

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИНТЕРНЕТЕ: КРАТКИЙ ОБЗОР САЙТОВ

Г. А. Тарнавский, С. С. Чесноков, С. Б. Жибинов

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, Россия
Новосибирский государственный технический университет, 630092, Новосибирск, Россия
Научно-исследовательский институт прикладной информатики
Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 630162, Новосибирск, Россия

Приводится краткий обзор современного состояния одного из важных аспектов распространения научных знаний – компьютерного моделирования в Интернете.

Ключевые слова: информационные технологии, Интернет, компьютерное моделирование, дистанционный доступ, авторское право, интеллектуальная собственность.

We conduct the overview of modern state of one of important aspects of development of scientific knowledge – the computer simulation in Internet.

Keywords: informational technologies, Internet, computer simulation, distance access.

Введение. Достижения в области информационных технологий и Интернета дают основания считать, что в настоящее время складываются новые методы организации процесса обмена научными знаниями, а в ближайшем будущем, по-видимому, произойдет повсеместный переход от традиционных способов распространения научных знаний с помощью бумажных журналов и книг к их электронным аналогам. Следует также ожидать массового появления аналогичных электронных форм передачи вещественных результатов научной деятельности в области математического моделирования (вычислительных методов, алгоритмов, компьютерных программ и их финала – полученных числовых значений, структурированных в виде банков табличных и (или) графических данных).

Представляется перспективной новая форма передачи знаний в области компьютерного моделирования от автора-разработчика к пользователю-потребителю не через описание алгоритмов и результатов в журналах, а посредством создания возможности непосредственно в любое время ознакомиться с функционирующим созданным компьютерным программ и результатами расчета в режиме удаленного доступа через Всемирную сеть, самостоятельно запустив на счет собственную интересующую задачу. При этом как и в науке в целом, так и в Интернет-сообществе в частности передача результатов научной деятельности может осуществляться и безвозмездно, и на платной, коммерческой основе.

В настоящее время компьютерное моделирование очень широко используется в интеллектуальной деятельности человечества. Соответственно, в связи с развитием Интернета, в нем также широко представлены 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 разделить 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 из данных типов сайтов.

1. Сайты, представляющие только результаты компьютерного моделирования. Сайты, представляющие только результаты компьютерного моделирования, многочисленны и многогранны, как многогранна вся интеллектуальная деятельность. Поскольку дать даже краткий обзор этих сайтов представляется затруднительным, рассмотрим только два таких сайта.

