



СИБИРСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN  
FEDERAL  
UNIVERSITY

Электронный учебно-методический комплекс

# Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях

Учебная программа дисциплины

- Учебное пособие
- Лабораторный практикум
- Методические указания по самостоятельной работе
- Банк тестовых заданий в системе UniTest



Красноярск  
ИПК СФУ  
2009

УДК 004:001.8(075)  
ББК 32.973+20я73  
И74

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях» подготовлен в рамках реализации Программы развития федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ) на 2007–2010 гг.

Рецензенты:

Красноярский краевой фонд науки;  
Экспертная комиссия СФУ по подготовке учебно-методических комплексов дисциплин

И74 Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый, В. А. Кратасюк, К. Н. Захарьин. – Электрон. дан. (11 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : УМКД № 1363/991–2008 / рук. творч. коллектива И. Е. Суковатая). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 50 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows XP SP 2 / Vista* (32 бит) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*).

ISBN 978-5-7638-1668-6 (комплекса)

ISBN 978-5-7638-1745-4 (учебного пособия)

Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902487 (комплекса)

Настоящее издание является частью электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях», включающего учебную программу дисциплины, лабораторный практикум, методические указания по самостоятельной работе, контрольно-измерительные материалы «Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях. Банк тестовых заданий», наглядное пособие «Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях. Презентационные материалы».

Изложены некоторые основные аспекты организации научных исследований на основе технологий *e-Science*, в т. ч. рассмотрен инструментарий и принципы проведения совместных исследований с использованием *Grid*-технологий. Помимо этого дан анализ основных подходов, инструментария и некоторых правовых аспектов, используемых для организации образовательного процесса с использованием технологий *e-Learning*.

Предназначено для студентов направления подготовки магистров 010700.68 «Физика» укрупненной группы 010000 «Физико-математические науки и фундаментальная информатика».

© Сибирский федеральный университет, 2009

Рекомендовано к изданию Инновационно-методическим управлением СФУ

Редактор Л. Ф. Калашник

Разработка и оформление электронного образовательного ресурса: Центр технологий электронного обучения Информационно-телекоммуникационного комплекса СФУ; лаборатория по разработке мультимедийных электронных образовательных ресурсов при КрЦНИТ

Содержимое ресурса охраняется законом об авторском праве. Несанкционированное копирование и использование данного продукта запрещается. Встречающиеся названия программного обеспечения, изделий, устройств или систем могут являться зарегистрированными товарными знаками тех или иных фирм.

Подп. к использованию 30.11.2009

Объем 11 Мб

Красноярск: СФУ, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>1. E-SCIENCE КАК МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	7
1.1. <i>E-Science</i> . Предпосылки возникновения.....	7
1.2. Научные виртуальные организации ( <i>SVO</i> ).....	10
1.2.1. Всемирная ассоциация физиков .....	18
1.2.2. Проекты <i>NASA</i> .....	20
1.2.3. Виртуальные обсерватории.....	24
1.3. <i>E-Science</i> в биологии .....	30
1.3.1. Проект <i>e-Science Integrative Biology</i> .....	30
1.3.2. <i>GenBank</i> – генетический банк данных.....	31
1.3.3. Проект <i>YourGenome.org</i> .....	52
1.3.4. Национальная сеть центров научного обучения Великобритании..	57
1.3.5. Проект <i>Folding@home</i> .....	61
1.4. <i>E-Science</i> в биомедицине .....	69
<b>2. E-LEARNING: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ, ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	74
2.1. Информатизация образования: основные подходы.....	74
2.2. Развитие технологий <i>E-Learning</i> .....	75
Программа «Электронное образование» .....	86
2.3. Инструментарий для организации обучения <i>E-Learning</i> .....	96
2.4. Технологии интерактивного взаимодействия между участниками образовательного процесса, организованного с применением <i>E-Learning</i> .....	100
2.5. Авторское право и электронные ресурсы: основные подходы .....	101
<b>3. ИНСТРУМЕНТАРИЙ И ПРИНЦИПЫ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	105
3.1. <i>Grid</i> -технологии: основные характеристики.....	106
3.2. <i>Grid</i> -технологии: применение в естественнонаучных исследованиях .....	111

<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ</b>	<b>132</b>
Основная литература.....	132
Дополнительная литература.....	135
Электронные и интернет-ресурсы.....	137
Перечень наглядных и других пособий, методических указаний и материалов по техническим средствам обучения .....	139
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>	<b>140</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПЕРЕЧЕНЬ ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТОВ МИРА В ОБЛАСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b> .....	<b>159</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ</b> .....	<b>161</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СПИСОК ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ</b> .....	<b>166</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Важной отличительной особенностью современного этапа развития общества является расширяющийся процесс его информатизации. При этом применение информационно-коммуникационных технологий в естественно-научных исследованиях является одним из важнейших условий успешного развития процессов информатизации общества в целом, поскольку именно в сфере науки и образования подготавливаются специалисты, которые формируют новую информационную научную среду общества.

Появление *e-Science* радикально меняет методику проведения научных исследований. Важно заметить, что *e-Science* не новая научная дисциплина, скорее *e-Science* – инфраструктура, которая развивается благодаря программе, позволяющей ученым выполнять быстрее, лучше, разнообразнее их исследования. По сути, *e-Science* – инструмент для проведения традиционных научных исследований, интегрированный с информационными и компьютерными технологиями, обеспечивающий интерактивность исследований, возможность взаимодействия с распределенными базами данных. Такой подход позволяет интегрировать и моделировать процессы и системы различной сложности, визуализировать данные и полученные результаты, прогнозировать и управлять данными, обеспечивать разнообразие научных подходов к решению исследовательских задач, способствовать развитию виртуальных научных организаций и т. д.

Говоря о развитии общества в целом (а не только научного сообщества), необходимо заметить, что уровень развития современного общества определяется его интеллектуальным потенциалом, а именно, его способностью производить, усваивать и практически использовать новые знания и технологии. При этом естественным базисом современного общества служит образование (прежде всего технологии *E-Learning*), следовательно, процесс новых образовательных технологий должен по своим темпам не только соответствовать, но и опережать развитие всего общества в целом.

Сферы и способы использования технологий *E-Learning* весьма разнообразны. Они позволяют:

- менять характер развития, приобретения и распространения знаний;
- открывать возможности для обновления содержания обучения и методов преподавания;
- расширять доступ к общему и профессиональному образованию;
- не умаляя потребности в преподавателях, изменять их роль в учебном процессе (постоянный диалог, преобразовывающий информацию в знание и понимание).

Очевидно, что и технологии *e-Science*, и технологии *E-Learning* имеют под собой единую информационно-технологическую основу, поэтому совместное рассмотрение этих двух вопросов вполне логично, и настоящее пособие позволит студентам:

- *освоить знания*, составляющие основу научных представлений об информации, информационных процессах, системах, технологиях и моделях в научных исследованиях;
- *овладеть умениями* работать с различными видами информации с помощью компьютера и других средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), организовывать научно-исследовательскую деятельность и планировать ее результаты;
- *развить* познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности средствами ИКТ;
- *выработать навыки* применения средств ИКТ в повседневной жизни, при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, в первую очередь научных.

# 1. E-SCIENCE КАК МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1. E-Science. Предпосылки возникновения

Компьютерные технологии произвели революцию в науке. Если раньше основные вычислительные мощности были сосредоточены в суперкомпьютерных центрах и институтских лабораториях, то теперь они распределены по сотням миллионов персональных компьютеров. Еще несколько лет, и эти изменения станут решающими для ученых, которым требуются экстремальные вычислительные возможности.

Сегодня под вывеской *e-Science* сотрудничают и ученые, и программисты всего мира. Целью такого сотрудничества является создание основного набора промежуточных программно-аппаратных средств, которые позволят ученым совместно использовать распределенные информационные ресурсы в своих исследованиях. Совокупность программно-аппаратных средств и глобальных высокоскоростных поисковых систем образует киберинфраструктуру (*Cyberinfrastructure*) в США или *e-инфраструктуру* (*e-Infrastructure*) в Европе для совместных научных исследований. Строго говоря, киберинфраструктура (*Cyberinfrastructure – CI*) – это всесторонняя инфраструктура, объединяющая в себе аппаратные средства для вычислений, данные и сети, цифровые датчики, обсерватории и экспериментальные средства, набор программного обеспечения и услуг микропрограммных средств и инструментов, а также все усовершенствования в сфере информационных технологий.

Результаты, которые генерируются современной наукой, – это первостепенные открытия для исследователей. Многие из новых технологий, используемых сегодня в исследованиях, дают большое количество расширяющихся и постоянно обновляющихся данных.

В свою очередь биологические данные представляют собой отдельный класс научных открытий. Для того чтобы интерпретировать биологические данные, необходимо результаты досконально изучить и обсудить с точки зрения сложности биологического объекта. В идеале в биологии и медицине должно быть плавное развитие исследований в следующей последовательности: биологические и химические процессы, органеллы, клетка, орган, система органов, индивидуальный организм, семейство, сообщество, популяция. Разнообразие и неоднородность типов данных, которые используются и исследуются в биомедицине, отчасти ортогональны. Но использование новых информационных технологий позволяет изучать широкий диапазон объектов в новейших областях исследований: геномика, протеомика, метаболизм и др.

Сегодня подавляющее большинство исследовательских лабораторий – это маленькие научные группы (примерно десятков сотрудников). Они сосредоточивают свои исследования на некоторых узких темах, чтобы иметь шанс конкурировать в «научной экосистеме», и, как правило, не принадлежат ве-

душим университетам мира, а следовательно, и не могут рассчитывать на поддержку высококвалифицированной команды программистов. Тем не менее, эти лаборатории все больше нуждаются в вычислительных ресурсах, как и большие лаборатории с хорошо разработанными проектами. Современные информационные технологии, в частности *Grid*-системы (подробнее см. [гл. 3](#)), предназначены для заполнения этого пробела.

*Grid*-система необходима для решения, например, следующих задач:

1. Изучение сложных физических систем, которые имеют компоненты случайной и хаотической природы, их внешнее поведение является вероятностным, неточным. Изучение статистики для таких систем требует многократных операций моделирования с разными случайными начальными и конечными условиями. Эти операции могут выполняться параллельно.

2. Развитие технологии «случайных алгоритмов», которые позволяют получать приближенное решение для точных задач.

3. Применение так называемых «генетических алгоритмов». Этот подход предусматривает создание популяции (совокупности) приближенных решений задачи и использование механизма естественного отбора для получения оптимального решения.

4. Моделирование физических систем, которые часто имеют большое число основных параметров, чьи оптимальные значения неизвестны, а зависимость между ними нелинейная. Исследование области значений таких параметров требует большого числа независимых операций моделирования. Например, алгоритмы Монте-Карло предусматривают большое число независимых вычислений, соответствующих выборке в многомерном пространстве.

Эти задачи легко распараллеливаются, например, на основе распределенных вычислений. Распределенные вычисления (*distributed computing, grid computing*) – частный случай параллельных вычислений, способ решения трудоемких вычислительных задач с использованием двух и более компьютеров, объединенных в сеть. Аналогично распараллеливаются некоторые проекты в области генетики, касающиеся сопоставления набора белков с последовательностью ДНК. Такой междисциплинарный подход приводит к информационной интеграции. Каждое научное сообщество говорит на своем собственном научном диалекте. Такое «видообразование» в сообществах является результатом того, что уменьшается поток информации между дисциплинами, замедляя диффузию знаний и прогресс.

Мнение, что сегодняшняя культура научных исследований несовместима с «командной» и «большой» наукой, чрезмерно упрощенное. Понятно, что «большая» наука и «командная» наука будут необходимы для достижения целей, например, в биологии и медицине. Тем не менее небольшие группы независимых исследователей являются все еще движущей силой инновационных исследований. Широко распространенная информационная научная инфраструктура является альтернативой «большой» науке, благодаря чему могут быть реализованы оба этих подхода в научных исследованиях. Эти подходы теперь имеют возможность быть совмещенными для создания **вир-**

туальной научной команды. В то же самое время организационное построение различных областей науки поддерживает независимость исследователей, чьи способности и ресурсы могут быть виртуально объединены с помощью информационных технологий. Большая наука производит масштабный, сырой материал, который доступен для использования виртуальными научными сообществами. Киберин-фраструктура дает возможность обновлять определенные научные направления без внесения фундаментальных изменений в основные понятия или рабочие термины и характеристики – это и есть новый альтернативный путь развития научных исследований.

Существующие технологии позволяют совместное использование и объединение всех ресурсов в пределах виртуальных групп. Такие проекты, как *SETI@home* и *Folding@home*, уже привлекли миллионы участников, отдающих ресурсы своих домашних персональных компьютеров для научных расчетов.

Проект *SETI@home* (*Search for Extraterrestrial Intelligence, SETI*) – один из самых первых проектов распределенных вычислений, предлагающий пользователям Интернета принять участие в поиске внеземных цивилизаций. Принять участие в этом проекте может любой желающий, запустив на своем компьютере программу (в виде заставки или в фоновом режиме), скачивающую и анализирующую блоки данных, полученных с крупнейшего радиотелескопа *Arecibo* (рис. 1.1). Есть и русскоязычная версия этого сайта (рис. 1.2).

**SETI@HOME**  
Needs your Help  
Donate to SETI@home  
Click Here for More Information

**What is SETI@home?**  
SETI@home is a scientific experiment that uses Internet-connected computers in the Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). You can participate by running a free program that downloads and analyzes radio telescope data.

<b>PARTICIPATE</b> Download Get help Tell a friend Donate Store Porting & optimization ... more	<b>ABOUT</b> About SETI@home About Astropulse Science newsletters Technical news Server status Science status Sponsors ... more	<b>COMMUNITY</b> Message boards Questions & answers Profiles User search Teams Web sites & IRC Pictures & music	<b>YOUR ACCOUNT</b> Your account Preferences Certificate	<b>STATS</b> Top participants Top computers Top teams
--	---	--	---	--

Site search:

Languages

**Get started**

- 1 Read our [rules and policies](#).
- 2 **Download, install and run** the BOINC software used by SETI@home. When prompted, enter the URL: <http://setiathome.berkeley.edu>.  
Have questions or need help? Talk to a live volunteer over Skype using [BOINC online help](#).

Special instructions:

- [For SETI@home Classic participants](#)
- [For users of command-line and pre-5.0 clients](#).

POWERED BY BOINC Keep your computer busy when SETI@home has no work - [participate in other BOINC-based projects](#).

**News**

Weekly Outage  
Every Tuesday morning ([Pacific time](#)) we have a 3-4 hour outage for database maintenance. The upload/download servers and some web pages are offline during this time. Due to extra work today's outage will start earlier and end later than usual.

Oct 17, 2008  
Some of our volunteers have started a [Halloween Donation Challenge](#). Feel free to beat the holiday rush. Assuming your bank is still in business, and you can still afford it.

Sep 24, 2008  
By the way... SETI@home just received its [billionth result](#) using BOINC - thanks to everybody who donated their computing power to help us reach this incredible milestone!

Sep 16, 2008  
[The Planetary Society](#) presents a radio interview with Dan Werthimer: "[Astropulse: A New Way for E.T. to Phone Home](#)"

Рис. 1.1. Стартовая страница проекта *Search for Extraterrestrial Intelligence, SETI*

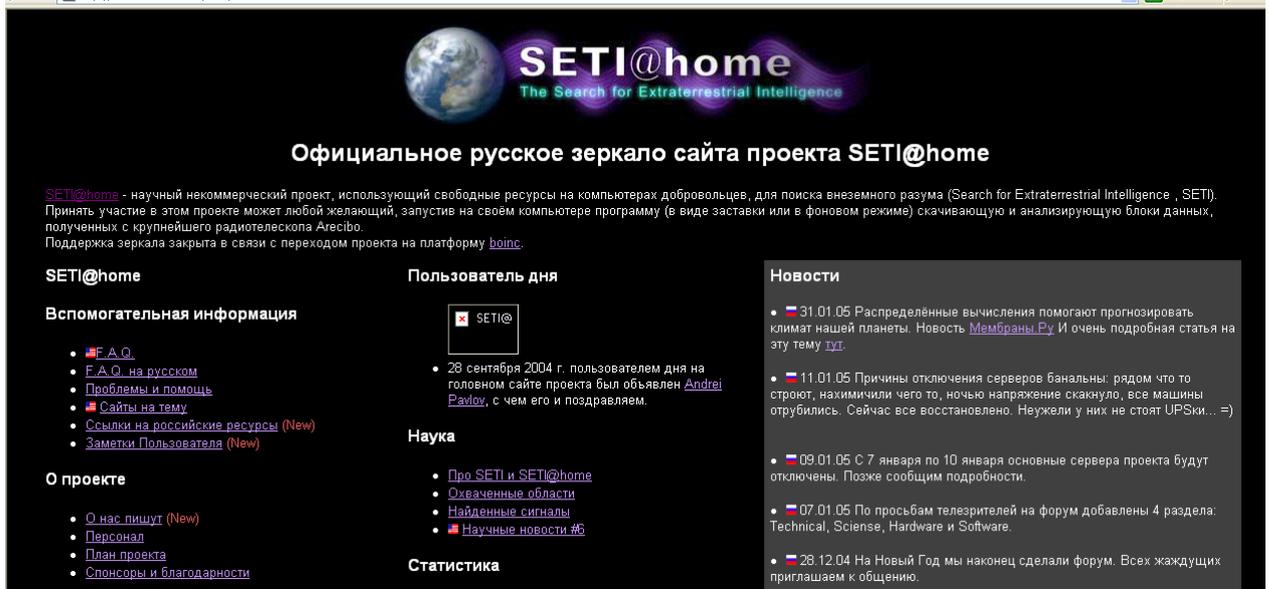


Рис. 1.2. Русскоязычная страница проекта *Search for Extraterrestrial Intelligence, SETI*

Ведется работа по подготовке аналогичных проектов в различных областях научных исследований, что позволит проводить ранее не осуществимые научные исследования. Ученые разработали точные математические модели физического мира, а компьютерные программы, реализующие эти модели, позволили аппроксимировать реальность на разных уровнях: атомное ядро, молекула белка, биосфера Земли, Вселенная. Можно создавать программы, позволяющие предсказывать будущее, подтверждать или опровергать теории и управлять «виртуальными лабораториями», дающими возможность изучать, например, химические реакции без приборов.

