

# Технологии облачных вычислений в математическом моделировании

Г.А. Тарнавский

**Аннотация.** Рассматриваются различные аспекты применения облачных технологий для проведения научных исследований, прикладного проектирования и дистанционного обучения. Анализ проблем опирается на опыт функционирования Центра компьютерного моделирования SciShop.ru.

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

## Введение

Среди парадигм развития современных информационных технологий можно выделить направление, получившее название Cloud Computing («Облачные вычисления»). Напомним в качестве пояснения, что облако – один из символов Интернета. Цель настоящей работы состоит в общем обзоре позиций Cloud Computing и их иллюстрации на примере облачного портала Интернета, Центра компьютерного моделирования SciShop.ru.

*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.

*Технологии Cloud Computing.* Направление «Облачные вычисления» содержит специализированный спектр технологий обработки и пере-

дачи 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.

*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 ви-

зуализации 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, ввести необходимые числовые данные, и запустить ее выполнение. 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.

## 1. Современное состояние исследований в данной области науки

Проанализируем современное состояние применения (в том числе на коммерческой основе) программных продуктов решения научных и инженерных задач.

В настоящее время компьютерное моделирование используется в интеллектуальной деятельности человечества исключительно широко. Соответственно, в связи с развитием Интернета, в нем также широко представлены

<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.

сайты государственных учреждений, научно-исследовательских институтов, университетов, колледжей, промышленных корпораций, инновационных фирм и других организаций. На этих сайтах содержатся, в той или иной форме, научно-технические продукты, полученные в результате компьютерного моделирования.

Эти сайты можно условно подразделить на три типа:

- сайты, представляющие только результаты компьютерного моделирования;

- сайты, предназначенные для передачи (продажи) программных комплексов компьютерного моделирования;

- сайты, обеспечивающие проведение посетителями (клиентами) непосредственного компьютерного моделирования в Интернете в режиме дистанционного доступа.

Кратко рассмотрим каждый тип этих сайтов.

### **1.1. Сайты, представляющие результаты компьютерного моделирования**

Эти сайты весьма многочисленны и многогранны, как и современная интеллектуальная деятельность. Поскольку дать им даже краткий обзор представляется затруднительным, приведем примеры только двух таких сайтов.

Первый из них (<http://www.nasa.gov>) является сайтом Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) США. На этом сайте содержится обширная информация, отражающая все аспекты деятельности NASA, от истории развития ракетно-космической техники, включая хронологию полетов в космос и описание наиболее важных из них, до изложения различных космогонических теорий, например, теории Большого Взрыва. Приводятся также и некоторые научные результаты, полученные с использованием компьютерного моделирования. В частности, представлены данные об атмосфере Марса, полученные решением сложной системы уравнений газовой динамики с учетом протекающих в газе физических процессов.

Второй сайт (<http://allaboutmems.com>), портал MEMS, является совместным Web-ресурсом нескольких промышленных корпораций и фирм, выпускающих современные электронные прибо-

ры и их компоненты (компьютеры, сенсоры, датчики и т.п.). Эти приборы функционируют на основе наноструктурированных полупроводниковых материалов, состоящих из микроэлектромеханических систем (microelectromechanical systems, MEMS). Производство современных MEMS опирается на компьютерную поддержку автоматического проектирования, в частности, микропроцессоров и их основы – наноразмерных транзисторов.

Другие сайты этого типа отличаются лишь размерами и контентом, но смысловое содержание является примерно одинаковым, таким же, как на упомянутых выше.

### **1.2. Сайты, предназначенные для передачи (продажи) программных комплексов компьютерного моделирования**

Сайты этого типа являются, в основном, специализированными «торговыми площадками» в Интернете, и предназначены для коммерциализации законченных научных разработок, т.е. для продажи или сдачи в аренду программных комплексов математического моделирования в различных областях знания: физике, химии, биологии, медицине и др. Рассмотрим ряд таких сайтов, ориентированных на области механики сплошных сред и микроэлектроники.

