из 13 центров данных, расположенных на территориях различных стран (США, Китай, Япония, Франция, Турция и т.д.), которая обойдется ей в 300 миллионов долларов. Это даст возможность в случае выхода из строя компьютеров организаций, пользующихся услугами этой системы, восстановить информацию, хранящуюся в компьютерах, за короткое время (в течение 2—6 часов) [16, 17].

Компания *Microsoft* в 2010 г. планирует выпустить в продажу операционную систему *Windows Azure*, работающую на основе технологии «вычислительных облаков». Новая платформа будет работать на основании группы серверов, координируемых посредством Интернета, и будет предлагать пользователям услуги по использованию вычислительных ресурсов и ресурсов памяти [18].

Компании *SAP* и *Oracle* предлагают услугу централизованного использования программных приложений, основанную на сервисной платформе «как услуга ПО» (*SaaS*—Software as a Service) технологии *Cloud Computing*.

Предложенные фирмой *Intel* вычислительные облака предлагают интернет-пользователям и организациям вычислительные ресурсы, необходимые для решения сложных задач. Услугами вычислительных облаков, созданных компанией *Intel*, широко пользуются такие известные мировые фирмы, как *Facebook*, *Tencent*, *Baidu* и *Oracle* [19].

Технический директор компании *Sun Microsystems* Г. Парадопулос во время своего выступления на международной конференции *Structure-08*, проходившей в Сан-Франциско (Калифорния, США), сказал, что концепция, названная «вычислительные облака», в ближайшем будущем получит большую из-

вестность и создаст возможность для большего использования компьютерных ресурсов с помощью сети. По его мнению, динамичное развитие информационных технологий приведет к тому, что создание для компаний и организаций центров обработки и хранения данных и постоянное содержание их в рабочем состоянии будет неэффективным. Таким образом, кооперативные пользователи по соответствующим ценам могут взять в аренду у провайдеров «вычислительные облака». В результате расходы организаций, затраченные на технические и программные средства для создания своих центров обработки, будут в 2 раза меньше [20].

Системы *Cloud Computing* в отличие от существующих систем являются более гибкими. Например, если увеличится количество запросов к веб-ресурсам компаний, пользующихся услугами *Cloud Computing*, и, соответственно, объем трафика, то есть возможность арендовать большее количество серверов, и, наоборот, если число запросов уменьшится, например, ночью, то можно уменьшить количество арендованных серверов.

По прогнозам экспертов компании *Gartner group*, 80% компаний, входящих в список *Fortuna 1000*, в 2012 г. будут пользоваться услугами *Cloud Computing* [15]. Технология *Cloud Computing* является очень привлекательной для новых учреждений и для компаний малого бизнеса, которые не могут найти необходимые инвестиции для создания своих ИТ-инфраструктур.

Несмотря на то что технология *Cloud Computing* является новой технологией, ее развитие идет достаточно динамично. Поэтому использование вычислительных услуг требует от пользователей знаний в области программирования. Использование новыми компаниями услуг *Cloud Computing* является целесообразным. Например, компания *FlyMinok* (США), занимающаяся продажей авиабилетов, приняла решение использовать услуги «вычислительных облаков». Эта компания занимается про-

даже мест чартерных рейсов в Южной Калифорнии. Анализируя предложения, компания проводит расчеты и определяет цену полета. Для создания центра обработки данных, состоящего из 10 серверов и ПО, которые должны координировать расчеты и полеты, требовалось приблизительно 250 тысяч долларов. Но так как фирма *Amazon* решала эти вопросы с помощью «вычислительных облаков» EC2, эти расходы фирмы составили всего 28 тысяч долларов [21].

Многие эксперты предполагают, что технология Cloud Computing в ближайшие 5 лет заново сформирует ИТ-инфраструктуру. С помощью этой технологии пользователи через Интернет будут широко использовать услуги вычислительных облаков (вычислительные ресурсы, ПО, данные и т.д.) различного компьютерного оборудования (персональный компьютер, ноутбук, смартфоны, коммуникаторы и т.д.).

Высокая подготовленность «вычислительных облаков» и охватывание ими большой территории обеспечивает ей преимущество при использовании. По прогнозам IDS (International Data Corporation — аналитический центр, исследующий рынок информационных технологий, Фремингем, Массачусетс, США), расходы, затраченные на создание «вычислительных облаков», с 16 миллиардов в 2008 г. дойдут до 42 миллиардов в 2012 г. В 2012 г. 8,5% годовых расходов в области ИТ придется на долю «вычислительных облаков» [22].

Те компании, в которых потребность в больших вычислительных ресурсах носит сезонный характер, широко используют «вычислительные облака». Например, в компаниях, занимающихся производством шоколада, только в праздничные дни появляется потребность в мощных вычислениях, серверах для обработки входящих заказов. Бухгалтерским фирмам компьютеры с возможностями мощных вычислений нужны для обработки квартальных данных. Поэтому для них сезонное использование «вычисли-

тельных облаков» является более целесообразным.

Но есть и такие компании, которых не устраивает развитие «вычислительных облаков». Компании, производящие гигантские компьютеры, такие как *Dell*, *Hewlett Packard* и *Sun*, не очень заинтересованы в развитии технологии «вычислительных облаков» [15], которая может поставить под удар их бизнес-интересы. Кроме того, технология «вычислительные облака» создает проблемы и для компаний, оказывающих хостинговые услуги. Цена хостинговых услуг фирмы *Amazon* на 90% дешевле, чем в таких известных компаниях, как *Rackspace* и *Equinix*.