## 1.2 Научные виртуальные организации (SVO)

Одним из ключевых моментов, последовавших за поиском новых научных инструментов для коммуникаций, – неизбежный поток данных от научных экспериментов и исследований новой генерации. Для того чтобы использовать и исследовать петабиты научной информации, которая будет появляться от высокопроизводительных экспериментов, моделирования суперкомпьютеров, сенсорных сетей, спутниковых наблюдений, ученым будет необходима поддержка специализированного поискового инструментария, инструментальные программные средства для извлечения данных, средства визуализации данных, которые позволят легко поставить задачу, задать вопрос и понять ответ. Для создания такого инструментария данные должны быть аннотированы по значению и важности с учетом местонахождения, содержания (контента) и других условий. В большинстве случаев абсолютный

объем данных будет определяться тем, как этот процесс автоматизирован. Ученые будут создавать громадную распределенную электронную базу данных, хранилище научных данных, требующих управления, подобного управлению обычными электронными библиотеками или другими сервисами, работающими со специфическими базами данных. Возможность поиска, доступа, перехода, манипулирования, определение местонахождения данных станет центральным требованием при создании всеобщего научного программного обеспечения новой генерации.

Эту позицию впервые озвучил *Джон Тэйлор*, который позже стал генеральным директором Исследовательского совета Управления науки и технологии (*Research Councils at the Office of Science and Technology (OST)*, [www.e-Science.clrc.ac.uk](http://www.e-Science.clrc.ac.uk) (рис. 1.3). В этом совете функционируют три класса исследовательских центров: *the Rutherford Appleton Laboratory (RAL) in Oxfordshire, the Daresbury Laboratory in Cheshire and the Chilbolton Observatory in Hampshire*. Начиная с 1960 г. организации, которые учредили этот совет, предоставляли значительное количество сервисов для развития науки, которые включали вычислительные мощности, компьютерные сети, электронные хранилища, профессиональное администрирование этих функций и т. д. Когда стоимость вычислительных средств значительно снизилась, отдельные ученые смогли использовать вычислительные средства постоянно и по своему собственному усмотрению (рис. 1.3, рис. 1.4, рис. 1.5).

The image shows the homepage of the e-Science website. At the top left is the Science & Technology Facilities Council logo and the text 'e-Science'. Below this is a navigation bar with links: Home | Guide to e-Science | News | Organisation | Publications. The main content area is divided into several sections:

- Left sidebar:** A vertical menu with links: Research Facilities, Data Management, Grid Computing, Data Curation, Science, Projects, Services, Other Activities, Software.
- Center:**
  - Welcome to the e-Science Centre:** A paragraph stating that e-Science is vital to the successful exploitation of powerful next generation scientific facilities, operated by the Science and Technology Facilities Council on behalf of the UK research community.
  - Facilities:** A paragraph describing facilities like synchrotrons, satellites, telescopes, and lasers, which generate many terabytes of data every day. It mentions the need for efficient access to geographically distributed data storage, computational, and network resources.
  - Mission:** A paragraph stating the mission is to spearhead the exploitation of e-Science technologies throughout the Science and Technology Facilities Council's programmes, the research communities they support, and the national science and engineering base.
  - More About e-Science:** A paragraph directing users to the Guide to e-Science, Newsroom, and People pages across the top menu, and noting that projects and services are divided into broad categories in the left side menu.
- Right sidebar:**
  - Quick Links:** A list of links: National Grid Service, Enabling Grids for e-Science, W3C Office UK/Ireland, Contacts, RSS Feeds, eScience seminars.
  - Events:** A list of events: Second International EchoGrid meeting (24-26 October), SuperComputing '08 (15-21 November), iRODS workshop (2-6 February).

At the bottom, there is a footer with copyright information: Copyright 2007 © Science & Technology Facilities Council. It also includes links for Privacy, Disclaimer, Freedom of Information, Web Feedback, and a TOP button. Logos for W3C XHTML 1.0 and W3C CSS 2.1 are visible in the bottom right corner.

Рис. 1.3. Стартовая страница Исследовательского совета Управления науки и технологии (*Research Councils at the Office of Science and Technology (OST)*, [www.e-Science.clrc.ac.uk](http://www.e-Science.clrc.ac.uk))



Рис. 1.4. Пример использования интерактивного графического дисплея в 1969 г.

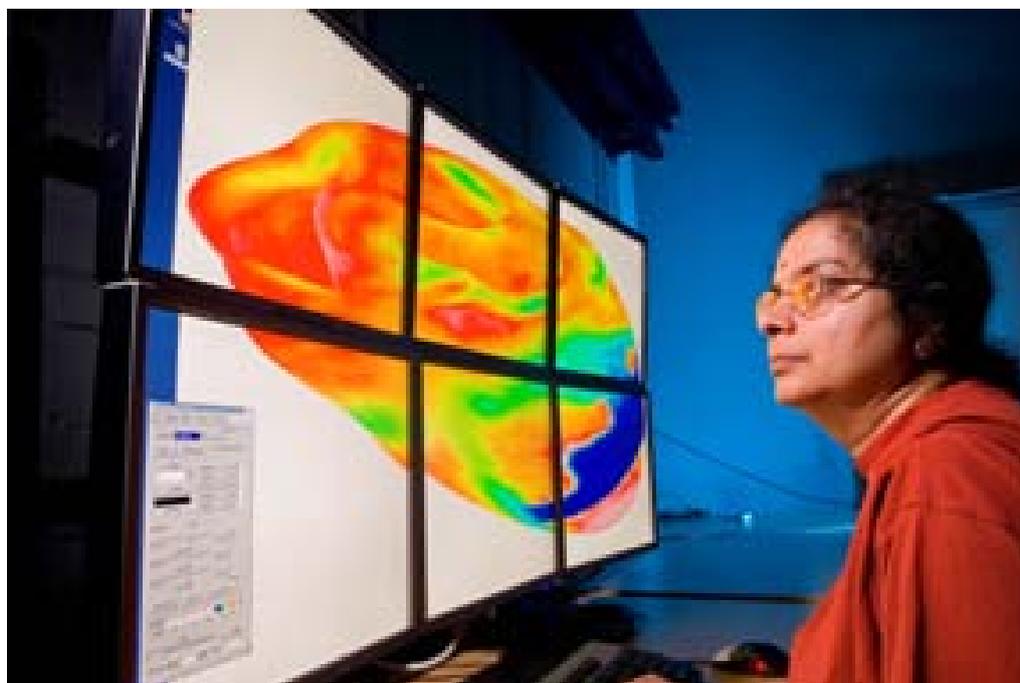


Рис. 1.5. Визуализация динамической модели функционирования человеческого сердца (2006 г.)



Рис. 1.6. E-Science-центр в Лондоне (*The GENIE Project Grid ENabled Integrated Earth system model*), [www.genie.ac.uk](http://www.genie.ac.uk)

В Великобритании *e-Science*-программа (рис. 1.6) имеет около 100 проектов, охватывающих многие области науки, инженерии и медицины. В таких областях, как астрономия и науки о Земле, мировое научное сообщество объединилось для того, чтобы выработать общие стандарты для баз данных и метаданных, которые позволят совместно использовать и иметь доступ к необходимой информации, например, *The International Virtual Observatory Alliance*, ([www.ivoa.net](http://www.ivoa.net)) и *The NERC DataGrid Project*, [ndg.nerc.ac.uk](http://ndg.nerc.ac.uk).

Другие ученые используют высокоэффективное компьютерное моделирование и визуализацию с удаленным доступом для того, чтобы достичь большего прогресса в соответствующих областях, в том числе и в искусстве, <http://www.realitygrid.org/TeraGyroid/>, *The GENIE Project Grid ENabled Integrated Earth system model*, [www.genie.ac.uk](http://www.genie.ac.uk) (рис. 1.7).

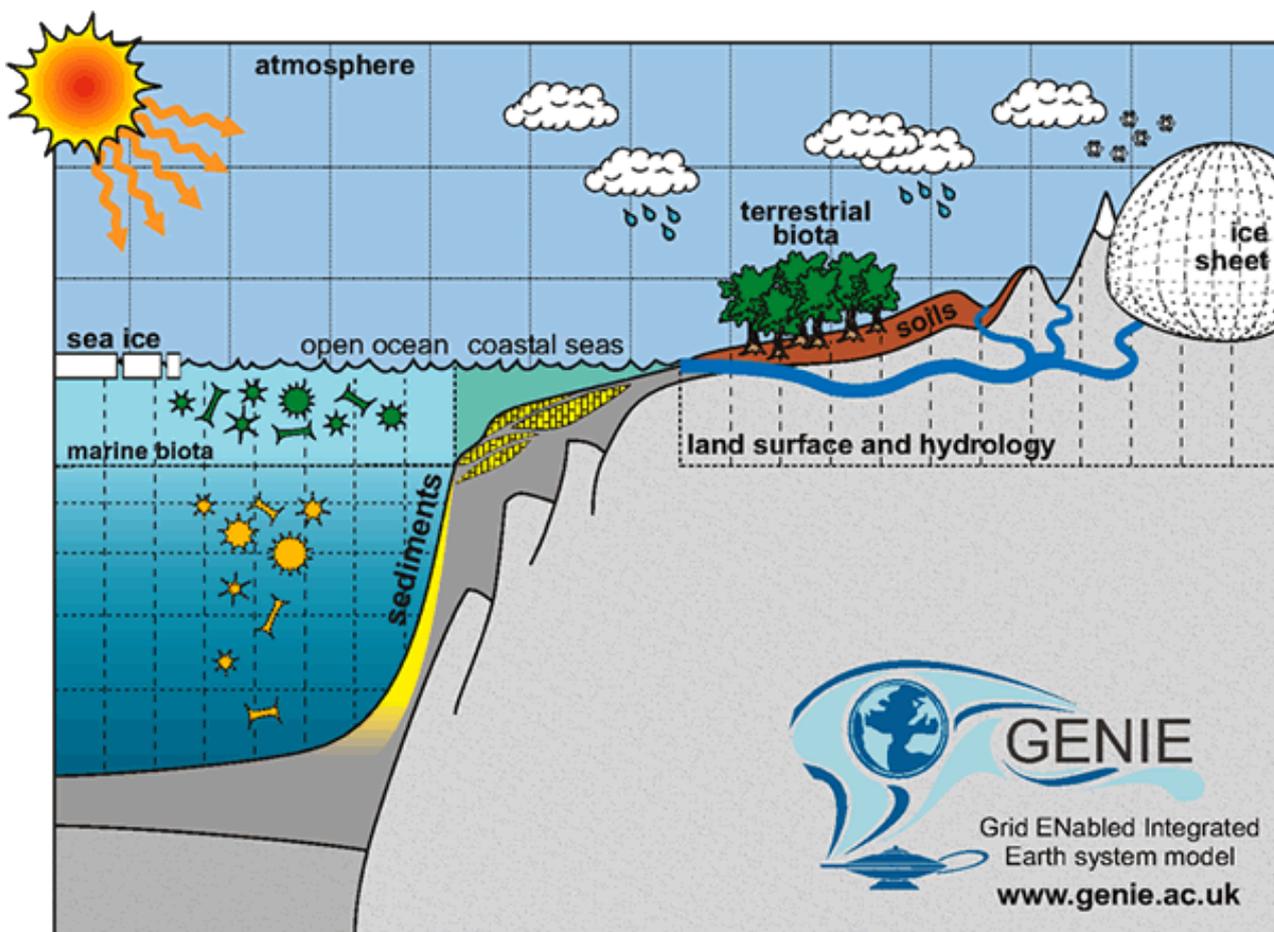
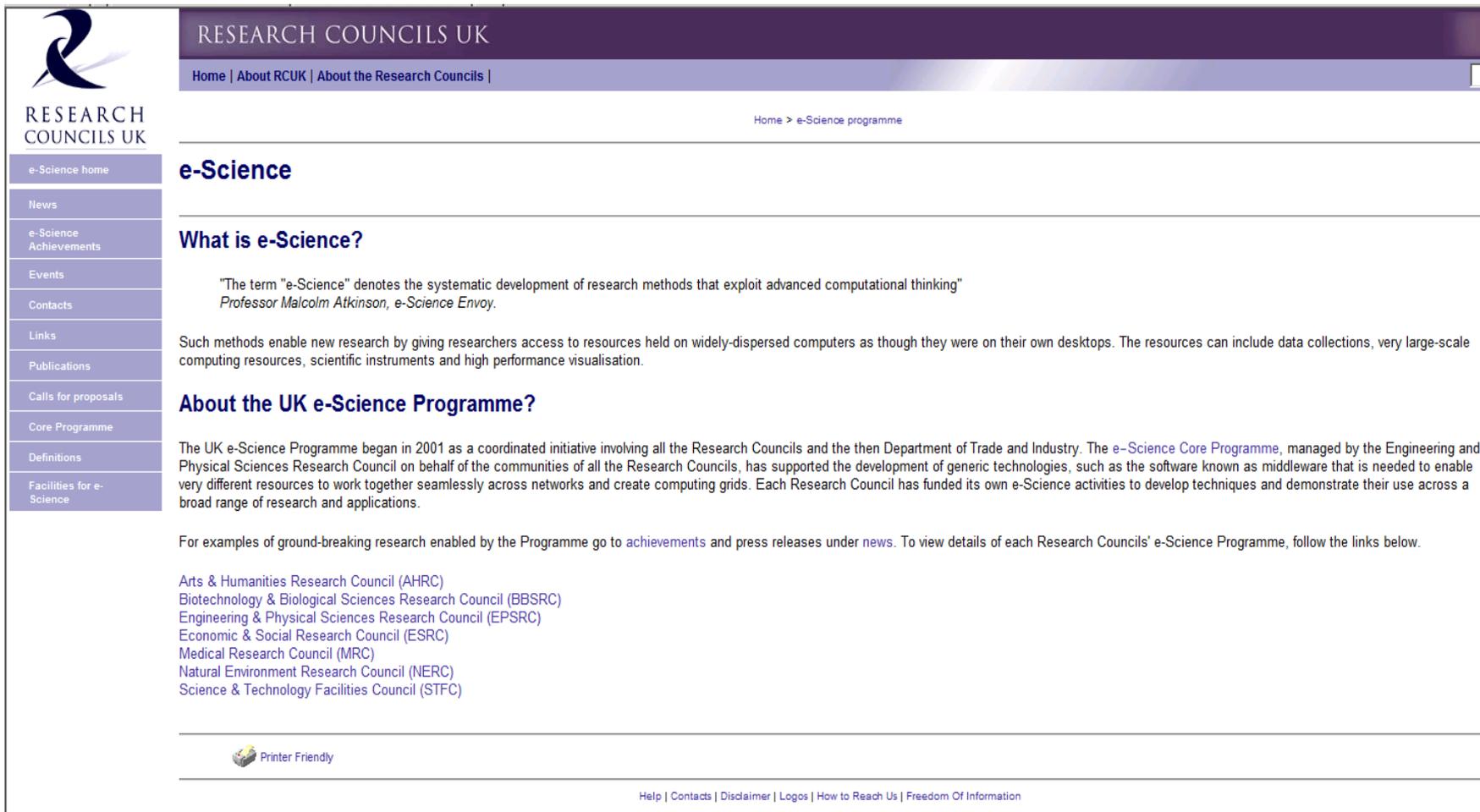


Рис. 1.7. Пример проекта по изучению и моделированию погоды на Земле (The GENIE Project Grid ENabled Integrated Earth system model), <http://www.genie.ac.uk>

Совет по научным исследованиям Великобритании *Research Councils UK*, <http://www.rcuk.ac.uk/default.htm> (рис. 1.8) охватывает весь спектр научных направлений академических дисциплин от медицины и биологии до астрономии, физики, химии и инженерии, социальных наук, экономики, наук об окружающей среде, а также искусства. Стратегическими партнерами *Research Councils UK* являются:

- *Arts & Humanities Research Council (AHRC)*;
- *Biotechnology & Biological Sciences Research Council (BBSRC)*;
- *Engineering & Physical Sciences Research Council (EPSRC)*;
- *Economic & Social Research Council (ESRC)*;
- *Medical Research Council (MRC)*;
- *Natural Environment Research Council (NERC)*;
- *Science & Technology Facilities Council (STFC)*.



