

УДК 002.53+002.55

## Облачные вычисления в Интернете: краткий экскурс в Центр компьютерного моделирования

Тарнавский Г. А.

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН*

*e-mail: Gennady.Tarnavsky@gmail.com*

*получена 31 марта 2010 года*

**Ключевые слова:** информационные технологии, Интернет, облачные вычисления, компьютерное моделирование

На базе Центра компьютерного моделирования кратко представлена концепция облачных вычислений в Интернете.

### 1. Направление Cloud Computing («Облачные вычисления»)

Одной из парадигм развития современных информационных технологий является направление «Cloud Computing» («Облачные вычисления», или «Облачная обработка данных»). Напомним в качестве пояснения, что облако — один из символов Интернета.

**1.1. Идеология Cloud Computing.** Направление Cloud Computing является быстроразвивающимся перспективным направлением современной информатики. Идеология «Облачных вычислений» заключается в переносе организации вычислений и обработки данных в существенной степени с персональных компьютеров на серверы Всемирной Сети.

Концепция Cloud Computing основана на уверенности в том, что сеть Интернет в состоянии удовлетворить потребности пользователей в генерировании и обработке данных в широких диапазонах их запросов.

Так, система Google Apps обеспечивает приложения для бизнеса в режиме онлайн, доступ к которым происходит с помощью Интернет-браузеров, при этом программное обеспечение и данные хранятся на серверах Google. Кроме того, операционная система Google Chrome OS целиком основана на облачных вычислениях.

Корпорация Microsoft разработала свою новую версию ОС Windows 7, сегменты которой почти полностью основаны на облачных технологиях. В частности, система MS Office хранится на серверах MS, со свободным (лицензионным) доступом к

ней клиентов по их запросу. Это освобождает потребителей от необходимости устанавливать систему на собственном компьютере и поддерживать в дальнейшем ее функционирование.

Таким образом, при использовании облачных вычислений существенно снижаются требования к ресурсам персональных компьютеров и даже рабочих станций коллективного пользования. Направление Cloud Computing исключительно перспективно для развития дистанционного обучения в различных областях знания, а также для проведения компьютерного моделирования в режиме удаленного доступа, поэтому в ближайшей перспективе следует ожидать массового появления облачных Web-ресурсов.

**1.2. Технологии Cloud Computing.** Направление «Облачные вычисления» содержит специализированный спектр технологий обработки и передачи данных, когда компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервисы. Пользователь имеет доступ к своей информации, которая постоянно хранится на Web-серверах, только как клиент во время Интернет-сеансов, с размещением этой информации (и результатов ее обработки) на персональных компьютерах, ноутбуках, нетбуках, смартфонах и т.п. К настоящему времени можно выделить несколько основных технологий (моделей) этого направления:

- инфраструктура как услуга (Infrastructure as a Service, IaaS);
- платформа как услуга (Platform as a Service, PaaS);
- данные как услуга (Data as a Service, DaaS);
- программное обеспечение как услуга (Software as a Service, SaaS);
- рабочее место как услуга (Workplace as a Service, WaaS);
- всё как услуга (All as a Service, AaaS).

В рамках моделей IaaS, PaaS, DaaS, SaaS и WaaS заказчики платят не за владение программным продуктом как таковым, а за его аренду (модель AaaS), т.е. его использование через Web-интерфейс. Таким образом, в отличие от классической схемы лицензионной покупки программного продукта заказчику не требуется инвестировать большие средства для приобретения продукта и аппаратной платформы для его развертывания и обеспечения в дальнейшем работоспособности системы. Заказчик несет только сравнительно небольшие периодические затраты в виде абонентской платы, с возможностью ее прекращения или приостановления по истечении надобности в программном продукте и ее возобновления при необходимости.