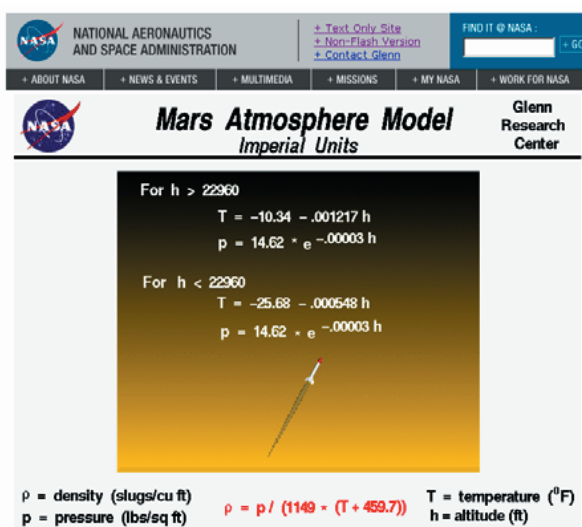


Рис. 1. Сайт NASA. Страница, содержащая информацию об атмосфере Марса

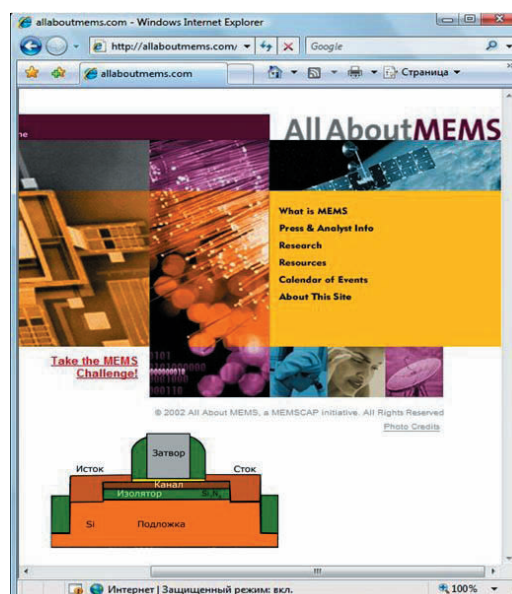


Рис. 2. Сайт MEMS. Страница, содержащая информацию об архитектуре наноразмерного SON-транзистора

Первый из них является сайтом Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) США (National Aeronautics and Space Administration. URL: <http://www.nasa.gov>) [1].

На данном 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. Также на сайте размещены некоторые научные результаты, полученные с использованием компьютерного моделирования. В частности, представлены данные об атмосфере Марса (рис. 1), полученные путем решения сложной системы уравнений газовой динамики с учетом протекающих в газе физических процессов.

Второй сайт (All about MEMS. URL: <http://allaboutmems.com>) [2] является совместным веб-ресурсом нескольких промышленных корпораций и фирм, выпускающих современные электронные приборы и их компоненты (компьютеры, сенсоры, датчики и т. п.). Функционирование данных приборов основано на использовании 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. Один из типов транзисторов – SON (silicon-on-nothing), спроектированный при помощи компьютерного моделирования, показан на рис. 2.

Другие сайты данного типа различаются лишь размерами и контентом, их смысловое содержание является примерно одинаковым, таким же, как на рассмотренных сайтах [1, 2].

2. Сайты, предназначенные для передачи (продажи) программных комплексов компьютерного моделирования. Сайты данного типа в основном являются 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 (сайты [3-5]) и микроэлектроники (сайты [6-18]).

Программные комплексы "ANSYS" [3], "Fluent" [4] и "FlowVision" [5] содержат компьютерные программы для 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 достаточно успешен. Отдельные программы этого комплекса широко используются в различных научных и проектных организациях, в том числе в России. Так, на рис. 3 показана страница сайта <http://www.ansys.com> с представленной на ней картиной сверхзвукового обтекания объекта с заглушенной головной частью и выдвинутой вперед аэродинамической иглой, предназначенной для снижения сопротивления летательного аппарата.

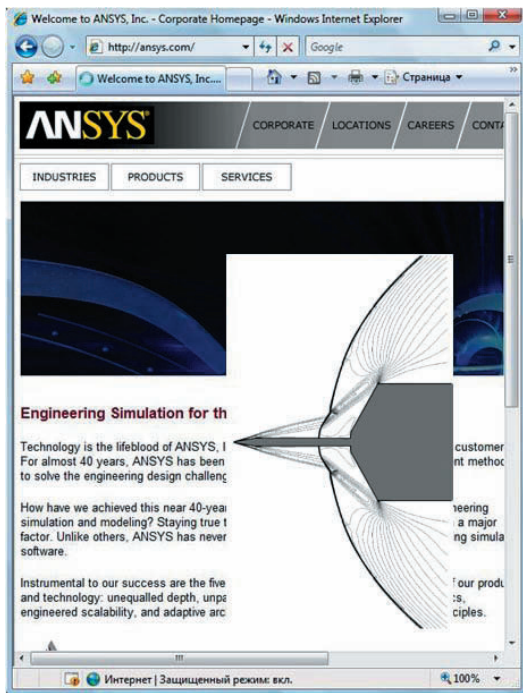


Рис. 3. Сайт "ANSYS". Страница, содержащая информацию об аэродинамике обтекания головной части летательного аппарата