The screenshot shows the website for Research Councils UK. The header includes the logo and the text "RESEARCH COUNCILS UK". Below the header is a navigation bar with links: "Home | About RCUK | About the Research Councils |". The main content area is titled "e-Science" and contains the following sections:

- What is e-Science?**

"The term "e-Science" denotes the systematic development of research methods that exploit advanced computational thinking"  
*Professor Malcolm Atkinson, e-Science Envoy.*

Such methods enable new research by giving researchers access to resources held on widely-dispersed computers as though they were on their own desktops. The resources can include data collections, very large-scale computing resources, scientific instruments and high performance visualisation.
- About the UK e-Science Programme?**

The UK e-Science Programme began in 2001 as a coordinated initiative involving all the Research Councils and the then Department of Trade and Industry. The *e-Science Core Programme*, managed by the Engineering and Physical Sciences Research Council on behalf of the communities of all the Research Councils, has supported the development of generic technologies, such as the software known as middleware that is needed to enable very different resources to work together seamlessly across networks and create computing grids. Each Research Council has funded its own e-Science activities to develop techniques and demonstrate their use across a broad range of research and applications.

For examples of ground-breaking research enabled by the Programme go to [achievements](#) and press releases under [news](#). To view details of each Research Councils' e-Science Programme, follow the links below.

  - [Arts & Humanities Research Council \(AHRC\)](#)
  - [Biotechnology & Biological Sciences Research Council \(BBSRC\)](#)
  - [Engineering & Physical Sciences Research Council \(EPSRC\)](#)
  - [Economic & Social Research Council \(ESRC\)](#)
  - [Medical Research Council \(MRC\)](#)
  - [Natural Environment Research Council \(NERC\)](#)
  - [Science & Technology Facilities Council \(STFC\)](#)

At the bottom of the page, there is a "Printer Friendly" icon and a footer with links: "Help | Contacts | Disclaimer | Logos | How to Reach Us | Freedom Of Information".

Рис. 1.8. Совет по научным исследованиям Великобритании (*Research Councils UK*), <http://www.rcuk.ac.uk/default.htm>



Рис. 1.9. Пример проекта, применяющего распределенные вычисления в технике  
(The DAME Project), [www.cs.york.ac.uk/dame](http://www.cs.york.ac.uk/dame)

### Academic Collaborators.

<p>University of York</p>  <p>Prof. Jim Austin, Prof. Andy Wellings Prof. John McDermid</p>	<p>University of Leeds</p>  <p>Prof. Peter Dew Dr. Karim Djemame Dr. Alison McKay</p>	<p>Oxford University</p>  <p>Prof. Lionel Tarassenko</p>	<p>Sheffield University</p>  <p>Prof. Peter Fleming Dr. Haydn Thompson</p>
--	---	---	---

### Main Commercial Collaborators:



Rolls-Royce



Data Systems  
& Solutions

### Associated Companies:

CYBULA

Рис. 1.10. Партнеры проекта *DAME Project*, [www.cs.york.ac.uk/dame](http://www.cs.york.ac.uk/dame)

В инженерии такие компании, как Ролс-Ройлс и *BAESystems*, исследуют как *e-Science*-технологии, так и могут помочь в разработке новых приложений на основе распределенных вычислений. К таким проектам относятся *The DAME Project*, [www.cs.york.ac.uk/dame](http://www.cs.york.ac.uk/dame) и *The GeWiTTS Project*, [www.nesc.ac.uk/events/sc2004/talks](http://www.nesc.ac.uk/events/sc2004/talks) (рис. 1.9). Проект *DAME* выполняется в тесном сотрудничестве вместе с академическими институтами и университетами (рис. 1.10).

### 1.2.1. Всемирная ассоциация физиков

Всемирная ассоциация физиков в области элементарных частиц сегодня планирует серию экспериментов для того, чтобы найти до сих пор гипотетическую частицу – бозон Хиггса (*Higgs boson*). Эта частица является ключевым компонентом для подтверждения успешности теории стандартной модели (*Standard Model*) Глешо (*Glashow*), Салама (*Salam*) и Венберга (*Weinberg*), которые считают, что слабое и электромагнитное взаимодействия необходимо унифицировать. В лаборатории по ускорению физических частиц *CERN* в Женеве находится самый большой в мире ускоритель элементарных частиц – *Large Hadron Collider (LHC)*. Большой адронный коллайдер – это сейчас самый большой научный инструмент на нашей планете. Каждый год он будет выдавать около 15 петабайт данных, что эквивалентно примерно 3 миллионам *DVD*. Доступ к этим экспериментальным данным необходимо обеспечить более чем 5000 ученым в 500 научных институтах и университетах во всем мире. Предполагаемое время жизни системы около 15 лет.

Это не случайное совпадение, что именно в лаборатории по ускорению физических частиц *CERN*, <http://public.web.cern.ch/public/> (рис. 1.11) в Женеве Тим Бернес Ли изобрел *World Wide Web*. *World Wide Web* – «всемирную паутину», глобальную гипертекстовую систему, использующую *Интернет* в качестве транспортного средства. По определению ее основателя Тима Бернеса Ли, *World Wide Web* – сеть серверов, распределенная гетерогенная информационная мультимедиа-система коллективного пользования. Данная распределенная природа мультиинститутского сотрудничества была нужна для современных физических экспериментов в области элементарных частиц, исследователям крайне необходимы были инструменты для обмена информацией. После медленного старта научное сообщество с энтузиазмом осваивало *Web* для информационного обмена в пределах глобальной экспериментальной лаборатории.

Home | Sitemap | Contact us | en | fr

CERN European Organization for Nuclear Research

Search

this site all CERN

About us Science Research The LHC People CERN users

*Welcome to CERN,  
the world's largest particle physics laboratory*

**EPS celebrates 40th Anniversary**

Geneva, 26 September 2008. Exactly 40 years ago today, the European Physical Society (EPS) was founded at CERN to promote physics in Europe. Today, the EPS represents over 100,000 physicists from 40 national member societies, thus reaching well beyond the geographical area covered by the European-Union. Maciej Kolwas, EPS President elect, stated that not only is physics the basis of much of today's technology, it was indeed at the forefront of building a united Europe and remains an integral part of human culture.

[» Read the press release](#)

**LHC re-start scheduled for 2009**

Geneva, 23 September 2008. Investigations at CERN following a large helium leak into sector 3-4 of the Large Hadron Collider (LHC) tunnel have indicated that the most likely cause of the incident was a faulty electrical connection between two of the accelerator's magnets. Before a full understanding of the incident can be established, however, the sector has to be brought to room temperature and the magnets involved opened up for inspection. This will take three to four weeks. Full details of this investigation will be made available once it is complete.

[» Read the press release](#)

LHC 2008

Come to CERN

Education

Technology Transfer

Press Office

Ask an Expert

Multimedia Gallery

Environment

Jobs

Рис. 1.11. Стартовая страница лаборатории по ускорению физических частиц в Женеве CERN, <http://public.web.cern.ch/public/>

Тем не менее экспериментальные доказательства существования бозона Хиггса – это, главным образом, технологическое открытие, потому что характеристические сигналы от бозона, как предполагается, должны быть редкими и едва различимыми. Эксперименты на *LHC* должны быть выполнены с использованием более чувствительной шкалы по сравнению с предыдущими физическими экспериментами, и каждый из экспериментов будет генерировать определенные петибиты данных в год. Основа таких экспериментов – сотрудничество около 1000 ученых-физиков из более чем 100 институтов Европы, Америки и Азии. Несмотря на то, что экспериментальные данные генерировались *CERN*, они распространялись по группам всех ученых мира. Далеко не все данные анализировались в Женеве. Таким образом, очень

большое количество данных будет необходимо рационально распределить по сотрудничающим институтам для последовательного анализа командами физиков. В дополнение к этому большому объему экспериментальных данных физики в каждом эксперименте должны создавать большой образец смоделированных результатов и данных для того, чтобы понять детали поведения экспериментальных детекторов. *E-Science* как инфраструктура, необходимая для этих экспериментов, выходит далеко за пределы возможности доступа к данным статистических *Web*-сайтов. Более того, физики-экспериментаторы, занимающиеся элементарными частицами, строят глобальную структуру – *the LHC Computing Grid* – систему, которая позволит перенос и извлечение данных из огромного числа наборов данных. Эта инфраструктура промежуточного программного обеспечения (*middleware infrastructure*) дает возможность физикам планировать сервисы разделения, репликации, управления адекватными данными и облегчать децентрализованное компьютерное моделирование и анализ. *LCG* (вычислительный грид для *LHC*) – это мировая сеть, объединяющая тысячи компьютеров в виде больших кластеров, связанных ультраскоростными каналами; сейчас он является самым большим международным научным вычислительным гридом.

Участники *LCG* добились рекордных результатов по высокоскоростной передаче данных, распределенной обработке и использованной памяти. Так, например, в 2005 г. 8 главных компьютерных центров успешно выполнили задание по обеспечению непрерывного потока данных со средней скоростью 600 Мб/с в течение 10 дней из *CERN* на 7 сайтов в Европе и США. Это упражнение было частью сервисной программы проверки *LCG*-инфраструктуры. Общий объем переданных в этом эксперименте данных – 500 Тб – потребовал бы около 250 лет, если бы загрузка осуществлялась с использованием типового широкополосного домашнего канала в 512 кб/с.

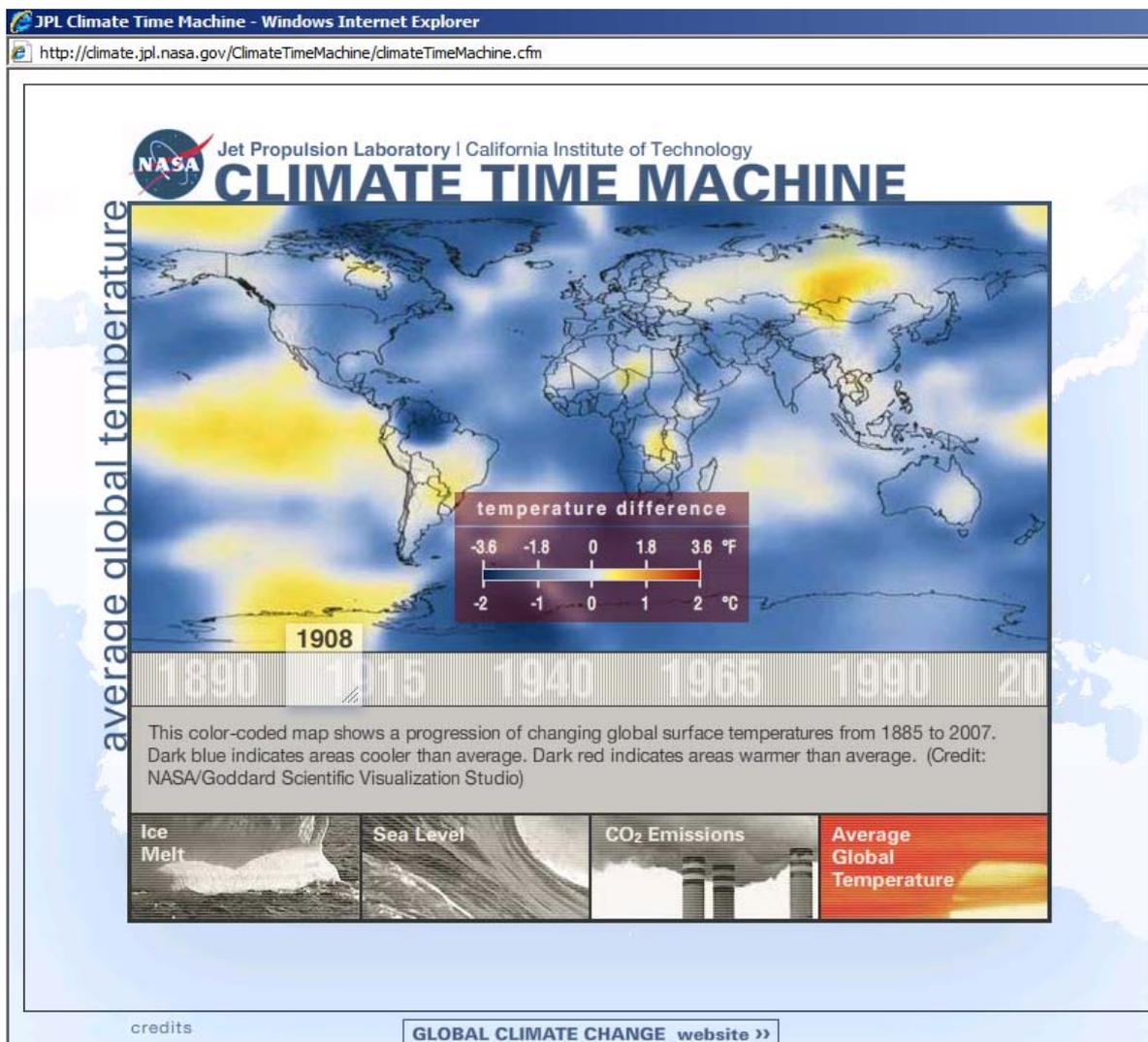
По мере приближения запуска коллайдера *LHC* мощность *LCG* как числа задействованных сайтов приближается к запланированным 5000 шт. В *LCG* будут продолжаться работы по повышению надежности, добавлению новых сайтов и увеличению ресурсов сайтов существующих. Кроме этого экспоненциальный рост скорости процессора и объема дисковой памяти, характерный для ИТ-индустрии, поможет добиться поставленных перед *LCG* амбициозных целей грид-компьютинга.

### 1.2.2. Проекты NASA

Современные научные методы исследования становятся все более мощными: от наблюдений на орбитах до механизмов установления последовательности генома. Но большое количество научных данных создает



Рис. 1.12. Главная страница проекта NASA *Earth Observing System*

Рис. 1.13. Проект NASA *ClimateTimeMachine*

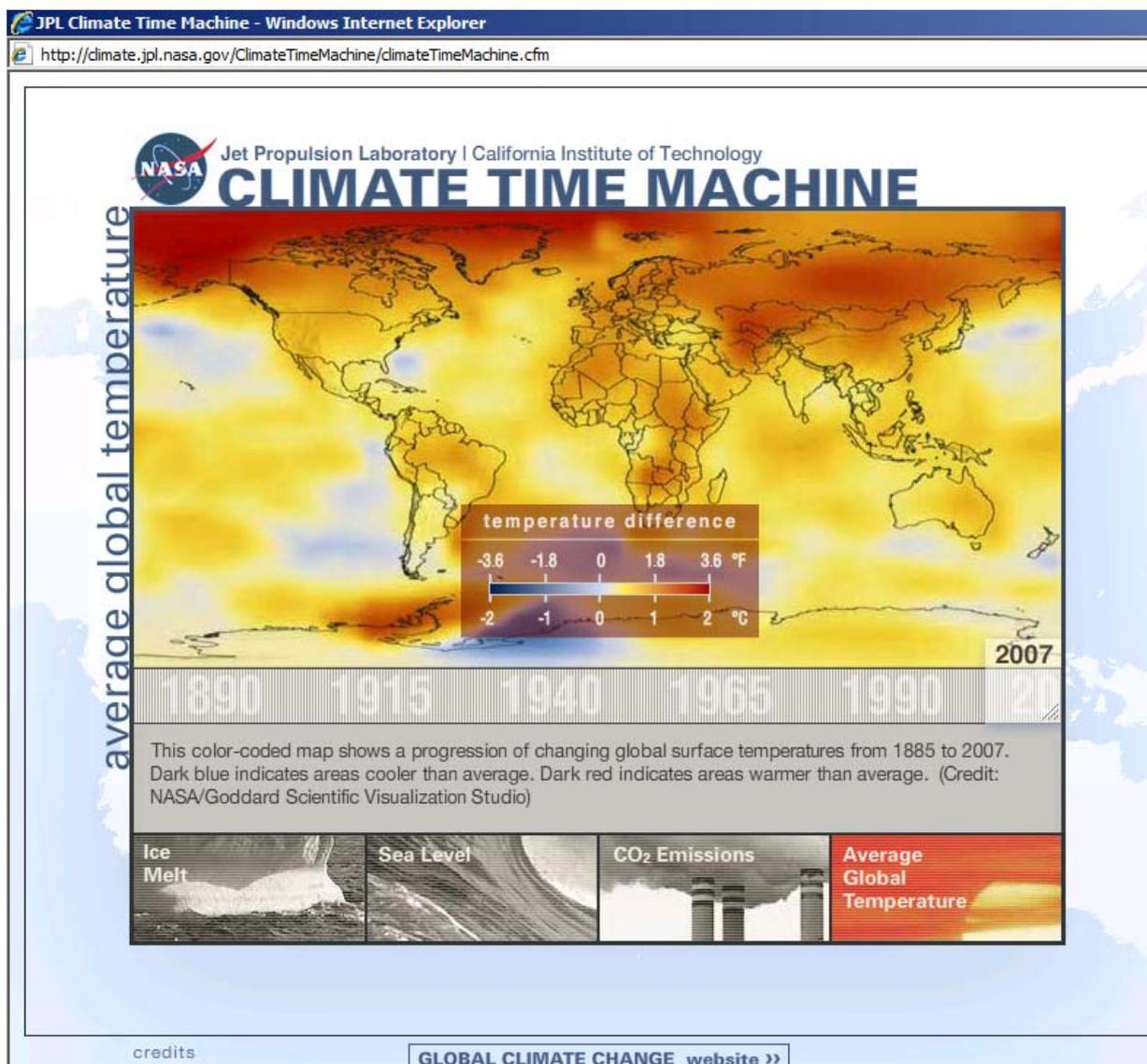


Рис. 1.14. Проект NASA *ClimateTimeMachine*,  
<http://climate.jpl.nasa.gov/ClimateTimeMachine/ClimateTimeMachine.cfm>

трудности при их анализе. К примеру, 4 спутника *NASA Earth Observing System*, <http://nasa.gov/> (рис. 1.12, рис. 1.13, рис. 1.14) посылают 1000 терабит ( $10^{12}$  бит) информации одновременно, что намного больше, чем ученые на Земле могут надеяться откалибровать и проанализировать.