**1.3. Облачные вычисления в Интернете.** Традиционно процесс передачи вычислительных комплексов заключался в приобретении потребителем (будущим пользователем) у разработчиков кодов (в некоторых случаях и текстов) программ и инсталляции их у себя на компьютере. При этом для безотказной и декларированной работы программного комплекса пользователь должен иметь аналогичную операционную среду, в том числе системы визуализации цифровых данных. В целом этап инсталляции программ, даже при поддержке разработчика, является весьма сложным и зачастую вызывающим массу затруднений, преодоление которых требует значительных и, в сущности, непродуктивных затрат интеллектуальных усилий и времени. От всех проблем, связанных с инсталляцией приобретенного программного

продукта, освобождает новая форма использования вычислительных комплексов<sup>1</sup>.

В Интернете создается особая площадка — Центр компьютерного моделирования. В этом Центре размещаются программные комплексы со всеми своими атрибутами — препроцессорной системой подготовки заданий, процессорной системой выполнения заданий (проведения вычислительных операций) и постпроцессорной системой вывода полученной информации в цифровой и графической формах. Пользователь должен только сформулировать собственную вычислительную задачу, введя необходимые числовые данные, и запустить ее на счет. Решение задачи ему будет предоставлено по окончании вычислений. Комфорт пребывания посетителя в Центре должны обеспечивать специальные сервисы клиентской поддержки. В экономических терминах такой метод эксплуатации программных комплексов означает не покупку, а взятие их в аренду или лизинг у разработчиков ресурса.

Пионером этого нового направления развития современных информационных технологий является Центр компьютерного моделирования SciShop.ru. Центр был создан в результате выполнения целого ряда работ (см., например, [1–10]). Общее описание и инфраструктура Центра приведены в [1–3], а его контент, информационно-вычислительные комплексы решения задач некоторых научных областей, представлены в [4–8]. В настоящее время Центр компьютерного моделирования успешно функционирует во Всемирной Сети, продолжает (см. [9, 10]) непрерывно модернизироваться и развиваться.

## 2. Центр компьютерного моделирования SciShop.ru — облачный портал Интернета

Проект по созданию Центра компьютерного моделирования (<http://www.SciShop.ru>) ориентирован на развитие и совершенствование новых способов распространения научных знаний на базе современных инфокоммуникационных технологий обработки, хранения, передачи и защиты информации (рис. 1).

— Центр предназначен для реализации современных потребностей в коммерциализации научных продуктов и направлен на решение фундаментальных проблем, связанных с разнообразными научными, техническими, социальными и психологическими аспектами разработки и продвижения в системе Интернет специализированного Web-ресурса.

— **Центр структурно состоит из двух сегментов: Центр-1 и Центр-2.**

— **Центр-1** включает в себя 4 крупных информационно-вычислительных комплекса «Удар» [3], «Поток» [4–6], «Астра» [7] и «Нано» [8].

— Посетителю **Центра-1** предоставляются сервисы:

1. **Доступ к библиотекам**, содержащим научные статьи по декларированным тематикам.

2. **Доступ к табличным и/или графическим базам данных**, содержащих

---

<sup>1</sup>Подчеркнем, что здесь имеется в виду именно использование программных комплексов, а не их продажа. Электронные формы торговли в Интернете, в том числе компьютерными программами, уже достаточно хорошо развиты.