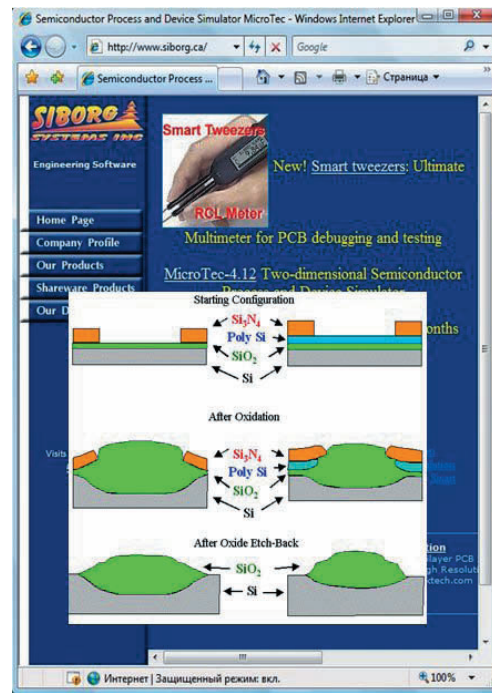


Рис. 4. Сайт "MicroTec". Страница, содержащая информацию о процессах формирования наноструктурного полупроводникового материала

Комплекс "Fluent" [4] ориентирован на решение более узких задач газовой динамики. Независимый сначала веб-ресурс, в настоящее время "Fluent" 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" [5] представляет отечественные разработки в области газовой динамики и уступает, на наш взгляд, сайтам "Fluent" и тем более "ANSYS".

В микроэлектронике (сайты [6–11]) положение аналогичное. Существует ограниченное число очень мощных торговых брендов, таких как "Sentaurus" [6] и "Pro Suite" [9] с их универсальными программными комплексами, узкоспециализированные ресурсы типа "CoventorWare" [8] и фактически "сошедшие с дистанции" "IntellySuite" [7], "Tsuprem" [10] и "MicroTec" [11], не выдержавшие конкурентной борьбы. Их сайты не обновлялись в течение нескольких лет, а программный комплекс "Tsuprem" уже интегрирован в качестве раздела в комплекс "Sentaurus". Однако, на наш взгляд, при грамотной маркетинговой политике программы комплекса "MicroTec" могут быть высоко востребованы, поскольку обеспечивают компьютерное моделирование электрофизических, термохимических и механических процессов, применяемых в нанотехнологиях промышленного производства микроэлектронных устройств.

Так, на рис. 4 показано компьютерное моделирование динамики (шесть стадий) процессов оксидирования кремниевой подложки Si с созданием слоя диоксида кремния SiO_2 , напыления слоя нитрида кремния Si_3N_4 и травления всех слоев Si, SiO_2 и Si_3N_4 для получения требуемых наноструктур в полупроводниковом материале.

Другие Интернет-сайты данного типа аналогичны рассмотренным выше. На них размещаются описания комплекса и его разделов, иллюстрации демоверсий компьютерных расчетов, краткие сведения об управлении программами.

Рассмотрим еще один сайт, предназначенный для передачи (продажи) программных комплексов компьютерного моделирования. Ресурс www.elcut.ru [12] предлагает результаты компьютерного моделирования двумерных электрических полей методом конечных элементов. Навигация по сайту четко организована. Имеются информационные сегменты "Возможности", "Применение", "Пользователи", "Обучение", "Поддержка", "Наш адрес", демораздел "Бесплатно", демонстрирующий некоторые возможности программно-вычислительного комплекса. Основной раздел "Купить" содержит систему регистрации посетителей, включающую большой список вопросов, часть из которых, вообще говоря, не нужна и не вполне умест-

на. Платежная система организована по стандартному принципу: сначала через обычную банковскую систему переводятся деньги, затем высылается заказанный программный код, который необходимо самостоятельно установить и запустить (если удастся, прочитав документацию и переписываясь с разработчиками).

Самой главной на сайте является коммерческая информация: стоимость отдельных программ и поддерживаемых систем, условия их приобретения и т. п. Клиент должен "приобрести товар" и с помощью консультаций специалистов фирм-продавцов установить соответствующие вычислительные и операционные системы на своем компьютере.