Подобные потоки информации очень громадны, для их обработки необходимы мощные компьютеры. Некоторые исследователи имеют доступ к мощным суперкомпьютерам, которые могут обрабатывать огромное количество данных. В отдельных случаях можно раздробить большой объем работы для компьютеров на маленькие части и распределить их между свободными компьютерами в Интернете. Согласно этой стратегии многие неразрешимые задачи могут стать решаемыми.

## 1.2.3. Виртуальные обсерватории

Развивающиеся электронные обсерватории позволяют астрономам формулировать и отвечать на вопросы, для ответов на которые ранее потребовалось бы несколько лет наблюдений. В статье A. Szalay, J. Gray «*The World Wide Telescope*» (*Science* 293, 2037, 2001) описаны тенденции развития виртуальной обсерватории *Virtual Observatory*, <http://www.worldwidetelescope.org/>, – всемирной организации, предоставляющей через Интернет все астрономические данные и необходимые литературные источники, которые доступны каждому в любое время, в любом месте, в любой форме.

Виртуальная обсерватория включает в себя: астрономические данные (в виде архивов космических и наземных телескопов, каталогов, баз данных); средства поиска, доступа к данным и их обработки; научные приложения результатов работы с данными. Данные, которые предоставляет виртуальная обсерватория, также обеспечивают прекрасную основу для преподавания астрономии и научных исследований. В частности, ориентированное приложение *World Wide Telescope (WWT) – Web 2.0* позволяет компьютеру функционировать как виртуальному телескопу, получая снимки из лучших телескопов в мире, находящихся на поверхности Земли и в космосе:

- *the Hubble Space Telescope (HST)*;
- *the Chandra X-Ray Observatory*;
- *the Sloan Digital Sky Survey (SDSS)*;
- *the Two Micron All Sky Survey (2 MASS)*;
- *the Digitized Palomar Observatory Sky Survey (DPOSS)*.

*World Wide Telescope (WWT)* создан при помощи *Microsoft Visual Experience Engine*. Он позволяет исследовать ночное небо, планеты и окружающую среду, просматривать, например, небо в различных диапазонах длин волн: видимом, ультрафиолетовом, инфракрасном, рентгеновском. Так, можно наблюдать яркие туманности в рентгеновском диапазоне, затем переключиться в видимый, чтобы открыть реликты от взрыва сверхновой звезды тысячи лет назад. Можно переключиться в режим *Hydrogen Alpha*, чтобы увидеть распределение и освещение массивных структур водородных облаков, зажигающихся высокоэнергетическим излучением от соседних звезд в Млечном Пути. Это только два примера из многих различных способов показать скрытые структуры во Вселенной с помощью *WWT*. *WWT* – единый прикладной портал, который смешивает терабайты изображений, информации и историй из многочисленных источников через Интернет.

Архивы этих микроскопов интересны сами по себе, но временные и мультиспектральные исследования требуют комбинирования данных, полученных от многих приборов. Специфика астрономических данных заключается в том, что предметы исследования – это объекты, которые, во-первых, самые удаленные (13 млрд световых лет), во-вторых, самые многочисленные или, наоборот, уникальные, в-третьих, имеющие десятки наименований (Си-

риус, например, имеет 54 идентификатора, Вега – 45). Астрономические явления переменны, а данные об объектах не обесцениваются. Физики и астрономы производят массу измерений: физики отбрасывают большинство, астрономы используют их все и их комбинации. Объединение получаемых данных позволяет формировать уникальный каталог для исследования Вселенной, в том числе и путем систематизирования и интегрирования данных. Наблюдение за объектами ночью требует несколько сотен гигабит памяти. Обработка данных от одной спектральной полосы – несколько терабит. Очевидно, что невозможно для каждого астронома иметь собственную копию всех данных. Современные информационные технологии позволяют организовывать систематизированные сервисы для исследования нашей Галактики и дальних миров.

*On-line*-архивы содержат как «сырые», так и обработанные астрономические наблюдения миллиардов объектов. Объемы и динамика развития астрономических каталогов впечатляют: в 1970 г. насчитывали 20 каталогов из 4 обсерваторий, тогда как 2004 г. – уже 5500 каталогов. Каждое из наблюдений различных астрономических объектов в различном диапазоне длин волн несет важную информацию о природе объекта. Один и тот же астрономический объект может иметь разные характеристики в различных диапазонах длин волн (рис. 1.15). Например, оказалось, что молодые спиральные галактики выглядят как концентрические пятна в ультрафиолете, тогда как в оптическом диапазоне – как гладкая спиральная ветвь. Галактические кластеры могут выглядеть как скопление галактик в оптическом диапазоне, тогда как в рентгеновских лучах – как горячий и диффундирующий газ между галактиками.

Благодаря созданию виртуальной обсерватории сегодня ученые могут решать различные научные проблемы. Фактически ученые имеют возможность использовать различные инструменты: унифицированный поисковый механизм; возможность сбора и обработки информации из различных архивов одновременно, в том числе и исторических; огромные распределенные ресурсы для расчетов; выполнение анализов любого количества данных; публикация полученных результатов на специальных сайтах; доступность сервисов всем и в любое время. Специфика научных астрономических исследований состоит в необходимости обработки большого количества статистических данных, которые включают, например, многоцветные изображения миллионов галактик, измерения расстояний и пр. Виртуальная обсерватория незаменима для выполнения подобных статистических анализов.

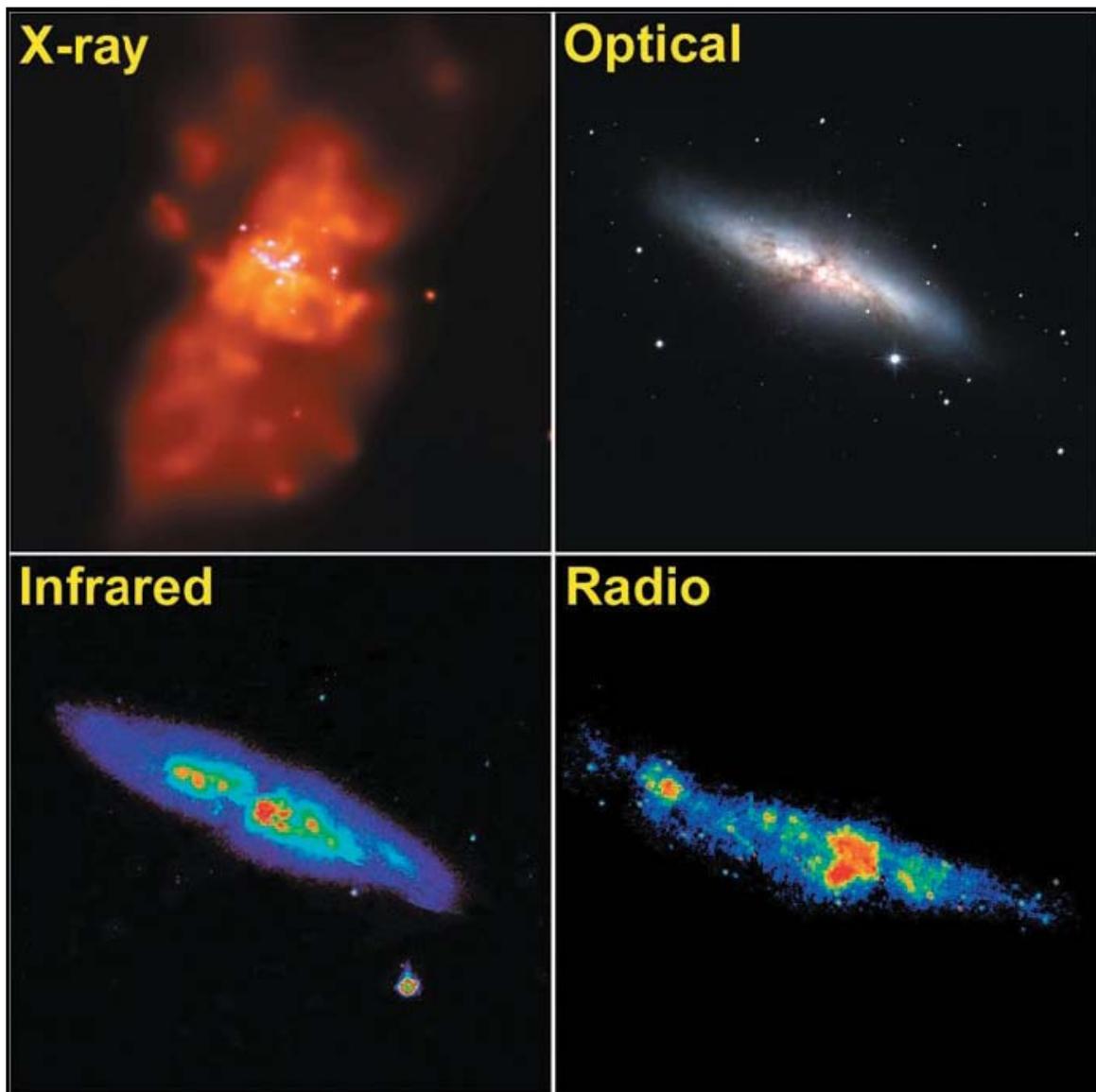


Рис. 1.15. Объект M82, расположенный на расстоянии 11 млн световых лет, – это ближайшая взорвавшаяся галактика, которая в 10 раз больше нашей. Изображения в различных длинах волн. (Изображения являются собственностью NASA/CXC/SAO/PSU/CMU (*x-ray*), AURA/NOAO/NSF (*optical*), SAO (*infrared*), and MERLIN/VLA (*radio*), компиляция из <http://chandra.harvard.edu/photo/0094/index.html>)

В частности, известно, что цвет объекта определяется его температурой. В расширяющейся Вселенной свет, излучаемый удаленным объектом, имеет сдвиг в длинноволновую область. Следовательно, можно определять расстояния, на которых находятся горячие и холодные объекты. Данные из архивов *2MASS* и *SDSS* свидетельствуют о существовании большого количества холодных объектов, например, таких как, коричневые карлики, которые больше, чем планеты, но меньше, чем звезды. Такие исследования не возможны в условиях единичного наблюдения за небом, сделанного вручную, как это делается сегодня в некоторых научных центрах. Необходимы постоянные автоматизированные наблюдения, основанные на последних достижениях информационных технологий. В ближайшее время станет существенно

проще загрузить на компьютер оцифрованный участок неба, чем месяцами ожидать доступа к телескопу.

Сегодня успешно функционирует Международный альянс виртуальной лаборатории (*International Virtual Observatory Alliance*), <http://ivoa.net/pub/members/> (рис. 1.16, рис. 1.17, рис. 1.18). Активным участником этого международного виртуального научного сообщества является Российское виртуальное общество, <http://www.inasan.rssi.ru/rus/rvo/index.html> (рис. 1.19).

Основными функциями виртуальной обсерватории в нашей стране являются: создание фонда существующих и планируемых ключевых национальных ресурсов и баз данных, создание среды, связывающей наблюдательные архивы; функционирование в качестве связующего звена между Международным альянсом виртуальной лаборатории и Национальным астрономическим сообществом; разработка стандартных интерфейсов доступа к данным и процесса их анализа; производство астрономических данных; создание *Virtual Observatory*-прототипов, демонстрирующих поиск, изучение и доступ к распределенным источникам астрономических данных различных классов.

Крупнейшей астрономической электронной библиотекой является система *Astrophysics Data System (ADS)*, <http://adswww.harvard.edu/>, объединяющая 4 библиографические базы данных (астрономия и науки о планетах, физика и геофизика, космические инструменты, астрономические препринты) и содержащая около 3,6 млн записей.



Рис. 1.16. Международный альянс виртуальной лаборатории (*International Virtual Observatory Alliance*), <http://ivoa.net/pub/>

### IVOA Member Organizations

Acronym	VO Project/Country	Principal Investigator
ArVO	Armenian Virtual Observatory	Areg Mickaelian
AstroGrid	Virtual Observatory United Kingdom	Andy Lawrence
Aus-VO	Australian Virtual Observatory	Rachel Webster
China-VO	Chinese Virtual Observatory	Chenzhou Cui
CVO	Canadian Virtual Observatory	David Schade
EURO-VO	European Virtual Observatory	Françoise Genova
GAVO	German Astrophysical Virtual Observatory	Joachim Wambsganss
HVO	Hungarian Virtual Observatory	István Csabai
JVO	Japanese Virtual Observatory	Masatoshi Ohishi
KVO	Korean Virtual Observatory	Sang Chul Kim
NVO	National Virtual Observatory, United States	Alex Szalay
OV-France	Observatoire Virtuel France	Françoise Genova
RVO	Russian Virtual Observatory	Oleg Malkov
SVO	Spanish Virtual Observatory	Enrique Solano
VObs.it	Italian Virtual Observatory	Fabio Pasian
VO-India	Virtual Observatory India	Ajit Kembhavi

Рис. 1.17. Члены Международного альянса виртуальной лаборатории (*International Virtual Observatory Alliance*), <http://ivoa.net/pub/members/>

*VizieR* – наиболее полная база данных астрономических каталогов и таблиц данных. В настоящее время *VizieR* содержит около 3500 каталогов, также включает в себя каталоги, доступные по *FTP*, и словарь обозначений небесных объектов, <http://vizier.u-strasbg.fr/>.

*INES* – система обработки и распространения данных архива, содержащего более 110000 спектров для ~9600 объектов, полученных за время выполнения миссии *IUE* (*The International Ultraviolet Explorer satellite*), <http://sdc.laeff.inta.es/ines/>.

Подробно с виртуальными лабораториями, которые сегодня функционируют, можно ознакомиться на сайте <http://www.interquanta.biz/vos/>.

National Virtual Observatory, United States		<a href="http://www.us-vo.org">http://www.us-vo.org</a>
Observatoire Virtuel France		<a href="http://www.france-vo.org/">http://www.france-vo.org/</a>
Russian Virtual Observatory		<a href="http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/">http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/</a>
Spanish Virtual Observatory		<a href="http://svo.laeff.inta.es/">http://svo.laeff.inta.es/</a>
Italian Virtual Observatory		<a href="http://vobs.astro.it">http://vobs.astro.it</a>
Virtual Observatory India		<a href="http://vo.iucaa.ernet.in/%7Evoi/">http://vo.iucaa.ernet.in/%7Evoi/</a>

Рис. 1.18. Члены Международного альянса виртуальных лабораторий (*International Virtual Observatory Alliance*), <http://ivoa.net/pub/members/>



ENGLISH

РОССИЙСКАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

**ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ** Новости RVO: 29.07.07 Информат...

**СТРУКТУРА** Виртуальная обсерватория - объединение центров данных, содержащих интероперабельные астрономические данные (в виде архивов космических и наземных тел и их обработки; а также научные приложения результатов работы с данными).

**ЗЕРКАЛА БАЗ ДАННЫХ** Создание виртуальных обсерваторий обусловлено двумя основными факторами: взрывным ростом объема астрономических данных, получаемых на современных между различными наборами данных.

**РОССИЙСКИЕ РЕСУРСЫ** Проект создания RVO был утвержден Решением [Научного совета по Астрономии РАН](#) одним из важнейших международных проектов. RVO является компонентом объединения архивов всех основных обсерваторий мира и создание которой координируется [Альянсом IVOA](#).

**РОССИЙСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ** Подробный текст проекта можно найти [здесь](#) (на английском языке, русская версия появится позже)

**СТЕКЛЯННЫЕ** Information Infrastructure of the Russian Virtual Observatory (RVO). Second Edition

Рис. 1.19. Стартовая страница в Интернете Российского виртуального общества, <http://www.inasan.rssi.ru/rus/rvo/index.html>

Трудно переоценить возможность доступа человека к *on-line*-ресурсам, так как фактически глобальная библиотека находится теперь на кончиках пальцев. Несомненно, что автоматизированный доступ с помощью программного обеспечения становится все более революционным, поскольку все процессы становятся все более удобными из-за все возрастающих скоростей, с которыми программы могут оперировать. В то же самое время, пока человек выполняет поиск одного элемента в пределах определенного Web-сайта, программа находит и интегрирует данные из огромного количества источников и идентифицирует взаимосвязь между ними, чего человек, скорее всего, никогда не сможет сделать без посторонней помощи.

### 1.3. E-Science в биологии

Практическая наука существенно подвергается влиянию информационных технологий и, в частности, Интернета. Например, доступность *on-line* тысяч гигабит последовательности генома означает возрастающее количество биологов, которым для их исследований не нужно проводить время в лаборатории, так как данные и параметры – это то, что они могут теперь найти в Интернете, а не в лаборатории.

Биологические науки с каждым днем пополняются все большим количеством численных данных, поэтому успешные исследования в различных областях биологии предполагают использование различных численных методов, современных компьютерных технологий и так называемого *e-инструментария (e-tools)*. Биоинформатика – это развитие и использование компьютерных, математических и статистических методов для расчетов, управления, анализов и интерпретации биологических объектов.

#### 1.3.1. Проект *e-Science Integrative Biology*

В Великобритании недавно создан специальной проект *e-Science Integrative Biology (The Integrative Biology Project)*, [www.integrativebiology.ox.ac.uk](http://www.integrativebiology.ox.ac.uk), – типичный пример междисциплинарного сотрудничества в науке, развивающейся области системной биологии. На реализацию этого проекта было потрачено 2,3 млн евро, проект выполнялся Оксфордским университетом. Основная цель проекта – развитие виртуальной лаборатории для исследования заболеваний сердца и рака. В проекте принимали участие также еще 4 университета Великобритании и университет Окленда (Новая Зеландия). Группа *Дэниса Нобла* в Оксфорде является всемирно известной благодаря исследованиям в области моделирования функционирования клеток сердца. *Питер Хантер* и его команда из департамента биоинженерии университета Окленда в Новой Зеландии исследуют механическую модель биения сердца. Обе группы в настоящий момент проводят исследования мирового класса в дан-

ных областях исследований. Тем не менее, цель проекта – объединить исследователей этих двух групп в научной виртуальной организации – *Scientific virtual organization (SVO)*. Эта виртуальная организация позволяет ученым в проекте регулярно в плановом порядке иметь доступ как к модели и данным, разрабатываемым университетами Оксфорда и Окленда, так и к программным ресурсам и суперкомпьютеру Великобритании.

Обеспечивая мощную и надежную исследовательскую *e-Science*-инфраструктуру в каждой из этих двух исследовательских групп, можно комбинировать их исследовательскую активность. В этом случае возможно будет исследовать связи между специфическими генетическими дефектами, которые влияют на электрическую функцию сердечных клеток, и опасные для жизни сердечные аритмии. Данный тип исследований демонстрирует, что группа не может проводить научные исследования независимо, в этом смысле *e-Science*-технологии могут быть полезны в различных научных исследованиях. Эти представления являются основополагающими в *e-Science*-программе Великобритании.

### 1.3.2. GenBank – генетический банк данных

Одним из впечатляющих примеров реализации возможностей современных программных средств является система, которая автоматически интегрирует информацию о геноме и базу данных белковых последовательностей для изучения, например, метаболических путей.

*GenBank* – генетический банк данных – беспрецедентная база данных, которая содержит доступные широкой общественности последовательности нуклеотидов для более чем 260 000 организмов, вся информация в генетическом банке данных сопровождается библиографическими ссылками и биологическими аннотациями.

*GenBank*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/index.html> (рис. 1.20) был создан Национальным центром по биотехнологической информации (*National Center for Biotechnology Information (NCBI)*), [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov) (рис. 1.21) как отдел в Национальной медицинской лаборатории (*National Library of Medicine (NLM)*), <http://www.nlm.nih.gov/> (рис. 1.22), расположенной в кампусе Национального института здоровья США (*US National Institutes of Health (NIH) in Bethesda, MD, USA*), <http://www.nih.gov/> (рис. 1.23). Пример размещения новой информации, а также ссылка на исследовательский центр, в котором была расшифрована какая-либо последовательность, приведены на рис. 1.24 и рис. 1.25 соответственно.

**NCBI** **GenBank Overview**

PubMed Entrez BLAST OMIM Books Taxonomy Structure

Search Entrez for  Go

NCBI Home  
NCBI Site Map  
Submit to GenBank  
Submit an update  
Search GenBank  
GenBank and RefSeq:  
a comparison  
BLAST

► **What is GenBank?**

GenBank<sup>®</sup> is the NIH genetic sequence database, an annotated collection of all publicly available DNA sequences ([Nucleic Acids Research, 2008 Jan;36\(Database issue\):D25-30](#)). There are approximately 85,759,586,764 bases in 82,853,685 sequence records in the traditional GenBank divisions and 108,635,736,141 bases in 27,439,206 sequence records in the WGS division as of February 2008.

The complete [release notes](#) for the current version of GenBank are available on the NCBI ftp site. A new release is made every two months. GenBank is part of the [International Nucleotide Sequence Database Collaboration](#), which comprises the DNA DataBank of Japan (DDBJ), the European Molecular Biology Laboratory (EMBL), and GenBank at NCBI. These three organizations exchange data on a daily basis.

An example of a GenBank [record](#) may be viewed for a *Saccharomyces cerevisiae* gene.

► **In The News: Platypus Genome**

Explore Platypus Genome resources.

- [Platypus Genome Project](#)
- [Platypus Taxonomic and Sequence Resources](#)
- [Platypus Genome Resource Guide](#)
- [Duck-Billed Platypus Genome Sequence Published](#) (NIH Press Release)
- [Duck-billed Platypus Genome Sequencing](#) (NIH Extramural Research)



► **Submissions to GenBank**

Many journals require [submission of sequence information](#) to a database prior to publication so that an accession number may appear in the paper. There are several options for submitting data to GenBank:

- [BankIt](#), a WWW-based submission tool for convenient and quick submission of sequence data
- [Sequin](#), NCBI's stand-alone submission software for MAC, PC, and UNIX platforms, is available by FTP. When using Sequin, the output files for direct submission should be sent to GenBank by e-mail.

Рис. 1.20. Генетический банк данных (*GenBank*),  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/index.html>

**NCBI**  
National Library of Medicine      National Institutes of Health

PubMed   All Databases   BLAST   OMIM   Books   TaxBrowser   Structure

Search  for

**SITE MAP**  
Alphabetical List  
Resource Guide

**About NCBI**  
An introduction to NCBI

**GenBank**  
Sequence submission support and software

**Literature databases**  
PubMed, OMIM, Books, and PubMed Central

**Molecular databases**  
Sequences, structures, and taxonomy

**Genomic biology**  
The human genome, whole genomes, and related resources

**Tools**  
Data mining

**Research at NCBI**  
People, projects, and seminars

**Software engineering**  
Tools, R&D, and databases

**What does NCBI do?**

Established in 1988 as a national resource for molecular biology information, NCBI creates public databases, conducts research in computational biology, develops software tools for analyzing genome data, and disseminates biomedical information - all for the better understanding of molecular processes affecting human health and disease. [More about NCBI...](#)

**Protein Clusters**

The new Protein Clusters database contains Reference Sequence (RefSeq) protein records that are grouped and annotated by sequence and functional similarity. Source sequences come from the complete genomes of prokaryotes, plasmids, and organelles. Read [more about Protein Clusters](#).

**PubMed Central**

[PubMed Central](#) is an archive of biomedical and life sciences journals.

- Free full text
- Over 1,500,000 articles from over 450 journals
- Linked to PubMed and fully searchable

Use of PubMed Central requires no registration or fee. Access it from any computer with an Internet connection.

**NCBI News**

**Hot Spots**

- ▶ Assembly Archive
- ▶ Clusters of orthologous groups
- ▶ Coffee Break, Genes & Disease, NCBI Handbook
- ▶ Electronic PCR
- ▶ Entrez Home
- ▶ Entrez Tools
- ▶ Gene expression omnibus (GEO)
- ▶ Human genome resources
- ▶ Influenza Virus Resource
- ▶ Map Viewer
- ▶ dbMHC
- ▶ Mouse genome resources
- ▶ My NCBI
- ▶ ORF finder
- ▶ Rat genome resources
- ▶ Reference sequence project
- ▶ SAGEmap

Рис. 1.21. Домашняя страница Национального центра по биотехнологической информации (*National Center for Biotechnology Information (NCBI)*, [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov))

United States  
**National Library of Medicine**  
National Institutes of Health

Human Genome Exploration

Contact NLM | Site Map | FAQs

Search NLM Web Site

List of NLM >>  
Databases and Resources

**PubMed**  
Biomedical journal literature from MEDLINE/PubMed  
[VISIT SITE](#)

**MedlinePlus**  
Health and drug information for patients, family and friends  
[VISIT SITE](#)  
[ESPAÑOL](#)

**DailyMed**  
High quality information about marketed drugs  
[VISIT SITE](#)

**ClinicalTrials.gov**  
Drug and Treatment Studies  
[VISIT SITE](#)

**Especially for:**

- The Public
- Health Care Professionals
- Researchers
- Librarians
- Publishers

**Current Health News**

[Collaborative Charts Help Older Patients Track Meds](#) (09/26/08)  
[Drug Fights Diabetic Eye Disease](#) (09/26/08)  
[Many U.S. Kids Not Receiving Flu Vaccine](#) (09/26/08)  
[More Health News](#)

**NLM News and Press Releases**

[National Institutes of Health Launches ClinicalTrials.gov Results Database](#) (09/26/08)  
[National Institutes of Health to Go Tobacco-Free Wednesday, October 1, 2008](#) (09/25/08)  
[Participants in Leadership Fellows Program Announced](#) (09/17/08)  
[NLM 20th-Century Health Poster Exhibition, "An Iconography of Contagion," Opens at the National Academy of Sciences](#) (09/15/08)  
[More NLM News](#)

**On Exhibit at NLM**

**Against the Odds**  
Against the Odds: Making a Difference in Global Health

**Hurricane Preparedness**

**Visit the Health and Human Services Hurricane Preparedness site**

**Director's Comments**

**Listen to what's new in consumer health on MedlinePlus**

Рис. 1.22. Национальная медицинская лаборатория  
(National Library of Medicine (NLM), <http://www.nlm.nih.gov/>)

U.S. Department of Health & Human Services | www.hhs.gov

National Institutes of Health | The Nation's Medical Research Agency

HOME | HEALTH | GRANTS | NEWS | RESEARCH | INSTITUTES | ABOUT NIH

NIH at a Glance  
Training at NIH  
Jobs at NIH  
Visitor Info  
Subscriptions

**Rare Diseases**  
Resources for Caregivers  
more information

**Funding for Research**  
» Grant Application Basics  
» Forms  
» Deadlines  
» Funding Plans by Institute  
» Award Information & Data  
Search Funding Opportunities

**Health Information**  
For A-Z in consumer health topics, visit [Health.nih.gov](http://Health.nih.gov).

**Clinical Trials**  
For info about clinical trials, visit [clinicalresearch.nih.gov](http://clinicalresearch.nih.gov).

**Research Highlights**  
Review our collection of Research Results for the Public.

**Structural Genomics**  
**PSI** Protein Structure Initiative (PSI) - 3-dimensional structural resources for the scientific community

**In The News**  
Blinding Disease Promising Results in Phase 1 Gene Therapy Trial  
Brain Cancer Insights into the most common form of brain cancer, Glioblastoma

» For the Press  
» eColumn: NIH Research Matters

NIH RADIO | MULTIMEDIA

**Medical Research Initiatives**  
» Peer Review  
» Blueprint for Neuroscience Research  
» Women in Biomedical Careers  
» NIH Roadmap  
» Stem Cell Information

HEALTH	GRANTS	NEWS	RESEARCH	INSTITUTES	ABOUT NIH
A to Z Health Topics Clinical Trials MedlinePlus Health Hotlines	Grants & Funding Funding Opportunities (NIH Guide) Forms and Deadlines Electronic Research Admin (eRA) Grants Policy News & Events About OER Research Contracts Loan Repayment	News Releases Calendar Media Contacts For the Press NIH Record News In Health newsletter Research Matters eColumn RSS Video Radio Podcast	Training Intramural Research Human Embryonic Stem Cell Registry Scientific Interest Groups Labs Library Catalog Journals Scientific Computing	Office of the Director 27 Institutes and Centers that make up the NIH	Mission From Our Director Visitor Info Organizational Structure Budget History Science Education Public Involvement

Contact Us | Privacy Notice | Disclaimer | Accessibility | Site Map | Search | FOIA | OIG | FAQ

National Institutes of Health (NIH)  
9000 Rockville Pike  
Bethesda, Maryland 20892

Department of Health and Human Services

USA.gov  
Government Made Easy

Рис. 1.23. Национальный институт здоровья США (US National Institutes of Health (NIH), <http://www.nih.gov>)

The screenshot displays the NCBI Entrez Genome Project interface for *Ornithorhynchus anatinus* (duck-billed platypus). The page includes a search bar, navigation tabs (All Databases, Published, Nucleotide, Protein, Genome, Structure, PDB, Taxonomy, Books), and a sidebar with resource links. The main content area features a description of the organism, a photograph, a karyotype, and a list of genome projects and publications.

**Resource Links:**

- NCBI Resources
  - MapViewer
  - BLAST genome
  - TafPlot
  - Platypus Genome Resources
- Organism Data in GenBank
  - EST
  - Genomic
  - mRNA
  - Protein
  - WGC
- Sequencing Centers
  - WashU-GSC
- Sequencing Projects
  - White Paper
  - The ENCODE Project
- Related Resources
  - Animal Diversity Web
  - CHORI-Platypus BAC Library
  - EnPASY proteins
- Other Databases
  - GOLD (GPIID 12685)

**Lineage:** Eukarya, Metazoa, Chordata, Craniata, Vertebrata, Euteleostomi, Mammalia, Monotremata, Ornithorhynchidae, Ornithorhynchus, Ornithorhynchus anatinus

**Search Map Viewer for:** Find Advanced Search

**Available maps:**

**Sequence Maps:** 11 maps

**Genome Projects:**

- Ornithorhynchus anatinus overview (Project ID: 10883)
  - Mitochondrial genome: *Ornithorhynchus anatinus* at Zoologisches Institut der Univ. Munich
  - Genome sequencing:
    - Ornithorhynchus anatinus* at Washington University (WashU) [In progress]
    - Ornithorhynchus anatinus* at NISC - NIH Intramural Sequencing Center [In progress]
  - RefSeq: *Ornithorhynchus anatinus* at NCBI

**Publications:**

- Warren WC et al. "Genome analysis of the platypus reveals unique signatures of evolution." *Nature*, 2008 May 8;453(7192):175-83
- Janke A et al. "The mitochondrial genome of a monotreme--the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*)". *J Mol Evol*, 1996 Feb;42(2):153-9

**Ornithorhynchus anatinus**

*Ornithorhynchus anatinus*, or duck-billed platypus, is an important model organism for developmental, evolutionary, and genomic studies. The platypus and two species of echidna comprise the monotremes (prototherian mammals). Monotremes diverged from therian mammals (marsupials and placentals) approximately 210 million years ago and, not surprisingly, retain a mixture of reptilian and mammalian features. Monotremes are best known for their mixture of primitive and derived reproductive traits. For example, monotremes lay eggs but also have mammary glands. In platypus, eggs are ovulated in the uterus for approximately 28 days and then externally incubated for 10 days. As in birds and other reptiles, the platypus karyotype consists of a few macro-chromosomes and many micro-chromosomes. Platypus have 52 chromosomes. Males are heterogametic with 21 paired chromosomes and 10 unpaired chromosomes (X1-5 and Y1-5). During meiosis these unpaired chromosomes form a linked chain of elements. Though the sex determination system of monotremes is still incompletely understood it offers tantalizing clues to the ancestral sex determination system of birds and placental mammals.