Программные комплексы ANSYS (<http://www.ansys.com>), Fluent (<http://www.fluent.com>) и FlowVision (<http://www.flowvision.ru>) содержат компьютерные программы решения задач механики твердого тела, аэродинамики и гидродинамики.

Наиболее мощным из них является комплекс ANSYS, который интегрировал более 20 программ с многоцелевыми функциональными возможностями. Комплекс ANSYS коммерчески весьма успешен. Отдельные программы этого комплекса широко используются в различных научных и проектных организациях, в том числе и в России.

Комплекс Fluent ориентирован на более узкие задачи газовой динамики. Будучи сначала независимым Web-ресурсом, Fluent в настоящее время включен в комплекс ANSYS, как и некоторые другие программы компьютерного расчета задач механики, ранее размещенные на собственных сайтах. Таким образом, сайт

ANSYS становится своеобразным программным «гипермаркетом» в Интернете.

Сайт FlowVision представляет отечественные разработки в области газовой динамики и уступает, на наш взгляд, сайтам Fluent и тем более ANSYS.

В микроэлектронике положение аналогично. Существует ограниченное число очень мощных торговых брендов, таких как Sentaurus (<http://www.synopsys.com>) и Pro Suite (<http://www.memscap.com>) с их универсальными программными комплексами, узкоспециализированные ресурсы типа CoventorWare (<http://www.coventor.com>) и фактически «сошедшие с дистанции» IntellySuite (<http://www.intellisuite.com>), MicroTec (<http://www.siborg.ca>) и Tsuprem ([http://www.synopsys.com/products/tcad/taurus\\_tsuprem\\_4\\_ds.html](http://www.synopsys.com/products/tcad/taurus_tsuprem_4_ds.html)), не выдержавшие конкурентной борьбы. Их сайты не обновлялись в течение нескольких лет, а программный комплекс Tsuprem уже интегрирован как раздел в комплекс Sentaurus. Однако, на наш взгляд, программы комплекса MicroTec могут быть, при надлежащей маркетинговой политике, высоко востребованы, поскольку обеспечивают компьютерное моделирование электрофизических, термохимических и механических процессов, применяющихся в нанотехнологиях промышленного производства микроэлектронных устройств.

Подобны этим и другие Интернет-сайты. На них размещаются: описания комплекса и его разделов, иллюстрации демо-версий компьютерных расчетов, даются краткие сведения об управлении программами.

На территории СНГ программные продукты распространяет фирма КАД-ФЕМ (CAD-FEM, <http://www.cad-fem.ru>). Ее специализация – прочность, теплофизика, гидро- и газодинамика, акустика, электромагнетизм. Фирма предоставляет программное обеспечение для инженерных расчетов и оказывает консалтинговые услуги по установке ПО на компьютерах заказчиков и сопровождению в ходе определенного периода эксплуатации, а также проводит начальное и углубленное обучение персонала предприятий-заказчиков.

Приведем пример еще одного такого сайта. Ресурс ELCUT (<http://www.elcut.ru>) предлагает результаты компьютерного моделирования

двумерных электрических полей методом конечных элементов. Навигация по сайту четко организована. Существуют информационные сегменты: «Возможности», «Применение», «Пользователи», «Обучение», «Поддержка», «Наш адрес». Есть демо-раздел «Бесплатно», демонстрирующий некоторые возможности программно-вычислительного комплекса. Основной раздел, «Купить», содержит систему регистрации посетителей с большим списком вопросов, часть из которых, вообще говоря, не нужна и не вполне уместна. Платежная система организована по стандартному принципу: вначале нужно перевести деньги через обычную банковскую систему, и Вам вышлют заказанный программный код, который нужно самостоятельно установить и запустить (если удастся, прочитав документацию и переписываясь с разработчиками).

Самым главным здесь является коммерческая информация: стоимость отдельных программ и поддерживаемых систем, условия их приобретения и т.п. Клиент должен «приобрести товар» и установить соответствующие вычислительные и операционные системы у себя на компьютере при консультациях специалистов фирм-продавцов.