3. Сайты, обеспечивающие проведение посетителями (клиентами) непосредственного компьютерного моделирования в Интернете в режиме дистанционного доступа. Передача вычислительного комплекса, как правило, заключается в приобретении лицензии, документации и кодов компьютерной программы. После этого покупателем производится установка приобретенного продукта на собственное компьютерное оборудование. Часто это происходит с большими затруднениями, которые могут быть обусловлены различными причинами, от использования разных версий операционной системы до особенностей установленных у продавца и покупателя поддерживаемых систем. Поэтому в настоящее время появляются новые формы коммерческого (или свободного) использования созданного программного продукта – Центры компьютерного моделирования в Интернете, с кардинально отличающейся организацией решения задач.

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 задачи и получить результаты компьютерных исследований. Такие возможности, не получившие еще широкого распространения, предоставляются на сайтах "Maple" [13] и "MatLab" [14]. 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. В частности, посетитель может провести решение систем линейных уравнений, получить решение какого-либо "не слишком нелинейного" дифференциального уравнения, сделать аналитические выкладки.

Следует отметить, что в настоящее время провести вычислительные операции непосредственно на сайте "MatLab" не представляется возможным. Требуются некоторые подготовительные действия, в которых используется включенный в состав комплекса инструментарий "MatLab Web Server" (MWS), предназначенный для организации удаленного сетевого доступа. Взаимодействие MWS с веб-сервером обеспечивает специальный модуль системы "MatLab" TCP/IP клиент. Такой подход позволяет размещать сам "MatLab" и веб-сервер в разных точках сети (см. [15]).

Главное назначение MWS – инициализация пользователем какого-либо задания: ввод параметров в необходимую 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.

На рис. 5 представлен график некоторой аналитически заданной однопараметрической функции (при шести значениях ее параметра), переведенный в цифровые значения процессорной системой и отрисованный системой визуализации комплекса "MatLab". Поэтому, 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 (квазиИнтернет-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 с инструментарием "Maple", который также можно назвать промежуточным этапом между традиционной и новой формами распространения программных продуктов.