**Write to the Help Desk**  
 NCBI | NLM | NIH  
 Department of Health & Human Services  
 Privacy Statement | Freedom of Information Act | Disclaimer

Рис. 1.24. GenBank, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/index.html>

Первоначально база данных формировалась благодаря предоставлению этих данных отдельными лабораториями и проектами. Ежедневно происходит обмен данными с базами данных Европейской лаборатории молекулярной биологии (*European Molecular Biology Laboratory Nucleotide Sequence Database in Europe (EMBL)*), <http://www.ebi.ac.uk/embl/> (рис. 1.26) и *the DNA Data Bank of Japan (DDBJ)*. GenBank доступен через сайт Национального центра по биотехнологической информации (NCBI), поисковую систему Entrez (*the Entrez cross-database search page*), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/gquery> (рис. 1.27), которая интегрирует данные из основных баз последовательностей ДНК и белков, учитывая таксономию, геном, белковую структуру и другую информацию. GenBank также оперирует различными данными из биомедицинских журналов, доступных через PubMed. Система BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*), <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (рис. 1.28) обеспечивает исследования гомологичности последовательностей в GenBank или других базах данных.

WASHINGTON UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE ► DEPARTMENT OF GENETICS ► GENOME SEQUENCING CENTER

# Genome Sequencing Center

Home • Projects • Genomes • Platforms • Publications • Outreach • Services • Data • Tools • About Us  Search

Home > Genome Groups > Other Vertebrates > *Ornithorhynchus anatinus*

## *Ornithorhynchus anatinus*

**Common Name: Platypus**

### Habitat

The duck-billed platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) is common in rivers in eastern continental Australia south of Cooktown and east of the junction of the Murray and Darling Rivers, and in Tasmania. However, their distribution is being reduced by human activity, particularly where vegetation from river banks has been reduced and rivers have silted with sand. Platypuses forage for food in rivers and streams (which may be fed directly by melting snow) and shelter in burrows in the banks.

### Biology

The platypus has reptilian and mammalian characteristics. The latter include well developed fur, homeothermic endothermy, and mammary glands which nourish young until they are about two thirds adult mass. It has a duck shaped bill, webbed feet, a tail like a beaver, and lay eggs. Adult males are about 50 cm long and weigh 1,600 g and are bigger than females (about 40 cm 900 g respectively). Males have spurs located on the hind legs which can deliver venom which can kill a small animal and has proved extremely painful to humans. Venom production is androgen dependent, but its biological role has not been resolved. The genetics, physiology and biochemistry of platypus have received relatively little attention considering the evolutionary relationship between platypus (and echidnas) and eutherian and marsupial mammals. The platypus genome is no less remarkable, being divided up into large and small chromosomes reminiscent of the macro- and microchromosomes of reptiles and birds. The platypus has ten sex chromosomes (5X, 5Y) that form a chain at male meiosis that links mammal and bird sex determination. However with the absence of the mammalian sex-determining gene SRY sex determination is still a mystery in platypus.

### Sequencing Summary

The platypus genome of an animal nicknamed "Glennie" (collected at the Upper Barnard River on Glen Rock Station, New South Wales) was sequenced to a total of 6x whole genome coverage and will serve as the reference genome. The sequencing strategy we utilized, combined whole genome shotgun plasmid, fosmid and BAC end sequences. The draft sequence assembly and a BAC-based fingerprint map with an estimated 12X clone coverage are both available on our platypus genome web site. A comprehensive analysis of the draft sequence assembly is currently in progress. Funding for the sequence characterization of the platypus genome is being provided by the National Human Genome Research Institute (NHGRI), National Institutes of Health (NIH).



Duck Billed Platypus  
(*Ornithorhynchus anatinus*)

Photo courtesy of  
australianfauna.com (Permission  
Pending)

Рис. 1.25. Washington University Genome Sequencing Center,  
<http://genome.wustl.edu/index.cgi>,  
<http://genome.wustl.edu/genome.cgi?GENOME=Ornithorhynchus%20anatinus>

EMBL-EBI EB-eye Search All Databases Enter Text Here Go Reset Advanced Search Give us feedback

Databases Tools EBI Groups Training Industry About Us Help Site Index

EMBL-Bank Home  
 Access  
 Documentation  
 News  
 Submission  
 Publications  
 People  
 Contact

EMBL Fetch  
 Fetch an EMBL record by id  
 Go

TPA - Third Party Annotation  
 Users can now submit re-annotations/ re-assemblies of sequences already present in EMBL and owned by other groups.

Collaborations  
 INSDC - International Nucleotide Sequence Database Collaboration  
 NCBI - The Nucleotide Sequence Database is produced in collaboration with GenBank (USA)  
 DDBJ - The Nucleotide Sequence Database is also produced in collaboration with the DNA Database of Japan (DDBJ)

EBI > Databases > EMBL-Bank

### EMBL Nucleotide Sequence Database

The EMBL Nucleotide Sequence Database (also known as EMBL-Bank) constitutes Europe's primary nucleotide sequence resource. Main sources for DNA and RNA sequences are [direct submissions](#) from individual researchers, genome sequencing projects and patent applications.

The database is produced in an international [collaboration](#) with GenBank (USA) and the DNA Database of Japan (DDBJ). Each of the three groups collects a portion of the total sequence data reported worldwide, and all new and updated database entries are exchanged between the groups on a daily basis. The [current database release](#) (Release 96, September 2008), with according [Release notes](#) and [user manual](#) are available from the EBI servers. A sample database entry is shown [here](#).

A publication in [Nucleic Acids Research 2008 Jan \(Database issue\) \[epub ahead of print\]](#) provides further information and details.

The EMBL nucleotide sequence database is part of the [The Protein and Nucleotide Database Group \(PANDA\)](#). This is jointly headed by [Dr. Rolf Apweiler](#) and [Dr. Ewan Birney](#), with Dr. Birney taking responsibility for Nucleotides.

Link	Explanation
<a href="#">Access</a>	<a href="#">Database queries</a> , <a href="#">Completed genomes webserver</a> , <a href="#">FTP archives</a> (EMBL release, alignments etc), <a href="#">EMBL sequence version archive (SVA)</a> , <a href="#">Browse by geography</a> .
<a href="#">Submission</a>	Primary sequence submissions, third party annotation, updates and alignment submissions.
<a href="#">Documentation</a>	<a href="#">Release notes</a> <a href="#">user manual</a> , <a href="#">Information for Submitters</a> , <a href="#">FAQ</a> , <a href="#">Release information</a> , <a href="#">Forthcoming Changes</a> , <a href="#">EMBL database statistics</a> , <a href="#">Feature table</a> , <a href="#">XML documentation</a> , <a href="#">Sample entry</a> , <a href="#">Accession Number Prefix Codes</a> , <a href="#">Examples of annotation</a> , <a href="#">EMBL Features &amp; Qualifiers</a> , <a href="#">DE line standards</a> , <a href="#">Database Policies</a>
<a href="#">Publications</a>	Group publications
<a href="#">People</a>	Group members
<a href="#">Contact</a>	How to contact the EMBL Nucleotide Sequence Database
<a href="#">News</a>	List of recent changes on this site

**IMPORTANT INFORMATION REGARDING SEQUENCE SUBMISSIONS**

**16th June 2008:** The "Next Generation Sequencing Data Archive" opens for submissions ...[more](#)

Contact  
 For information, comments and/or suggestions, please use the EBI Support Form page <http://www.ebi.ac.uk/support/>

Terms of Use | EBI Funding | Contact EBI | © European Bioinformatics Institute 2006-2008. EBI is an Outstation of the European Molecular Biology Labo

Рис. 1.26. Европейская лаборатория молекулярной биологии (*European Molecular Biology Laboratory Nucleotide Sequence Database in Europe (EMBL)*), <http://www.ebi.ac.uk/embl/>

База данных обновляется каждый год, информация об обновлении доступна в журнале *Nucleic Acids Res* (рис. 1.29).

Система *WIT* (*What is there*) Национальной лаборатории *Argonne* (*Argonne National Laboratory*), <http://wit.mcs.anl.gov/WIT2/>, была разработана для проведения сравнительного анализа последовательностей геномов и реконструкции последовательностей метаболических процессов и была основана на хромосомных рядах и метаболических модулях баз данных *EMP/MPW*.

The screenshot displays the Entrez search engine interface. At the top left is the NCBI logo. The main header includes the Entrez logo and the text "Entrez, The Life Sciences Search Engine". Below this is a navigation bar with tabs for "PubMed", "All Databases", "Human Genome", "GenBank", "Map Viewer", and "BLAST". A search bar is located below the navigation bar, with the text "Search across databases" and buttons for "GO", "Clear", and "Help".

The main content area is titled "Welcome to the Entrez cross-database search page" and features a grid of database categories, each with an icon and a brief description:

- PubMed:** biomedical literature citations and abstracts
- PubMed Central:** free, full text journal articles
- Site Search:** NCBI web and FTP sites
- Books:** online books
- OMIM:** online Mendelian Inheritance in Man
- OMIA:** online Mendelian Inheritance in Animals
- Nucleotide:** Core subset of nucleotide sequence records
- EST:** Expressed Sequence Tag records
- GSS:** Genome Survey Sequence records
- Protein:** sequence database
- Genome:** whole genome sequences
- Structure:** three-dimensional macromolecular structures
- Taxonomy:** organisms in GenBank
- SNP:** single nucleotide polymorphism
- Gene:** gene-centered information
- HomoloGene:** eukaryotic homology groups
- GENSAT:** gene expression atlas of mouse central nervous system
- Probe:** sequence-specific reagents
- Genome Project:** genome project information
- dbGaP:** genotype and phenotype
- UniGene:** gene-oriented clusters of transcript sequences
- CDD:** conserved protein domain database
- 3D Domains:** domains from Entrez Structure
- UniSTS:** markers and mapping data
- PopSet:** population study data sets
- GEO Profiles:** expression and molecular abundance profiles
- GEO DataSets:** experimental sets of GEO data
- Cancer Chromosomes:** cytogenetic databases
- PubChem BioAssay:** bioactivity screens of chemical substances
- PubChem Compound:** unique small molecule chemical structures
- PubChem Substance:** deposited chemical substance records
- Protein Clusters:** a collection of related protein sequences
- Journals:** detailed information about the journals indexed in PubMed and other Entrez databases
- MeSH:** detailed information about NLM's controlled vocabulary

Рис. 1.27. Поисковая система Национального центра по биотехнологической информации *Entrez* (*the Entrez cross-database search page*), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/gquery>

BLAST: Basic Local Alignment Search Tool

BLAST Basic Local Alignment Search Tool

Home Recent Results Saved Strategies Help

My NCBI [Sign In] [Register]

NCBI/BLAST Home

BLAST finds regions of similarity between biological sequences. [more...](#)

**New** Designing or Testing PCR Primers? Try your search in [Primer-BLAST](#).

### BLAST Assembled Genomes

Choose a species genome to search, or [list all genomic BLAST databases](#).

- [Human](#)
- [Mouse](#)
- [Rat](#)
- [Arabidopsis thaliana](#)
- [Oryza sativa](#)
- [Bos taurus](#)
- [Danio rerio](#)
- [Drosophila melanogaster](#)
- [Gallus gallus](#)
- [Pan troglodytes](#)
- [Microbes](#)
- [Apis mellifera](#)

### Basic BLAST

Choose a BLAST program to run.

<a href="#">nucleotide blast</a>	Search a <b>nucleotide</b> database using a <b>nucleotide</b> query <i>Algorithms:</i> blastn, megablast, discontinuous megablast
<a href="#">protein blast</a>	Search <b>protein</b> database using a <b>protein</b> query <i>Algorithms:</i> blastp, psi-blast, phi-blast
<a href="#">blastx</a>	Search <b>protein</b> database using a <b>translated nucleotide</b> query
<a href="#">tblastn</a>	Search <b>translated nucleotide</b> database using a <b>protein</b> query
<a href="#">tblastx</a>	Search <b>translated nucleotide</b> database using a <b>translated nucleotide</b> query

### Specialized BLAST

Choose a type of specialized search (or database name in parentheses.)

- Make specific primers with [Primer-BLAST](#)
- Search [trace archives](#)
- Find [conserved domains](#) in your sequence (cds)
- Find sequences with similar [conserved domain architecture](#) (cdart)
- Search sequences that have [gene expression profiles](#) (GEO)
- Search [immunoglobulins](#) (IgBLAST)
- Search for [SNPs](#) (snp)

### News

#### Align Sequences with BLAST

A new BL2seq functionality has been added to the standard BLAST pages that allows you to align a query against a set of subject sequences.  
2008-09-04 12:56:52  
[More BLAST news...](#)

### Tip of the Day

#### How to save custom search pages.

So you have made a few BLAST searches and after adjusting the database, organism limits and maybe a few Algorithm Parameters you arrive at what you think is a good search strategy. Do you want to have to fiddle with pull down menus or remember all the changes you made the next time to want to run a similar search? Now you can use "Saved Strategies" to and always have a saved search template.  
[More tips...](#)

Рис. 1.28. Система BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

Эта система содержит данные более 40 полных или почти полных геномов. Определение гомологии последовательностей, различные *ORF* (*open reading frames*) алгоритмы кластеризации, относительные позиции генов на хромосоме и место тех или иных генетических продуктов в метаболических траекториях могут быть использованы для интерпретации функций генов или развития фундаментальных представлений о геномах. Интеграция большого количества филогенетически несходных геномов с помощью *WIT* способствуют пониманию физиологии различных организмов.

Основные проекты *Argonne National Laboratory*:

- *Terragenomics: The Argonne Pilot Project for a Comprehensive National Soil Metagenomics Project*;

- *MG-Rast: Metagenomics RAST Server*;
- *PathoGene: Systems and Tools for Infectious Disease Research*;
- *RAST: Rapid Annotation using Subsystem Technology*;
- *A Database of prokaryotic: Sentra*;
- *Target: Target Database*.

Начиная с *Haemophilus influenza* (Палочка Пфейфера) в 1995 г. теперь для более 20 микробных организмов получены геномные последовательности ДНК и более чем для 100 других видов проводятся такие исследования, информацию о которых можно найти в базе данных *GOLD*. Сегодня ведутся интенсивные исследования по изучению генома человека. В ответ на интенсивный рост данных по определению последовательностей нуклеотидов в нуклеиновых кислотах и аминокислот в белках (секвенирование – *sequence analysis*) развиваются бурными темпами и компьютерные технологии. Примером такого рода аналитических приложений для изучения последовательностей в геноме являются: *KEGG* (*Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes*), <http://www.genome.ad.jp/kegg/> (рис. 1.30); *Entrez Genomes* <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=genome> (рис. 1.31); *Pedant*; *Gene-Quiz* и др.

Пользователи имеют возможность исследовать данные, которые интегрируются и анализируются в системе, например *PUMA2*, или создавать свои собственные последовательности. Предрасчетные результаты по гомологии, доменной архитектуре, функциональному анализу и реконструкции метаболизма обеспечиваются интерактивной компьютерной сетью.

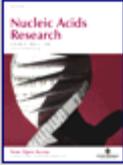
	<b>Nucleic Acids Research</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>D. L. Wheeler, T. Barrett, D. A. Benson, S. H. Bryant, K. Canese, V. Chetvernin, D. M. Church, M. DiCuccio, R. Edgar, S. Federhen, <i>et al.</i>  <b>Database resources of the National Center for Biotechnology Information</b>            Nucleic Acids Res., January 11, 2008; 36(suppl_1): D13 - D21.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>
	<b>Nucleic Acids Research</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>D. L. Wheeler, T. Barrett, D. A. Benson, S. H. Bryant, K. Canese, V. Chetvernin, D. M. Church, M. DiCuccio, R. Edgar, S. Federhen, <i>et al.</i>  <b>Database resources of the National Center for Biotechnology Information</b>            Nucleic Acids Res., January 12, 2007; 35(suppl_1): D5 - D12.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>
	<b>Nucleic Acids Research</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>K. D. Pruitt, T. Tatusova, and D. R. Maglott  <b>NCBI reference sequences (RefSeq): a curated non-redundant sequence database of genomes, transcripts and proteins</b>            Nucleic Acids Res., January 12, 2007; 35(suppl_1): D61 - D65.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>
	<b>Journal of Bacteriology</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>J. A. Ruiz-Maso, S. P. Anand, M. Espinosa, S. A. Khan, and G. del Solar  <b>Genetic and Biochemical Characterization of the Streptococcus pneumoniae PcrA Helicase and Its Role in Plasmid Rolling Circle Replication</b>            J. Bacteriol., November 1, 2006; 188(21): 7416 - 7425.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>
	<b>Nucleic Acids Research</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>D. L. Wheeler, T. Barrett, D. A. Benson, S. H. Bryant, K. Canese, V. Chetvernin, D. M. Church, M. DiCuccio, R. Edgar, S. Federhen, <i>et al.</i>  <b>Database resources of the National Center for Biotechnology Information</b>            Nucleic Acids Res., January 1, 2006; 34(suppl_1): D173 - D180.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>
	<b>Nucleic Acids Research</b> <span style="float: right;">▶ HOME</span>
	<p>S. C. Janga, J. Collado-Vides, and G. Moreno-Hagelsieb  <b>Nebulon: a system for the inference of functional relationships of gene products from the rearrangement of predicted operons</b>            Nucleic Acids Res., May 2, 2005; 33(8): 2521 - 2530.  <a href="#">[Abstract]</a> <a href="#">[Full Text]</a> <a href="#">[PDF]</a></p>

Рис. 1.29. Информация об обновлении базы данных NCBI



**KEGG Home**  
[Introduction](#)  
[Overview](#)  
[Release notes](#)  
[Current statistics](#)

**KEGG Identifiers**

**KGML**

**KEGG API**

**KEGG FTP**

**KegTools**

---

**Feedback**  
[GenomeNet](#)

## KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes

A grand challenge in the post-genomic era is a complete computer representation of the cell, the organism, and the biosphere, which will enable computational prediction of higher-level complexity of cellular processes and organism behaviors from genomic and molecular information. Towards this end we have been developing a bioinformatics resource named KEGG as part of the research projects of the Kanehisa Laboratories in the Bioinformatics Center of Kyoto University and the Human Genome Center of the University of Tokyo.