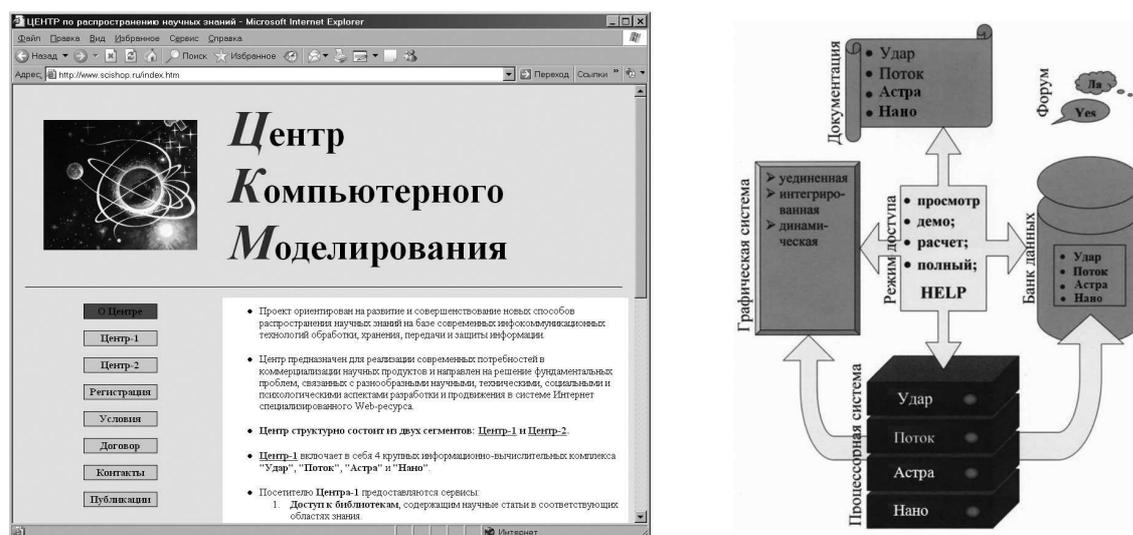


Рис. 1. Главная страница (слева) и общая архитектурная схема (справа) Центра компьютерного моделирования

результаты компьютерного моделирования некоторого спектра компьютерных задач.

3. **Доступ к процессорным системам**, позволяющим клиенту самому организовать и провести компьютерное моделирование интересующих его задач.

4. **Доступ к шлюзам** для выхода на сайты ведущих российских и зарубежных журналов в соответствующих областях знания.

5. **Доступ на сегмент «Форум»** для получения консультаций и обсуждения проблем.

— В некоммерческом режиме посетителю доступны демоверсии систем **Центра-1**. Для полномасштабного доступа следует пройти регистрацию и произвести оплату.

— Система приема платежей Центра принимает оплату из любых электронных платежных систем (WebMoney, Яндекс.Деньги, E-gold и др., входящих в консорциум Robokassa). Разработана и верифицируется система приема оплаты с использованием кредитных банковских карт и SMS-сообщений сотовой телефонии.

— **Центр-2** предназначен для размещения программных разработок в различных областях знания, без ограничений на тематику. Контент этого раздела может быть дополнен ресурсами любых специалистов, имеющих на эти информационные ресурсы авторские права.

— К сотрудничеству с **Центром-2** приглашаются все специалисты в области компьютерного моделирования **в любых областях знания**, имеющие программные разработки и желающие их продвигать, в том числе и на возмездной основе. Специалистам, желающим разместить в **Центре-2** свои научные продукты, следует изучить условия их размещения, связаться с администрацией Центра и заключить Договор.

— Подробно со всеми аспектами функционирования Центра можно ознакомиться

в специальном разделе «Публикации», по соответствующей гиперссылке с Главной страницы сайта.

На портале SciShor.ru в его различных сегментах применяются все облачные технологии IaaS, PaaS, DaaS, SaaS, WaaS и AaaS.

*Технология IaaS «Инфраструктура как услуга».* Центр компьютерного моделирования предоставляет Интернет-инфраструктуру и инфраструктуру портала:

- аппаратные средства (серверы, системы хранения данных, клиентские системы, сетевое оборудование);
- операционные системы и системное программное обеспечение (средства виртуализации, автоматизации, управления);
- многофункциональные сегменты контента портала (переключатели режимов, шлюзы и т.п.).

*Технология SaaS «Программное обеспечение как услуга».* В распоряжение клиента предоставляются информационно-вычислительные комплексы со следующими характеристиками:

- комплексы используются в режиме дистанционного доступа;
- коммуникабельность пользования (одним комплексом могут пользоваться одновременно несколько клиентов);
- поддержка систем комплексов включена в оплату;
- модернизация комплексов происходит плавно и незаметно для клиентов.