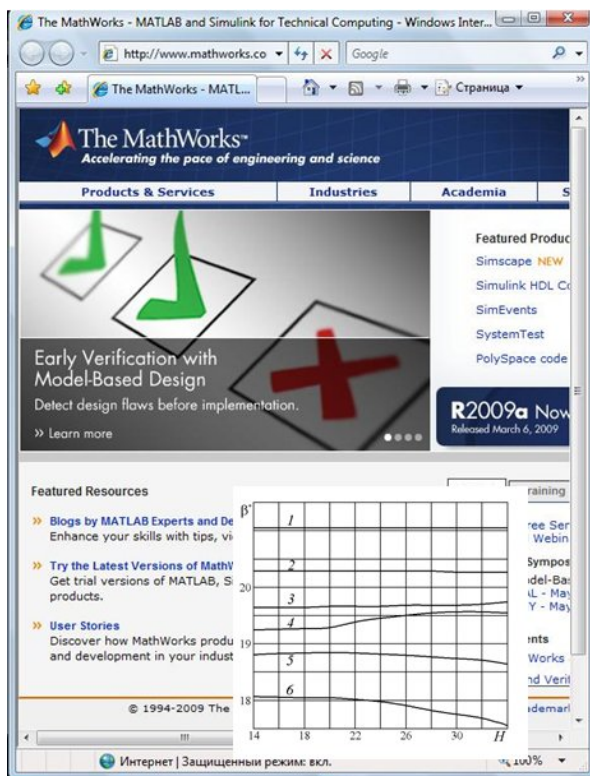


Рис. 5. Сайт "MatLab". Визуализация аналитически заданной функции

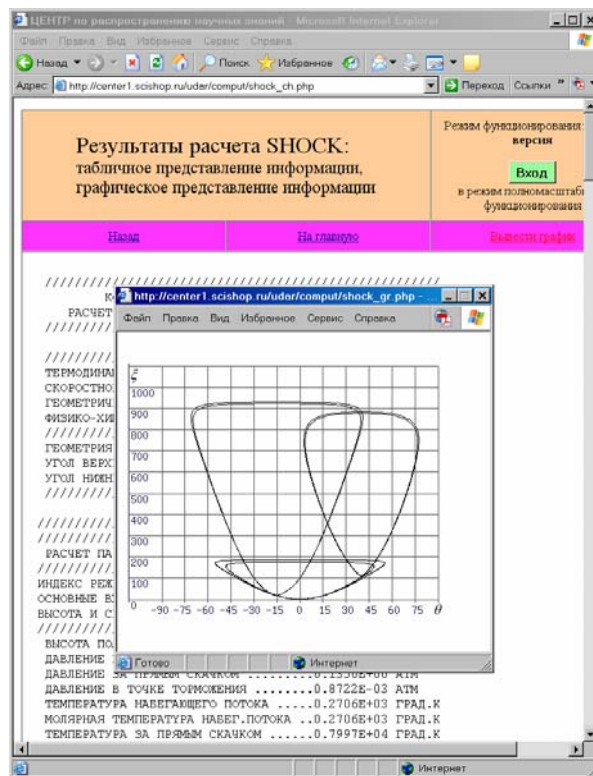


Рис. 6. Сайт SciShop.ru. Расчет аэродинамики течения на входе в воздухозаборник ГПВРД

В ближайшем будущем следует ожидать массового появления Интернет-площадок, на которых будет осуществляться моделирование предметно-ориентированных больших научных и прикладных задач, связанных с численным интегрированием сложных нелинейных систем уравнений. Одним из пионеров этого направления является Центр компьютерного моделирования SciShop.ru [16, 17], на котором обеспечивается (в настоящее время) решение задач высокоскоростной аэродинамики, вычислительной астрофизики и проектирования наноструктурированных полупроводниковых материалов. Заметим еще раз, что в этом Центре производятся непосредственные компьютерные расчеты задач, сформулированных и отправленных на счет посетителем сайта, без промежуточной процедуры покупки вычислительных комплексов и установки их процессорных систем на собственном компьютере.

При размещении процессорных систем в Центре не возникает проблем эксплуатации приобретенных программ. Все интерфейсы налажены, хорошо отработаны и "притерты". В указанных диапазонах вариации параметров комплексы функционируют безотказно (заметим, что на форуме сайта можно задать любой вопрос и получить разъяснение). Еще одним преимуществом данного подхода является то, что пользователь освобождается от необходимости закупки аппаратного обеспечения (часто недешевого), необходимого для осуществления нужных ему расчетов, фактически "арендуя" его у создателей сайта на время решения задачи. Заметим, что такой эффективный метод эксплуатации процессорных комплексов посетителем Центра потребовал разработки и реализации оригинальных решений. Так как ни один из провайдеров Интернета не позволит проводить на своем узле массовые и, возможно, длительные вычисления, забирающие большие ресурсы и уменьшающие пропускную способность каналов, потребовалось использовать другую схему проведения расчетов. В Центре клиент организует вычислительную задачу (выбирает процессорную систему, вводит параметры) и запускает ее на счет. Системы этого сегмента сайта по сопровождению заданий пакуют задание в файл и отправляют его по Сети в вычислительный центр, содержащий спектр компьютеров, в том числе многопроцессорные системы с общей памятью на базе "Intel Itanium-2". Здесь производится решение задачи, результаты вновь пакуются в файл с атрибутами клиента и отправляются либо в Центр, если клиент ждет, либо на его домашний адрес в Сети.

На рис. 6 представлены цифровые значения и графическая визуализация информации (ударные поляры), полученные при компьютерном моделировании ударно-волновых структур течения на входе в воздухозаборник гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД).