- **Main entry point to the KEGG web service**

<a href="#">KEGG2</a>	<a href="#">KEGG Table of Contents</a>	<a href="#">Update notes</a>
	<a href="#">Help</a>	
- **Data-oriented entry points**

<a href="#">KEGG Atlas</a>	Global maps of cell/organism functions
<a href="#">KEGG PATHWAY</a>	Pathway maps and pathway modules
<a href="#">KEGG BRITE</a>	Functional hierarchies and ontologies
<a href="#">KEGG GENES</a>	Genomes, genes, proteins, and orthologs
<a href="#">KEGG LIGAND</a>	Chemical compounds, drugs, glycans, and reactions
- **Organism-specific entry points**

[KEGG Organisms](#)    Select   (example) [hsa](#)
- **Subject-specific entry points**

<a href="#">KEGG DISEASE</a>	Gene/molecule based disease information resource
<a href="#">KEGG DRUG</a>	Chemical structure based drug information resource
<a href="#">KEGG GLYCAN</a>	Glycome informatics resource
<a href="#">KEGG COMPOUND</a>	Knowledge base for biochemical compounds
<a href="#">KEGG REACTION</a>	Knowledge base for biochemical reactions
<a href="#">KAAS</a>	KEGG automatic annotation server

Copyright 1995-2008 Kanehisa Laboratories

Рис. 1.30. Аналитическое приложение для изучения последовательностей в геноме KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes), <http://www.genome.ad.jp/kegg/>

The Genome database provides views for a variety of genomes, complete chromosomes, sequence maps with contigs, and integrated genetic and physical maps. The database is organized in six major organism groups: [Archaea](#), [Bacteria](#), [Eukaryotae](#), [Viruses](#), [Viroids](#), and [Plasmids](#) and includes complete chromosomes, organelles and plasmids as well as draft genome assemblies.

**Total species (4731)**

Viruses	Eukaryota	Archaea	Plasmids
2017	1636	67	38
	Bacteria	Viroids	
	934	39	

**Total records (8777)**

Viruses	Eukaryota	Bacteria	Archaea
3177	955 chromosomes 1653 organelles 39 plasmids	1356 chromosomes 1403 plasmids	59 chromosomes 57 plasmids
	Viroids	Plasmids	
	39	39	

**Microbial Genomes Resources** presents public data from prokaryotic genome sequencing projects. The sequence collection contains data from finished genomes as well as draft assemblies. The analytical tools include specialized [BLAST](#) with microbial genomes, newly developed [Concise Protein BLAST](#), annotation tools and many more.

**Identification of SNPs** in two *Salmonella enterica* serovar Enteritidis PT13a pathotypes that point to epidemiological trends.

There has been an increasing number of infections leading to salmonellosis by *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in the United States. Using preliminary genomic sequence data of *Salmonella enterica* subsp. I serovar Enteritidis PT4 from the Sanger Institute as a starting point, researchers at The Egg Safety and Quality Research Unit (ESQRU) of the U. S. Department of Agriculture have identified a set of potential SNPs that point to differences between two PT13a pathotypes that may be relevant in distinguishing phenotypic traits that may have epidemiological consequences. [See more ...](#)

**Influenza Virus Resource** presents data obtained from the NIAID Influenza Genome Sequencing Project as well as from GenBank, combined with tools for flu sequence analysis and annotation. In addition, it provides links to other resources that contain flu sequences, publications and general information about flu viruses.

**Related resources**

- [Entrez Genome Project](#) complete and incomplete large-scale sequencing projects
- [Entrez Protein Clusters](#) a collection of related protein sequences
- [Eukaryotic genome projects and sequences](#)
- [Genomes of \*Bacillus anthracis\*](#) reference genome and related sequences
- [Influenza Virus Resource](#) sequence database and analyses
- [Microbial Genomes](#) reference sequences and resources
- [Organelle](#) reference sequences and tools
- [Plant Genomes Central](#) major plant genome projects
- [SARS Coronavirus Resource](#) sequence data and analyses
- [Salmonella SNPs](#) SNP data in two *Salmonella enterica* pathotypes
- [Viruses](#) reference sequences and tools
- [WGS Projects](#) Whole Genome Shotgun sequencing

► **Tools and Analysis**

Рис. 1.31. Аналитическое приложение для изучения последовательностей в геноме *Entrez Genomes*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=genome>

Важной стадией в геномном анализе является так называемая функциональная реконструкция. *WIT* – одна из систем, отражающая стратегию развития геномного анализа, которая комбинирует различные инструментальные методы, работая с индивидуальными фреймами *ORF* или белками, и позволяющая делать обобщенные выводы. На основе исследований с помощью *WIT* основные блоки метаболизма организма могут быть полностью реконструированы. Текущая версия системы *WIT* доступна на сайтах *Argonne National Laboratory*, <http://wit.mcs.anl.gov/WIT2>, или *Integrated Genomics Inc.*, <http://wit.Integrated Genomics.com/IGwit>, которые содержат более 43 геномов. Для того чтобы инкорпорировать геном в *WIT*, используется специальная ген-поисковая программа *CRITICA*. *WIT* обеспечивает доступ к набору инструментов, которые позволяют охарактеризовать структуры генов, их функции, например, *Functional coupling* или *Preserved Operons*. *WIT* также обеспечивает интегрированный *WWW*-доступ к таким инструментам, как *PSI-BLAST*, *PROSITE*, *COG*, *ProDom*, *ClustalW* и другим. Функциональное содержание можно запросить, например, используя обзор отсутствия специфических функций в метаболических путях, или с помощью отделения альтернативных функций гена, полученных из сравнения гомологичности, можно найти предполагаемый ген.

После того как определены начальные функции генов, они как бы прикрепляются к метаболическим путям с помощью выбранных шаблонов из метаболической базы данных (*MPW*), которая лучшим образом инкорпорирует все наблюдаемые функции. Для какого-либо данного организма это обычно приводит к идентификации функциональных подсистем как модели для дальнейшего уточнения. Например, сегодня возможно идентифицировать несогласованности, отсутствие последовательностей, отсутствие ферментов, а следовательно, и уточнять модель. Когда основная модель создана, она проверяется еще раз биохимическими данными и гипотезами, известными из литературы. Модель представляют двумя способами: в виде текста и графического изображения, отражая полную связь со всеми лежащими в ее основе данными. Реконструкция всего метаболического процесса – главная цель системы *WIT*.

Для того чтобы оценить или проверить функциональную модель организма, могут быть использованы такие функции, как сравнительное выравнивание последовательностей, краткое описание доказанных функций и метаболических путей, оценка обработанных кластеров, оценка взаимосвязей между кластерами, поиск траекторий регуляции экспрессии, поиск функций *ORF*-фреймов, поиск ссылок в *MEDLINE*, поиск белков, общих для организмов. Хромосомальная кластеризация функционально схожих генов – другой мощный компонент этой системы. Важной особенностью системы *WIT* является возможность работать с неполными или пропущенными геномами. Алгоритмы, используемые для определения назначения генов, зависят от размера наборов баз данных, используемых для кластеризации свойств *ORF*-фреймов. Благодаря инкорпорации пропущенных геномов даже общедоступные версии *WIT* интегрируют так много данных, что они могут сравниться

только с данными от полных геномов. Именно *WIT* является системой, которая может решить проблему эффективного использования неполных последовательностей. Сравнение результатов генома с пробелами *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка) с геномами *E. coli* и *Bacillus subtilis* (сенная палочка) подтверждает высказанное предположение.

*WIT* генерирует представления о функциональных подсистемах, а также связывает их в полную картину функционирования в клетке. Система *WIT* постоянно усовершенствуется, схематично линию развития можно представить, как *PUNA–WIT–WIT2*, к тому же развивающиеся многочисленные дополнительные возможности позволяют расширить необходимый инструментарий для научного сообщества в области биологии. Основные направления развития *WIT* следующие: интеграция структурных данных, рутинная обработка которых осуществляется *WIT*, дальнейшее развитие коллекции функциональных карт и конструирование расширяемых данных, которые должны в итоге охватить все функции клетки, сети, которая будет интегрировать огромный поток данных, связанных с метаболизмом.

Система *WIT* позволяет исследовать и банки данных белков и ферментов, например белковый банк данных (*PDB*), в рамках эволюционного анализа метаболизма (рис. 1.32, рис. 1.33, рис. 1.34).

Биоинформационный сервер *Argonne GNARE system (GeNome Analysis and Research Environment)*, <http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnarehome.cgi> (рис. 1.35) производит периодически исследования с использованием базы данных ДНК и белков с целью получения новых и обновленных геномов, и затем проводит расчеты и публикует полученные результаты (рис. 1.36). Анализы, проводимые этой системой, автоматизированные и интерактивные.

Сервис *Argonne GNARE system* построен на одном из эффективных подходов для интерпретации новых последовательностей геномов. Мощный подход в интерпретации новейших последовательностей геномов – сравнительный анализ всех известных последовательностей в доступных широкой общественности ресурсах. Наибольшая база данных последовательностей Национального центра биотехнологической информации (*National Center for Biotechnology Information*) содержит 2,3 миллиона последовательностей. Точность анализов генетических последовательностей и интерпретация функций генов могут возрасти заметно посредством использования огромного количества биоинформационных алгоритмов для анализа данных.



Bioinformatics Group  
MCS, Argonne

## PUMA2 -- Evolutionary Analysis of Metabolism

Home
Search
Metabolic Reconstruction
Phenotype
Protein Families

PUMA2 is not being maintained or updated by Argonne  
If there is any data here that you wish to see, please contact the PUMA2 team.  
An overview of the bioinformatics research being conducted is available at [http://puma2.mcs.anl.gov/](#)

- △ Metabolic enzymes
  - △ 1 Oxidoreductases
    - ▽ 1.1 Acting on the CH-OH group of donors
    - ▽ 1.2 Acting on the aldehyde or oxo group of donors
    - ▽ 1.3 Acting on the CH-CH group of donors
    - ▽ 1.4 Acting on the CH-NH(2) group of donors
    - ▽ 1.5 Acting on the CH-NH group of donors
    - △ 1.6 Acting on NADH or NADPH
      - △ 1.6.1 With NAD(+) or NADP(+) as acceptor
        - 1.6.1.1 NAD(P)(+) transhydrogenase (B-specific)
        - 1.6.1.2 NAD(P)(+) transhydrogenase (AB-specific)
      - ▽ 1.6.2 With a heme protein as acceptor
      - ▽ 1.6.3 With a oxygen as acceptor
      - ▽ 1.6.4 With a disulfide as acceptor
      - ▽ 1.6.5 With a quinone or similar compound as acceptor
      - ▽ 1.6.6 With a nitrogenous group as acceptor
      - ▽ 1.6.8 With a flavin as acceptor
      - ▽ 1.6.99 With other acceptors
    - ▽ 1.7 Acting on other nitrogenous compounds as donors
    - ▽ 1.8 Acting on a sulfur group of donors
    - ▽ 1.9 Acting on a heme group of donors
    - ▽ 1.10 Acting on diphenols and related substances as donors
    - ▽ 1.11 Acting on a peroxide as acceptor (peroxidases)
    - ▽ 1.12 Acting on hydrogen as donor
    - ▽ 1.13 Acting on single donors with incorporation of molecular oxygen
    - ▽ 1.14 Acting on paired donors, with incorporation or reduction of molecular oxygen
    - ▽ 1.15 Acting on superoxide as acceptor
    - ▽ 1.16 Oxidizing metal ions
    - ▽ 1.17 Acting on CH or CH(2) groups
    - ▽ 1.18 Acting on iron-sulfur proteins as donors
    - ▽ 1.19 Acting on reduced flavodoxin as donor
    - ▽ 1.20 Acting on phosphorus or arsenic in donors
    - ▽ 1.21 Acting on x-H and y-H to form an x-y bond
    - ▽ 1.97 Other oxidoreductases
  - ▽ 2 Transferases
  - ▽ 3 Hydrolases
  - ▽ 4 Lyases
  - ▽ 5 Isomerases
  - ▽ 6 Ligases

Рис. 1.32. Номенклатура метаболических ферментов в PUNA2



**Bioinformatics Group**  
MCS, Argonne

## PUMA2 -- Evolutionary Analysis of Metabolism

Home
Search
Metabolic Reconstruction
Phenotype
Protein F

PUMA2 is not being maintained or updated by  
If there is any data here that yo  
An overview of the bioinformatics research being cond

EC-number: **1.6.1.1** ----- NAD(P)+ transhydrogenase (B-specific)

<b>EC-NUMBER</b>	1.6.1.1
<b>ENZYME-NAME</b>	NAD(P)+ transhydrogenase (B-specific)
<b>ENZYME-SYSNAME</b>	The enzyme from <i>Azotobacter vinelandii</i> is a flavoprotein (FAD). It is B-sp
<b>ENZYME-CLASS</b>	Oxidoreductases Acting on NADH or NADPH With NAD+ or NADP+ as acc
<b>SYNONYMS</b>	H+-Thase;; NAD transhydrogenase;; NAD(P) transhydrogenase (B-specif
<b>REACTION</b>	NADPH + NAD+ = NADP+ + NADH [RN:R00112]
<b>PATHWAY</b>	<b>EMP-PATHWAYS:</b> NADPH,_H("+)--NAD("+),_H("+)(,extracellular)_Elect
<b>GO_TERM</b>	<b>KEGG-PATHWAYS:</b> Nicotinate and nicotinamide metabolism; <a href="#">&gt;&gt;more</a>
<b>ENZYME-COMMENT</b>	GO: <a href="#">0003957</a> :NAD(P)+ transhydrogenase (B-specific) activity NADPH:NAD+ oxidoreductase (B-specific)

ExternalDB ----- DBLINKS
ENZYME
BRENDA
IUBMB
KEGG
Diseases
OMIM
Structure
PDB
Gene
PUMA2
KEGG
Motif
INTERPRO
PROSITE
Ortholog
KEGG-KO
Literature
PubMed
Other

	InterP
<input type="checkbox"/>	IPR000205 NAD-binding site
<input type="checkbox"/>	IPR000759 Adrenodoxin reductase
<input type="checkbox"/>	IPR000815 Mercuric reductase
<input type="checkbox"/>	IPR001100 Pyridine nucleotide-disulphide oxidoreductase, class I
<input type="checkbox"/>	IPR001327 Pyridine nucleotide-disulphide oxidoreductase, NAD-binding region
<input type="checkbox"/>	IPR003042 Aromatic-ring hydroxylase
<input type="checkbox"/>	IPR004003 NAD(P) transhydrogenase, beta subunit
<input type="checkbox"/>	IPR004099 Pyridine nucleotide-disulphide oxidoreductase dimerisation region
<input type="checkbox"/>	IPR004571 NAD(P) transhydrogenase, alpha subunit
<input type="checkbox"/>	IPR007698 Alanine dehydrogenase/PNT, C-terminal
<input type="checkbox"/>	IPR007886 Alanine dehydrogenase/PNT, N-terminal
<input type="checkbox"/>	IPR008142 Alanine dehydrogenase/PNT, N-terminal subdomain
<input type="checkbox"/>	IPR008143 Alanine dehydrogenase/PNT, C-terminal subdomain
<input type="checkbox"/>	IPR012136 NADP transhydrogenase, beta subunit
<input type="checkbox"/>	IPR013027 FAD-dependent pyridine nucleotide-disulphide oxidoreductase

color IDs with selected Interpro hits

SF000183	alanine dehydrogenase
SF000203	NAD(P) transhydrogenase, alpha subunit, bacterial type
SF000204	NAD(P) transhydrogenase, beta subunit
SF000205	NAD(P)+ transhydrogenase (B-specific)
SF000210	dihydrolipoamide dehydrogenase

To perform phylogenetic analysis, first select some protein ids by clicking on their checkboxes, then click on:

Рис. 1.33. Информация о конкретном ферменте в PUMA2

# 1. E-SCIENCE КАК МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.3. E-Science в биологии

The screenshot shows the Protein Data Bank (PDB) website interface. At the top, the PDB logo is on the left, and the text "A MEMBER OF THE PDB" and "An Information Portal to Biological Macromolecular Structures" is on the right. Below this, a search bar contains "PDB ID or keyword" and "Author" with a "Site Search" button. A notification banner at the top right states "As of Tuesday Sep 23, 2008 there are 53263 Structures | PDB Statistics".