Хорошие возможности, пока еще не получившие широкого распространения, предоставляются на сайтах Maple (<http://www.maplesoft.com>) и MatLab (<http://www.mathworks.com>). Эти сайты являются большими математическими библиотеками, в которых излагаются практически все разделы математики: алгебра, геометрия, функциональный анализ, дифференциальные уравнения и др. с возможностью их компьютерных иллюстраций. Посетитель, в частности, может провести решение систем линейных уравнений, получить решение какого-либо «не слишком нелинейного» дифференциального уравнения, сделать аналитические выкладки.

Следует, однако, отметить, что в настоящее время провести вычислительные операции непосредственно на сайте MatLab не представляется возможным. Требуется некоторые подготовительные действия, в которых используется включенный в состав комплекса инструментальный MatLab Web Server (MWS), предназначен-

ный для организации удаленного сетевого доступа. Взаимодействие MWS с Web-сервером обеспечивает специальный модуль системы MatLab TCP/IP клиент. Такой подход позволяет размещать сам MatLab и Web-сервер в разных точках сети. Главное назначение MWS – инициализация пользователем какого-либо задания: ввод параметров в нужную ему программу MatLab и запуск ее на счет на собственном компьютере (саму программу пользователь менять не может). При такой организации взаимодействия пользователь избавлен от необходимости устанавливать на свой компьютер всю сложную среду MatLab и изучать особенности ее функционирования.

Вообще говоря, сайт MatLab пока не является Центром компьютерного моделирования в Интернете в полном смысле этого определения. Это некоторый промежуточный программный инструментарий, поскольку требует от клиента предварительного приобретения, установки на каком-либо сервере (квази-Интернет-Центре) и лишь затем – организации локальной сети и использования программ MatLab в режиме дистанционного доступа. Очевидно, что следующим этапом развития комплекса станет создание этого «распределяющего» сервера на сайте MatLab с лицензионной или абонентской формой оплаты.

Аналогична ситуация и с инструментарием Maple, который также может быть назван промежуточным этапом между традиционной и новой формой распространения программных продуктов.

### **1.3. Сайты компьютерного моделирования в режиме дистанционного доступа**

В ближайшем будущем следует ожидать массового появления «облачных» Интернет-площадок, на которых будет осуществляться моделирование предметно-ориентированных больших научных и прикладных задач, связанных с численным интегрированием сложных нелинейных систем уравнений [1, 2].

Такой Интернет-площадкой является Центр компьютерного моделирования SciShop.ru, на котором в настоящее время обеспечивается решение задач высокоскоростной аэродинамики [3-6], вычислительной астрофизики [7] и проектирования наноструктурированных полупроводниковых материалов [8].

Подчеркнем еще раз, что в этом Центре производятся **непосредственные** компьютерные расчеты задач, сформулированных и отправленных на счет самим посетителем сайта, без промежуточной процедуры покупки вычислительных комплексов и установки их процессорных систем у себя на компьютере.

При размещении процессорных систем в Центре не возникают проблемы эксплуатации приобретенных программ. 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 одно преимущество этого подхода состоит в том, 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.

Подводя итог этого краткого обзора современного состояния данной области знания, можно констатировать следующее. «Облачные» технологии концепции Cloud Computing, являясь весьма перспективным направлением инфокоммуникационных технологий, получают все более и более широкое применение. «Облачность» пока задерживается в науке и инженерии, но можно прогнозировать массовое появление «облачных» порталов компьютерного проектирования, поскольку Cloud Computing обеспечивает более комфортные условия «потребления» программных продуктов по сравнению с их традиционными коммерческими продажами. При этом возникают, наряду с техническими, особые проблемы авторского права и интеллектуальной собственности.