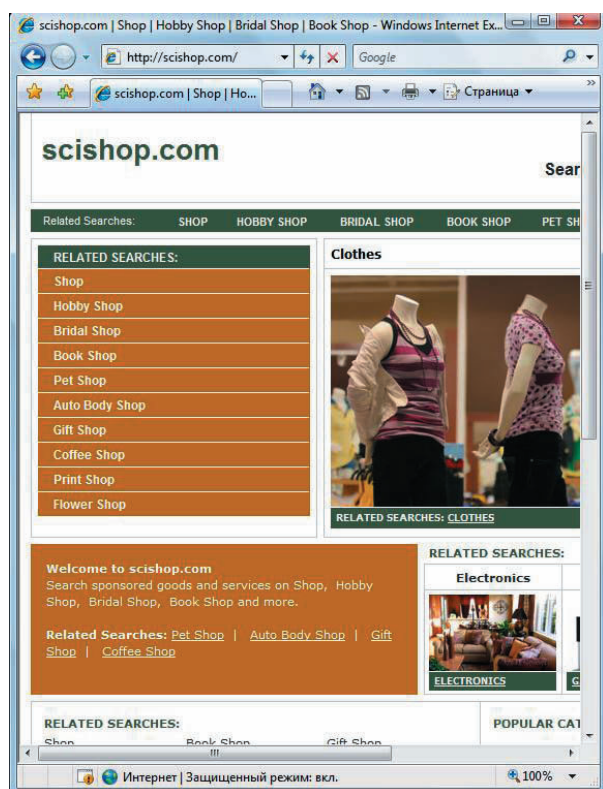


Рис. 7. Сайт SciShop.com: Интернет-ресурс торговли различными товарами

Сайт SciShop.org [18], организованный тремя энтузиастами при поддержке гранта Subject Association DfEE Website, сконструирован доктором М. Овери и выполнен с помощью его сотрудников, аспирантов и студентов. Все ресурсы сайта в свободном доступе. Контент продолжает расширяться, в основном за счет ресурсов, взятых с другого сайта (MyWebSchool.org). Архитектура сайта соответствует энциклопедической архитектуре. Субъекты контента представляют собой научные статьи, названия которых (например, "Клетки") расположены в алфавитном порядке и являются гиперссылками перехода на объясняющие тексты.

Сайт SciShop.com [19] (рис. 7), являющийся типичным примером захвата бренда (названия), который может быть раскручен в дальнейшем, представляет собой определенную коммерческую ценность. В настоящее время сайт не имеет никакого отношения к науке и торговле. На главной странице размещены гиперссылки перехода на сайты, не связанные между собой ни идеологически, ни предметно. Здесь же расположены ссылки перехода вглубь сайта, на его внутренние разделы, которые с наукой также не связаны ("Цифровые камеры", "Подарки", "Знакомства" и т. п.).

Сайт SciShop.info [20] также представляет собой пример занятия названия, по-видимому для дальнейшей переуступки прав на него. В настоящее время на сайте размещены различные рекламные баннеры и некоторая сопутствующая им информация.

Сайт SciShop.cn в Интернете не выставлен, но доменное имя уже зарегистрировано.

Проведенный анализ косвенно свидетельствует о том, что доменное имя сайта SciShop для веб-ресурсов такой ориентации выбрано достаточно удачно и может быть эффективно "раскручено".

Заключение. К настоящему времени развитие современных инфотелекоммуникационных систем достигло такой степени, что дать даже краткий обзор представляется затруднительным. Роль применения этих технологий в современном мире не нуждается в специальном обосновании. Наряду с другими исключительное развитие получила торговая деятельность в Интернете с использованием как обычных, так и электронных платежных систем. Широко распространен во Всемирной сети и обмен результатами научной деятельности как на безвозмездной, так и на платной, коммерческой основе. Ассортимент распространяемой научной продукции очень велик начиная от статей в научных журналах и заканчивая пакетами компьютерных программ. Как и в обычной торговле, здесь имеются удачные и неудачные проекты, лидеры и аутсайдеры

4. Сайты с одинаковым названием "SciShop" ("SCIENTIFIC SHOP"). В связи с большим разнообразием научных и научно-коммерческих сайтов проведем их сравнение по специфической выборке в соответствии с одинаковым названием. Представляемый Центр по распространению научных знаний имеет адрес www.SciShop.ru. В Интернете существует несколько одноименных сайтов SciShop: в зонах .ru, .org, .com, .info, .cn.