*Технология DaaS «Данные как услуга».* Центр предоставляет клиенту библиотечные, табличные и графические базы данных, в которых содержатся:

- теоретические материалы и тексты опубликованных статей;
- цифровые результаты проведенных расчетов научных и прикладных задач и их визуализация.

Клиенту обеспечивается пересылка данных по сети с необходимым контролем над потоками данных и защитой информации.

*Технология WaaS «Рабочее место как услуга».* Центр предоставляет клиенту максимальный комфорт для проведения научных исследований, а также снижает клиентские затраты на эксплуатацию собственных рабочих станций, с их заменой виртуализированной (для пользователя) средой централизованной инфраструктуры (суперкомпьютер СО РАН).

*Технология AaaS «Всё как услуга».* Программные комплексы Центра могут быть использованы как безвозмездно (демо-версии), так и на коммерческой основе:

- доступ в режим полномасштабного функционирования Центра осуществляется после регистрации посетителя в специализированной «книге учета» и внесения им абонентской платы через электронные платежные системы;
- для проведения платежей применяется специализированная банковская система «Robokassa», обеспечивающая использование более 20 электронных платежных систем (WebMoney, Яндекс.Деньги, Интернет.Деньги и др.);
- внедрена система, позволяющая проводить платежи с использованием SMS сотовой телефонии.

Безопасность прохождения платежей, прозрачность их маршрутизации, необходимые сообщения клиенту, конвертация валют в различных электронных платежных системах гарантируются специальными структурами системы «Robokassa» и

проверены в ходе опытной эксплуатации Центра компьютерного моделирования.

### **3. Организация вычислений и информационные потоки на портале. Облачная технология DFC «Круиз файлов данных»**

Важнейшим атрибутом любого программного комплекса является комфортность пребывания клиента в Интернет-центре и удобная форма пользования его сегментами: библиографическим разделом, базами данных (в которых содержится уже полученная таблично-графическая информация) и, в особенности, процессорными системами. Именно это обычно вызывает наибольшие затруднения у пользователя. Системы препроцессорной подготовки заданий (ввод параметров и запуск процессорных систем) организованы в ясной, удобной и предельно простой форме, не вызывающей двоякого толкования и затруднений у специалистов даже с небольшим опытом. Операции с процессорными системами осуществляются пользователем не на собственном компьютере при установке на нем комплекса, а в режиме дистанционного доступа по Всемирной Сети на его локальном портале — непосредственно в Центре компьютерного моделирования. Это дает возможность посетителю Центра в режиме реального времени провести изучение вычислительного комплекса, организовать решение интересующей его задачи и получить результаты компьютерных исследований.

Обычно передача вычислительного комплекса заключается в приобретении лицензии, документации и кодов компьютерной программы. После этого покупателем производится установка приобретенного продукта на собственном компьютерном оборудовании. Как правило, это происходит с большими затруднениями, которые могут быть вызваны разнообразными причинами, от использования разных версий операционной системы до особенностей установленных у продавца и покупателя поддерживающих систем. При размещении процессорных систем в Центре таких проблем нет. Все интерфейсы налажены, хорошо отработаны и «притерты». В указанных диапазонах вариации параметров функционирование комплексов — безотказное (заметим, что на форуме сайта всегда можно задать любой вопрос и получить разъяснение). Еще одним преимуществом этого подхода является то, что пользователь освобождается от необходимости закупки аппаратного обеспечения (часто весьма недешевого), необходимого для осуществления нужных ему расчетов, фактически «арендуя» его у создателей сайта лишь на время решения своей задачи.

При создании Web-ресурса SciShop.ru была существенно развита методология Cloud Computing. Эта методология в настоящий момент предполагает, что информационный поток движется только в двух направлениях: «браузер клиента — сервер Интернета» и обратно, «сервер Интернета — браузер клиента». Разработанную и функционирующую новую организацию информационных потоков в SciShop.ru можно назвать DFC-технологией (Data Files Cruise, «Круиз файлов данных»). Эта технология имеет существенно больше направлений движения потоков информа-

ции: «браузер клиента — сервер Интернета SciShop.ru — вход в суперкомпьютерный центр (IP1-адрес) — вычисляющий процессор — выход из суперкомпьютерного центра (IP2-адрес) — сервер Интернета SciShop.ru — браузер клиента». Полученный файл решения клиент может взять или непосредственно на портале SciShop.ru, или по указанному IP2-адресу. В дальнейшем предполагается запустить третий вариант — отсылку решения на адрес, указанный клиентом.