## **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 инфокоммуникаци-

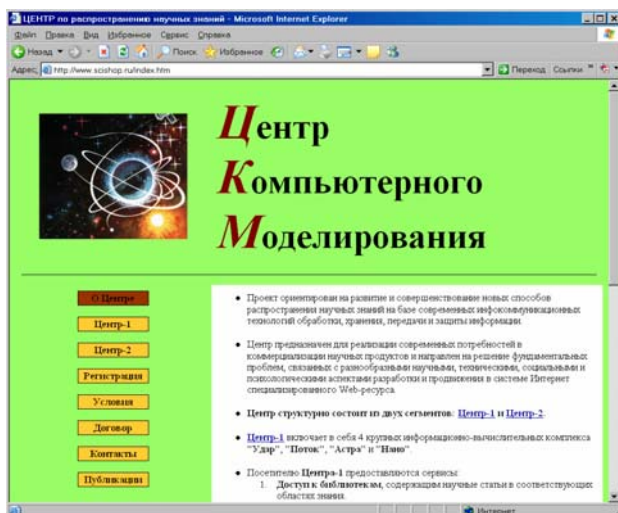


Рис. 1. Главная страница Интернет-центра компьютерного моделирования (фрагмент)

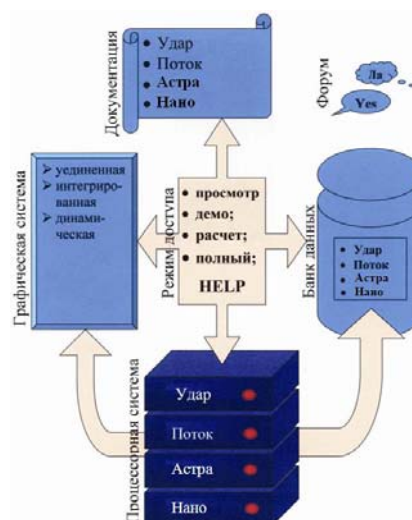


Рис. 2. Общая архитектурная схема и главные структуры раздела «Центр-1»

онных технологий обработки, хранения, передачи и защиты информации (Рис. 1, Рис.2).

- 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 (ИВК) «Удар», «Поток», «Астра» и «Нано» (Рис. 3– Рис. 6).

- 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 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.

- **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.

- Подробно со всеми аспектами функционирования Центра можно ознакомиться в специальном разделе «Публикации», по соответствующей гиперссылке с Главной страницы сайта.

На портале SciShop.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);



Рис. 3. Базовая страница раздела ИВК «Удар» «Высокоскоростная внутренняя аэродинамика: расчет ударно-волновых структур в диффузоре гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя»

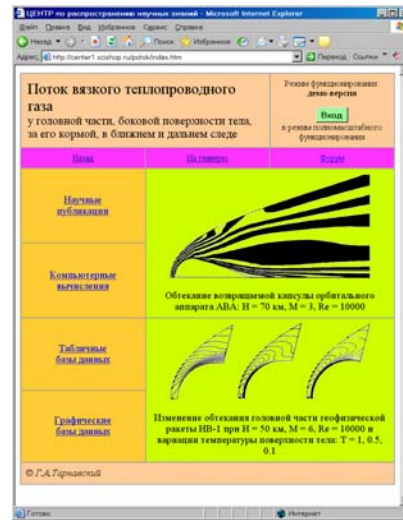


Рис. 4. Базовая страница раздела ИВК «Поток» «Высокоскоростная внешняя аэродинамика: расчет обтекания объектов в атмосферах Земли и Марса»

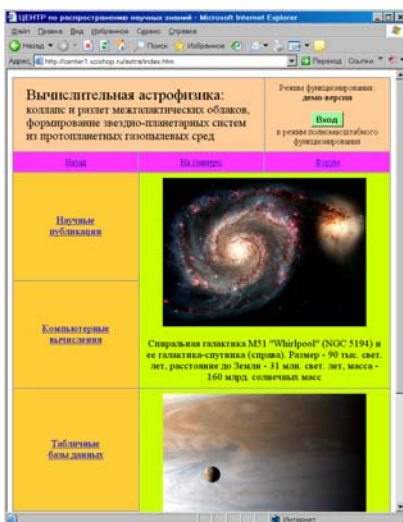


Рис. 5. Базовая страница раздела ИВК «Астра» «Вычислительная астрофизика: моделирование динамики процессов в межгалактическом газе и протопланетных облаках»



Рис. 6. Базовая страница раздела ИВК «Нано» «Микроэлектроника: компьютерная поддержка проектирования наноструктурированных

– 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;
- коммуникативность 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) [9].