Сайт SciShop.ru [17] – функционирующий и развивающийся Центр компьютерного моделирования. Содержит четыре действующих программных комплекса:

- "Удар" (высокоскоростная внутренняя аэродинамика): расчет ударно-волновых структур в диффузоре ГПВРД;
- "Поток" (высокоскоростная внешняя аэродинамика): расчет обтекания объектов в атмосферах Земли и Марса;
- "Астра" (вычислительная астрофизика): моделирование динамики процессов в межгалактическом газе и протопланетных облаках;
- "Нано" (микроэлектроника): компьютерная поддержка проектирования наноструктурированных полупроводниковых материалов.

продаж. Программные комплексы, ориентированные на массового потребителя, от студентов до специалистов, обеспечивающие комфортабельность условий работы, более привлекательны и коммерчески успешны. Парадигмой этого направления развития является появление и совершенствование Центров компьютерного моделирования в Интернете и превращение их в Центры нового поколения – активно посещаемые бизнес-порталы, "особые точки" Интернета по распространению научных знаний.

Список литературы

1. National Aeronautics and Space Administration. URL: <http://www.nasa.gov>.
2. All about MEMS. URL: <http://allaboutmems.com>.
3. ANSYS, Inc. – Corporate Homepage (Engineering Simulation for the 21st Century). URL: <http://www.ansys.com>.
4. CFD Flow Modeling Software and Solutions from Fluent. URL: <http://www.fluent.com>.
5. Программный комплекс "FlowVision" численного моделирования стационарных и нестационарных турбулентных течений жидкости и газа. URL: <http://www.flowvision.ru>.
6. ISE TCAD Sentaurus. Приборно-технологическое моделирование. Система автоматического проектирования URL: <http://www.synopsys.com/products/tcad.html> (рус.: <http://www.isen.ru/ise/prod.html>).
7. IntelliSuite: Industry leading MEMS design tools. URL: <http://www.intellisuite.com>
8. CoventorWare: The leader in 3D MEMS and semiconductor software. URL: <http://www.coventor.com>; <http://www.cmf.rl.ac.uk/cad/memcad.html>.
9. MEMS Pro Suite (MEMSCAP): The power of a small world. URL: <http://www.memscap.com>.
10. Tsuprem-4: Semiconductor process simulation software. URL: http://www.synopsys.com/products/tcad/taurus_tsuprem4_ds.html.
11. MicroTec: Software Package for Two-Dimensional Process and Device Simulation. URL: <http://www.siborg.ca>.
12. Elcut: электростатика и электродинамика. URL: <http://www.elcut.ru>.
13. MapleSoft – Math Software for Engineers, Educators and Students. URL: <http://www.maplesoft.com>.
14. The MathWorks – "MatLab" and Simulink for Technical Computing. URL: <http://www.mathworks.com>.
15. ИВАНОВ Д. И., ЦИКИН И. А. Реализация режима удаленного программирования в специализированной среде моделирования "MatLab" // Информационные технологии. 2008. №11. С.23–27.
16. ТАРНАВСКИЙ Г. А., ХАКИМЗЯНОВ Г. С., ТАРНАВСКИЙ А. Г. и др. Распространение высоких технологий во Всемирной сети: информационно-вычислительный Интернет-центр компьютерного моделирования научных проблем // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование. Изд-во С-Петербур. политехн. ун-та. 2006. Т.5. С.83–84.
17. Центр компьютерного моделирования. URL: <http://www.SciShop.ru>
18. Virtual Shop. URL: <http://www.SciShop.org>.
19. Scientific Web Handbook. URL: <http://www.SciShop.com>.
20. Parked веб-page SciShop.info. URL: <http://www.SciShop.info>.

*Сергей Борисович Жибинов – зам. директора Ин-та прикладной информатики
Сиб. гос. ун-та телекоммуникаций и информатики; e-mail: Sergey.Zhibinov@gmail.com;
Александр Геннадьевич Тарнавский – специалист Ин-та прикладной информатики
Сиб. гос. ун-та телекоммуникаций и информатики; e-mail: alex@tarnavsky.ru;
Сергей Сергеевич Чесноков – аспирант Новосибирского гос. технического ун-та;
e-mail: Sergey.Chesnokov@gmail.com*