DFC-технология является огромным преимуществом Центра компьютерного моделирования, поскольку клиент может вообще не знать системного программирования, являясь научным исследователем или прикладным расчетчиком, и сосредоточиться на физическом или техническом смысле задачи, без неоправданных и излишних затрат времени и интеллектуальных усилий на формирование вычислительного задания. Заметим во избежание недоразумений, что процедура использования суперкомпьютеров в режиме удаленного доступа достаточно хорошо известна, однако здесь имеется в виду совсем иное — создание файлов доступа к суперкомпьютеру, проведение расчетов и пересылка решения по указанному адресу производится системами Центра SciShop.ru автоматически, без участия клиента. В дальнейшем возможно использование и других суперкомпьютерных центров на альтернативной и/или совмещенной основе.

#### 4. Позитивные и негативные аспекты Cloud Computing

Применение облачных вычислений порождает ряд сложных проблем, с наличием положительных и отрицательных аргументов. К характеристикам pro и contra модели Cloud Computing можно отнести следующие моменты.

Позитивные факторы для разработчиков:

- эффективная борьба с нелегальным использованием программного продукта, поскольку сам продукт не попадает к заказчику;
- относительная легкость обнаружения и пресечения несанкционированного использования доступа нескольких пользователей под одним логином;
- существенное уменьшение затрат на развертывание и внедрение технической и консалтинговой поддержки для каждого заказчика.

Позитивные факторы для потребителей:

- отсутствие необходимости установки программного обеспечения на рабочих местах пользователей, поскольку доступ к нему осуществляется через обычный браузер;
- радикальное сокращение затрат на развертывание системы в организации;
- сокращение затрат на техническую поддержку и обновление развернутых систем, вплоть до их полного отсутствия;
- быстрота внедрения, обусловленная отсутствием затрат времени на развертывание системы;
- понятный интерфейс;
- ясность и предсказуемость платежей;

- возможность получения более высокого уровня обслуживания программного обеспечения.

Негативные факторы для разработчиков:

- концепция Cloud Computing применима далеко не для всех функциональных задач;

- поскольку основная экономия ресурсов провайдера достигается за счет масштаба, модель облачных вычислений оказывается неэффективной для малого числа клиентов;

- модель неэффективна при необходимости глубокой индивидуальной адаптации под каждого заказчика.

Негативные факторы для заказчиков:

- привязка заказчиков к единственному разработчику и его хостинг-площадке;
- нестабильность работы провайдера может приводить к невозможности долгосрочного планирования и даже срыву сроков проведения разработки;

- нежелательность использования облачных вычислений для проектов строгой конфиденциальности вследствие высокой возможности утечки информации со стороны поставщика услуг и невозможность контролировать этот процесс;

- затруднительность повышения качества сервисов в текущем режиме работы;

- необходимость наличия постоянно действующего подключения к Интернету с достаточно высокой скоростью передачи данных.

Заострим внимание на проблеме конфиденциальности. Научно-технический процесс в любой стране и, естественно, в России имеет определенные «ниши» закрытых тематик, по которым утечка информации крайне нежелательна. Постороннему квалифицированному специалисту не составит труда даже по ряду признаков определить направленность тематики исследований. Это может зачеркнуть применение Cloud Computing для данных целей в принципе, несмотря на большой спектр позитивных факторов.

Со стороны разработчика одним из главных недостатков модели является высокая стоимость входа на рынок. Чтобы предоставить конкурентную стоимость клиенту, разработчику требуется «эффект масштаба», т.е. большое количество потенциальных клиентов. Однако небольшие проекты с очень невысокой и удобной формой оплаты услуг могут быть весьма эффективными с большими нормами прибыли, в зависимости от тематики, определяющей число клиентов.