В результате развития технологии «вычислительных облаков» обработка и сохранение в памяти данных на серверах предприятий и организаций с экономической точки зрения станут невыгодными. Кооперативные пользователи по установленным ценам смогут взять в аренду у провайдеров «вычислительные облака».

В настоящее время в различных странах мира проводятся исследовательские работы по разработке концепции «э-правительство». Ее создание требует больших вычислительных ресурсов и ресурсов памяти. С точки зрения надежности и безопасности хранение информации отдельных министерств в «вычислительных облаках» является более эффективным. Размещение веб-ресурсов в «облачах» различных организаций обходится дешевле, чем хранение их на серверах провайдеров, оказывающих хостинговые услуги, кроме того, при этом упрощается управление связями (трафиком) между веб-ресурсами, размещенными в «облачах».

При создании систем Cloud Computing надо также обратить внимание на политические аспекты. Так, нахождение многих известных компаний, оказывающих хостинговые услуги, на территории США упрощает контроль над информацией тех пользователей, которые пользуются услугами этих компаний. Многие эксперты считают, что пользование услугами Cloud Computing приведет

к потере контроля над информацией, передаваемой по сети. А это означает ослабление военных и разведочных возможностей США [23].

Многие государства уже понимают, что зависимость их трафика от управления зарубежными странами создает проблемы в вопросах обеспечения национальной безопасности. Во избежание этого специалисты либо предлагаю установить системы Cloud Computing, управляемые в согласованном порядке несколькими государствами, либо создать системы Cloud Computing, находящиеся под контролем каждой страны. В настоящее время первое предложение очень широко используется, потому что это обходится гораздо дешевле.

Хранимой в «облаках» информацией можно пользоваться в любой точке мира. Но это может противоречить законам некоторых стран о защите конфиденциальности данных. Например, на основании законодательства стран Европейского союза (ЕС) некоторые виды профессиональных данных не могут передаваться за пределы ЕС. В связи с этим компанией *Amazon* и другими были разработаны требования для пользователей, имеющих возможность использовать сервис хранения данных в странах ЕС.

Таким образом, компании и отдельные пользователи, не покупая мощные и дорогие компьютеры, серверы и ПО, пользуясь услугами «вычислительных облаков» и взяв в аренду вычислительные ресурсы и ресурсы памяти по низким ценам, смогут решить необходимые им задачи.

Заключение

Исследование показало, что создание распределенных вычислительных систем на базе технологий «вычислительных облаков» имеет следующие преимущества: уменьшение требований к вычислительным ресурсам и ресурсам памяти персональных компьютеров, доступ пользователей к неограниченным вычислительным ресурсам и т.д. При этом главная цель заключается в эффективном использовании простаивающих вычислитель-

ных ресурсов таких компаний, как Google, Amazon, IBM и т.д., предоставляющих клиентам вычислительные мощности и дисковое пространство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. Санкт-Петербург: «БХВ — Петербург», 2002, 608 с.
2. Черняк. Л. От World Wide Web k World Wide Computer. www.osp.ru/os/2008/07.
3. Задачи для суперкомпьютеров / http://parallel.ru/research/apps.html.
4. Лапис А. Как построить и использовать суперкомпьютер. М.: Бестселлер, 2003, 240 с.
5. Крюков Ю.А. Вычислительная инфраструктура для прикладных задач, будущее и настоящее // Геоинформатика. 2004, № 9, С. 57–61.
6. Foster I., Kesselman C. (edit.). The Grid: Blueprint for New Computing Infrastructure. Morgan Kaufman, San Fransisko. 1999, 438 р.
7. Белогрудов В. «Облачные» вычисления — достоинства и недостатки. www.smart-cloud.org
8. Джонс Т. Cloud Computing и Linux (Платформы и приложения для Cloud Computing). www.ibm.com/developzeworks/ru/library.
9. Phillip C-Y Sheu, Shu Wang, Qi Wang, Ke Hao, Ray Paul. Semantic Computing, Cloud Computing, and Semantic Search Engine // International Journal of Semantic Computing, Vol. 1.1, 2007, pp. 1–9.
10. Marios D. Dikaiakos, George Pallis, Dimitrios Katsaros, Pankaj Mehra, Athena Vakali. Cloud Computing—Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research // IEEE INTERNET COMPUTING. 2009. № 9, pp. 10–13.
11. Ференц В. Так что же такое «Cloud Computing». www.cio-world.ru/products/
12. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Josep. http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.html
13. Циферов И. Cloud Computing: что там за «облаками». www.itnews-com.va/analitics.
14. Пупаева Д. Вычислительные облака. www.docs.google.com/gview.
15. http://www.biztimes.ru. Вычислительные облака против производителей компьютеров.
16. Корнеев В. Следующее поколение суперкомпьютеров. www.osmag.ru.
17. Ильин Ю. IBM инвестирует «вычислительные облака». www.pcnews.ru/news/ibm-300.
18. Windows Azure: официальный анонс «облачной» операционной системы. www.azure.com.
19. Рыбаков М., Лобанова А., Бородай М. «Облачные» вычисления (Cloud Computing). www.intel.com/cd/corporate.
20. Парамонов В. Sun предрекает эру вычислительных облач. www.net.computenta.ru
21. http://www.biztimes.ru. Облачные вычисления — решение для моего бизнеса.
22. Левит А. Готовы ли вычислительные облака к выходу в массы? /www.osp.ru/os/2009/01.
23. http://www.osp.ru/text/print/302. Cloud Computing и реальные «облака».