*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 гарантируется специальными структурами системы «Robokassa» и проверено в ходе опытной эксплуатации Центра компьютерного моделирования.

### **3. Организация вычислений и информационные потоки на портале. Облачная технология DFC «Круз 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 табличная 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 двойного 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 функционирования 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 информации: «браузер клиента – сервер Интернета SciShop.ru – вход в суперкомпьютерный центр (IP<sub>1</sub>-адрес) – вычисляющий процессор – выход из суперкомпьютерного центра (IP<sub>2</sub>-адрес) – сервер Интернета SciShop.ru – браузер клиента» (Рис. 7). Полученный файл решения клиент может взять или непосредственно на портале SciShop.ru, или по указанному IP<sub>2</sub>-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[10];
- относительная легкость обнаружения и пресечения несанкционированного доступа нескольких пользователей под одним логином;
- существенное уменьшение затрат на развертывание и внедрение технической и консалтинговой поддержки для каждого заказчика.

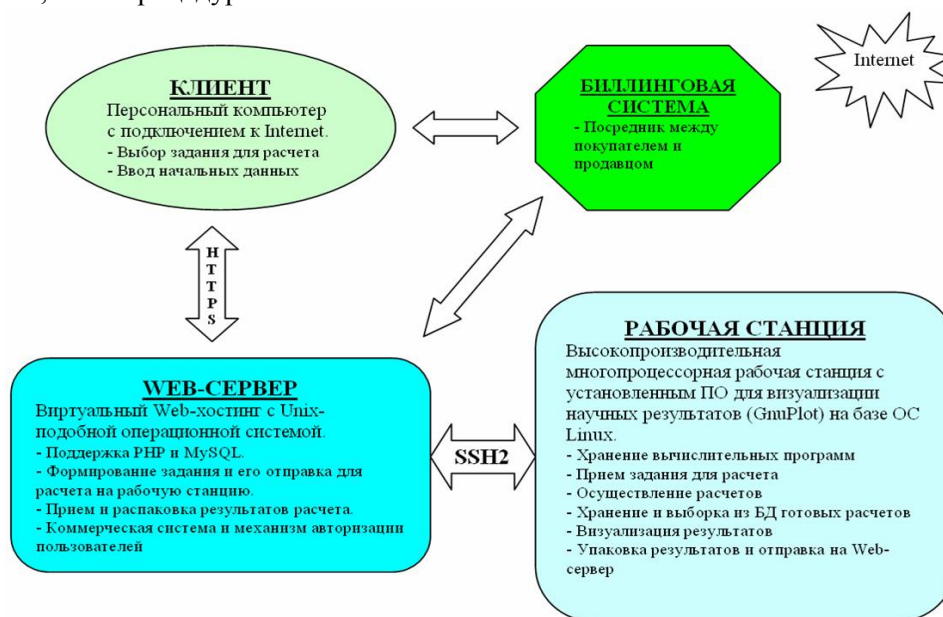


Рис. 7. Схема организации информационных потоков в Центре компьютерного моделирования SciShop.ru

*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;
- возможные проблемы 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.

## Заключение

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.

## Литература

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. Тарнавский Г.А. Облачные вычисления: контент, инфраструктура и технологии организации информационных потоков Центра компьютерного моделирования SciShop.ru // Исследовано в России. 2010. Т.13, №001. С.1–29. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2010/001.pdf>
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. Ударно-волновые режимы течения на входе в диффузор гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя: влияние высоты и скорости полета // Теплофизика высоких температур. 2005. Т.43. №1. С.57–70.
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.ape.relarn.ru/articles/2009/073.pdf>

**Тарнавский Геннадий Адамович.** Ведущий научный сотрудник Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук. Окончил Новосибирский государственный университет в 1971 году. Доктор физико-математических наук. Автор 250 статей и трех монографий. Область научных интересов: информационные технологии, математическое моделирование, нанотехнологии и наноматериалы, физическая газовая динамика. E-mail: [Gennady.Tarnavsky@gmail.com](mailto:Gennady.Tarnavsky@gmail.com).