## 5. Резюме

В статье кратко рассмотрены идеология, технологии и проблемы концепции Cloud Computing на примере Центра компьютерного моделирования SciShop.ru, пионера новой формы распространения научных знаний.

Этот Центр предназначен для непосредственного использования программных комплексов математического моделирования процессов в различных научных областях, предоставляя возможность прямого проведения вычислений в Интернете в режиме удаленного доступа. Такая форма имеет широкие перспективы применения в научных исследованиях и прикладных разработках, а также для дистанционного

обучения специалистов, аспирантов и студентов.

## Список литературы

1. Тарнавский Г.А., Алиев А.В., Анищик В.С., Тарнавский А.Г., Жибинов С.Б., Чесноков С.С. Информационные технологии и проблемы создания Центра компьютерного моделирования в Интернете // Информационные технологии. 2009. №8. С. 68–73.
2. Жибинов С.Б., Тарнавский Г.А., Тарнавский А.Г., Чесноков С.С., Алиев А.В., Анищик В.С. Интернет-Центр компьютерного моделирования в научных исследованиях и прикладном проектировании // Проблемы информатики. 2009. №2. С. 69–76.
3. Тарнавский Г.А., Тарнавский А.Г., Гилев К.В. Информационно-вычислительный Интернет-центр «Аэромеханика». Первая линия: программный комплекс «Удар» // Вычислительные методы и программирование. 2005. Т. 6. №1. С. 27–48.
4. Тарнавский Г.А., Шпак С.И. Сравнительный анализ скоростных и температурных пограничных слоев и их эволюция в вязкостные и тепловые дорожки ближнего следа // Сиб. журн. индустр. математики. 1998. Т. 1, №1. С. 174–181.
5. Тарнавский Г.А., Алиев А.В., Тарнавский А.Г. Компьютерное моделирование в аэромеханике: программный комплекс «Поток-5» // Авиакосмическая техника и технология. 2007. №4. С. 27–38.
6. Тарнавский Г.А., Алиев А.В. Особенности аэродинамики высокоскоростного полета: компьютерное моделирование гиперзвукового обтекания головной части объекта // Вычислительные методы и программирование. 2008. Т. 9, №2. С. 371–394.
7. Алиев А.В., Тарнавский Г.А. Иерархический SPH-метод для математического моделирования в гравитационной газовой динамике // Сибирские электронные математические известия. 2007. Т. 4. С. 376–434.
8. Тарнавский Г.А., Анищик В.С. Инструментарий NanoMod компьютерной поддержки проектирования наноструктурированных полупроводниковых материалов // Вычислительные методы и программирование. 2009. Т. 10. Раздел 2. С. 34–50.
9. Тарнавский Г.А. Дистанционное компьютерное моделирование ударно-волновых структур в гиперзвуковых потоках газа: технология облачных вычислений «Рабочее место как услуга» // Вычислительные методы и программирование. 2010. Т. 11, раздел 2. С. 1–25.

10. Жибинов С.Б., Тарнавский Г.А. Центр компьютерного моделирования в Интернете: проблемы авторского права и интеллектуальной собственности контента // Исследовано в России. 2009. Т. 12, №073. С. 953–967. <http://zhurnal.apc.relarn.ru/articles/2009/073.pdf>

## Cloud computing in Internet: a brief excursus into the Computer Simulation Center

Tarnavsky G. A.

**Keywords:** information technologies, Internet, Cloud Computing, computer simulation

The conception of Cloud Computing in Internet is presented on the base of the Computer Simulation Center.

### Сведения об авторе:

**Тарнавский Геннадий Адамович,**

Институт вычислительной математики и математической геофизики  
Сибирского отделения Российской академии наук,  
доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник;  
область научных интересов — информационные технологии, математическое  
моделирование, нанотехнологии и наноматериалы, Интернет