The main content area displays the entry for PDB ID 1d4o. A yellow banner at the top of the entry area reads: "Are you missing data updates? The PDB archive has moved to <ftp://ftp.wwpdb.org>. For more information click [here](#)." Below this, navigation tabs include "Help", "Structure Summary", "Biology & Chemistry", "Materials & Methods", "Sequence Details", and "Geometry".

The entry details for 1d4o are as follows:

- Title:** CRYSTAL STRUCTURE OF TRANSHYDROGENASE DOMAIN III AT 1.2 ANGSTROMS RESOLUTION
- Authors:** Prasad, G.S., Sridhar, V., Yamaguchi, M., Hatefi, Y., Stout, C.D.
- Primary Citation:** Prasad, G.S., Sridhar, V., Yamaguchi, M., Hatefi, Y., Stout, C.D. (1999) Crystal structure of transhydrogenase domain III at 1.2 A resolution. *Nat.Struct.Biol.* 6: 1126-1131 [Abstract]
- History:** Deposition 1999-10-04 Release 2000-01-20
- Experimental Method:** Type X-RAY DIFFRACTION Data
- Parameters:**

	Resolution[Å]	R-Value	R-Free	Space Group
	1.21	0.167 (obs.)	0.223	P 1
- Unit Cell:**

Length [Å]	a	b	c
	33.66	36.73	38.49

Angles [°]	alpha	beta	gamma
	68.36	87.99	74.80

On the right side, the "Images and Visualization" section shows a ribbon diagram of the protein structure. Below the image are "Display Options" including KING, Jmol, WebMol, MBT SimpleViewer\*, MBT Protein Workshop, QuickPDB, and All Images. A note at the bottom states: "\* Capable of displaying biological molecules."

On the left side, there is a "Quick Tips" box with the text: "Having trouble with the web site? Try the tutorial: click [here](#)".

Рис. 1.34. Переход из PUNA2 в белковый банк данных (PDB)

Система *GNARE* – автоматизированная научная сеть, которая выполняет так называемые прекомпьютерные анализы для каждой последовательности, нахождение похожих фрагментов в белках (*BLAST*), доменов в белковых семействах (*BLOCKS*) и структурные характеристики.

**Genome Analysis Research Environment**  
A High-throughput Analysis Server for User Submitted Genomes

User Email:   
Password:   
New Users: Register

**Home**  
Demo Project  
Documentation  
Related Projects  
About Gnare  
Contact Us

Bioinformatics Group  
Argonne National Laboratory.

**GNARE is not being maintained or updated by Argonne National Laboratory and will be taken down in the near future. If there is any data here that you wish to preserve, you are responsible for downloading it. An overview of the bioinformatics research being conducted at the Mathematics and Computer Science Division is available at [this page](#).**

**What is Gnare?**

**GNARE** (GeNome Analysis and Research Environment) is a bioinformatics server that supports both automated and interactive analysis of user-submitted genomes and metagenomes. It allows scientific groups and individual users to analyze genomic data using an integrated and automated bioinformatics environment based on advanced computational technologies and Grid resources. [read more..]

**Explore Gnare ..**

**Shewanella Project - By: [Shewanella Federation](#).**

Genomes of 11 strains and a MR-1 plasmid of *Shewanella* (total 43,839 protein sequences) were submitted to GNARE via the Web interface. This data was analyzed by the following bioinformatics tools: BLAST against the NCBI non-redundant database and *Shewanella* genomes, Blocks, Chisel, and the function prediction voting algorithm. Automated metabolic reconstructions for all 11 genomes were also developed. The analysis was performed on 1317 CPUs using Grid computational resources from OSG and TG.

**Thermotoga Genomes.**

Analysis of two *Thermotoga* genomes

- *Thermotoga petrophila* RKU-1
- *Thermotoga maritima* MSB8

**Analysis Steps..**

User Sequence data  
Genetic Sequence Analysis  
Predicted Gene Functions  
Metabolic Reconstructions From Sequence Data  
Predicted Metabolic Pathways  
Prediction of Metabolic Phenotypes  
User Annotations

**Citation ..**

Sulakhe, D., Rodriguez, A., D'Souza, M., Wilde, M., Nefedova, V., Foster, I., Maltsev, N., "Gnare: automated system for high-throughput genome analysis with grid computational backend." *J Clin Monit Comput.* 2005 Oct; 19(4-5): 361-9

Рис. 1.35. Биоинформационный сервер *Argonne GNARE system (GeNome Analysis and Research Environment)*, [http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare\\_home.cgi](http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare_home.cgi)

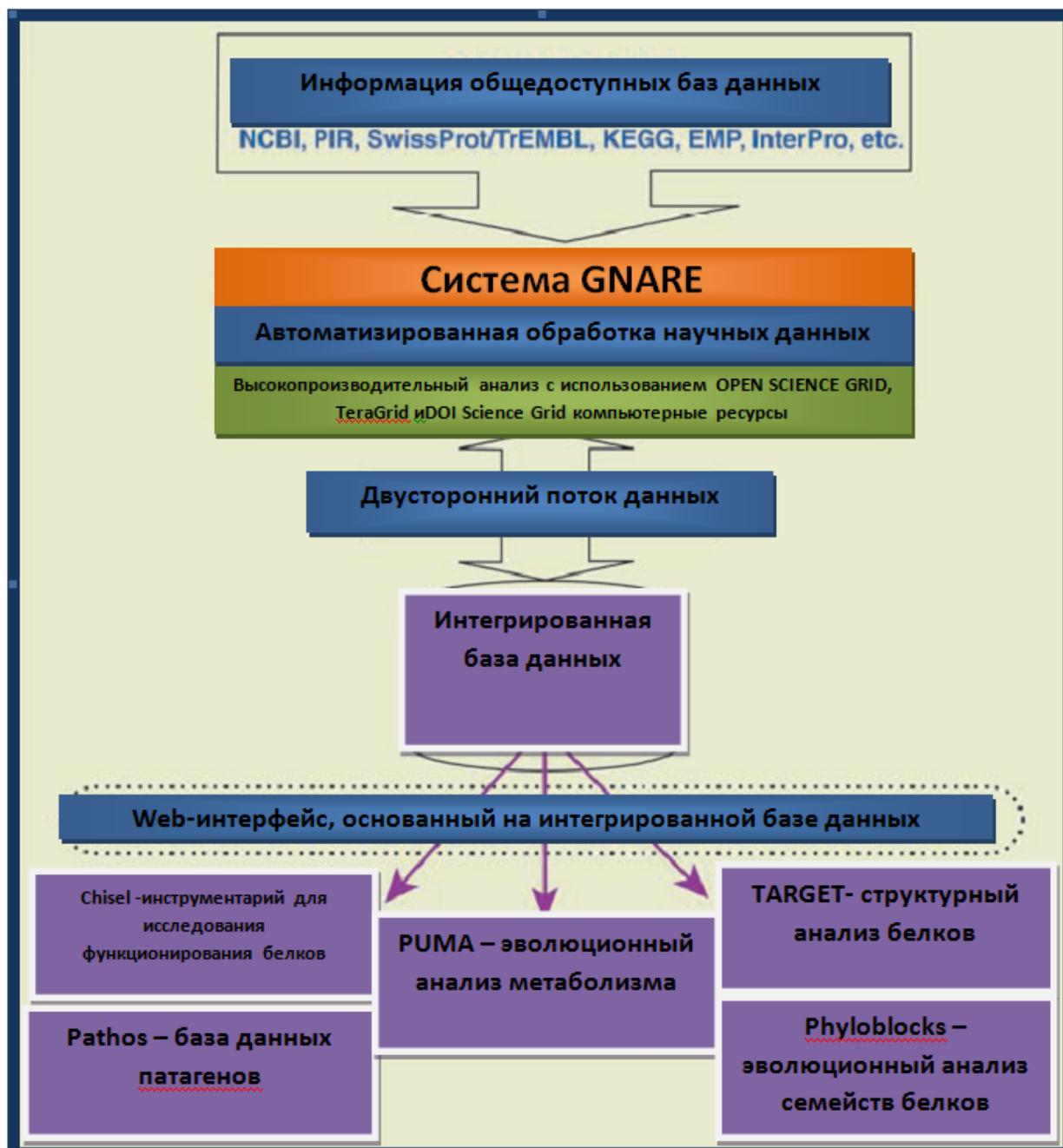


Рис. 1.36. Принцип построения сервера для научных исследований на примере биоинформационного сервера *Argonne GNARE system* (*GeNome Analysis and Research Environment*)

Распределенная сеть ресурсов используется для обработки результатов от миллиона процессов, а задача, которая может быть повторена, часто имеет экспоненциальный рост количества данных. Анализ одного генома бактерий из 4000 последовательностей с помощью трех биоинформационных технологий (*BLAST*, *PFAM* и *BLOCKS*) требует 12000 шагов, каждый из которых длится порядка 30 секунд. Система *GNARE* способна выполнить эти задачи только потому, что она имеет доступ к распределенным ресурсам, которые

предоставляются двумя инфраструктурами США национального масштаба: *TeraGrid* и *Open Science*, речь о которых пойдет далее.

### 1.3.3. Проект *YourGenome.org*

Специальный *web*-сайт, названный *YourGenome.org*, <http://www.yourgenome.org/> (рис. 1.37), призван помочь людям понять принципы генетики и других наук, сопряженных с геномикой. Отдельный проект – проект «Геном человека» (рис. 1.38), который содержит весь набор мультимедиа-компонент для предоставления научной информации. *Yourgenome.org* предлагает подготовленные учеными-лидерами в своей области видеоматериалы, анимации (рис. 1.39), абсолютно точную информацию, касающуюся научных исследований в области генетики и геномики, ссылки на *on-line*-ресурсы (рис. 1.40), знакомство с новыми технологиями. Можно посмотреть видеоролики, демонстрирующие реальные научные новые эксперименты [http://www.yourgenome.org/sc/nt/nt\\_1.shtml](http://www.yourgenome.org/sc/nt/nt_1.shtml) (рис. 1.41).

Wellcome Trust Sanger Institute's  
**yourgenome.org**

About DNA, genes & genomes Sequencing Spotlights Human Genome Project Search

"Stimulating interest in and discussion of genetic research"

**ASK?** Cambridge Science Week 2001  
New! See more See archives

**Resources**

- Glossary
- Ethics and issues **New!**
- People profiles
- Recommended Links
- Animations **New!**
- Downloads and activities

Origami DNA Sequence bracelets

Contact us Sitemap Disclaimer Copyright

Рис. 1.37. Стартовая страница сайта *YourGenome.org*, <http://www.yourgenome.org/>

Wellcome Trust Sanger Institute's  
**yourgenome.org**  
 About | DNA, genes & genomes | Sequencing | Spotlights | Human Genome Project | Search

Home > The Human Genome Project > Table of contents Page 1 of 12 Forward

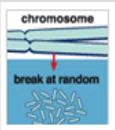
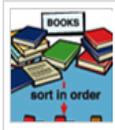
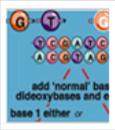
### Human Genome Project

1. Table of contents
2. HGP Overview
3. HGP history
4. Approaches
5. HGP sequencing
6. Sanger method
7. Publication
8. FAQ

### Resources

- Glossary
- Ethics and Issues
- People profiles
- Recommended links
- Downloads

### Table of Contents

	<h4>Human Genome Project Overview</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="#">An immense enterprise</a></li> </ol>		<h4>Human Genome Project history</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Background to big biology</li> <li>2. Starting small</li> </ol>
	<h4>Approaches</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clone-by-clone sequencing</li> <li>2. Whole genome shotgun sequencing</li> </ol>		<h4>Human Genome Project sequencing</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Making maps</li> <li>2. Making libraries</li> </ol>
	<h4>Sanger method</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The sequencing reaction</li> <li>2. Detecting the DNA</li> </ol>		<h4>Publication</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A draft</li> <li>2. Finishing the sequence</li> </ol>

**Further information**

A more detailed overview of the Human Genome Project can be found on the Wellcome Trust Sanger Institute website at <http://www.sanger.ac.uk/hgp/>

**Frequently asked questions**

Please refer to our [FAQ](#) for commonly asked questions about the Human Genome Project.

Contact us | Sitemap | Disclaimer | Copyright | 

Рис. 1.38. Проект «Геном человека» на Web-сайте *YourGenome.org*, <http://www.yourgenome.org/>

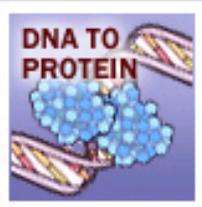
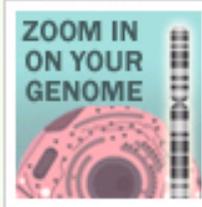
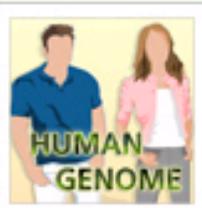
 <p><b>From DNA to protein</b> (Wellcome Trust)[207kB]</p> <p>A flash animation of the genomic mechanisms involved in how DNA encodes for a protein.</p>	 <p><b>Zoom in on your genome</b> (Wellcome Trust)[115kB]</p> <p>A flash animation of the cellular components of a human genome.</p>
 <p><b>How the Human Genome was sequenced</b> [1.2MB]</p> <p>A flash animation of the genomic techniques used by the Human Genome Project in sequencing the human genome.</p>	 <p><b>Subcloning</b> [286kB]</p> <p>A flash animation of the techniques used in subcloning.</p>
 <p><b>DNA libraries - BAC</b> [408kB]</p> <p>A flash animation of the techniques used in making a Bacterial Artificial Chromosome (BAC) library.</p>	

Рис. 1.39. Анимации, предлагаемые на Web-сайте *YourGenome.org*, <http://www.yourgenome.org/downloads/animations.shtml>



**Genomic links**  
Online resources for further information

**Human Genome Project**  
DNA Interactive  
DNA Learning Centre, Cold Spring Harbor Laboratory  
<http://www.dnai.org>  
A content-rich site for secondary students and teachers that covers (in varying detail) the history, techniques, ethics and applications of genetics. Classroom activities for registered users are found on myDNAi (<http://www.dnai.org/members>), and teachers can use the Lesson Builder to create online presentations with the site's many animations and video resources.

Doegenomes.org  
Human Genome Project Information, U.S. Department of

**Genetics & biotechnology resources**  
Access Excellence © the National Health Museum (U.S.)  
A set of activities and resources developed and submitted by U.S. teachers of biotechnology.  
[http://www.accessexcellence.org/RC/AB/IE/Intro\\_The\\_Human\\_Genome.html](http://www.accessexcellence.org/RC/AB/IE/Intro_The_Human_Genome.html)

**Biointeractive**  
Howard Hughes Medical Institute (HHMI)  
[www.biointeractive.org](http://www.biointeractive.org)  
Virtual biology labs and lectures with narrated animations on topics such as gene switches, DNA repair, X-inactivation, and the Gleevec leukaemia drug.

**Biology4all**

Рис. 1.40. Ссылки о научных исследованиях в области генетики и геномики на *on-line*-ресурсы Web-сайта *YourGenome.org*, <http://www.yourgenome.org/downloads/genomiclinks.pdf>

The screenshot shows the 'yourgenome.org' website. The header includes the Wellcome Trust Sanger Institute logo and navigation tabs for 'About', 'DNA, genes & genomes', 'Sequencing', 'Spotlights', and 'Human Genome Project'. A search bar is located on the right. The main content area is titled 'New technologies' and features a photograph of a scientist in a white lab coat and purple gloves working with a sequencing machine. Below the photo is the section 'Sequencing at speed', which contains two paragraphs of text and a list of video resources under the heading 'Animation/Video'. The footer includes links for 'Contact us', 'Sitemap', 'Disclaimer', and 'Copyright', along with the Wellcome Trust Sanger logo.

Wellcome Trust Sanger Institute's  
yourgenome.org

About DNA, genes & genomes Sequencing Spotlights Human Genome Project Search

Home > Sequencing centre > New technologies > Sequencing at speed Page 1 of

Sequencing centre

- Welcome
- Sequencing pipeline
  - Making maps
  - DNA libraries
  - Sequencing
  - Finishing
  - Accessing information
- New technologies
  - Sequencing at speed

Resources

- Glossary
- Ethics and Issues
- People profiles
- Recommended links
- Downloads

New technologies

Sequencing at speed

The **sequencing** method pioneered by Fred Sanger in the 1970s has been the major method used to sequence **DNA** for thirty years. However, new methods of sequencing have started to emerge. With these new technologies, centres like the Sanger Institute will be able to generate thousands of millions of DNA letters per day, rather than the current output of one hundred million per day.

This avalanche of **DNA** data is expected to drive new explorations of human disease. Researchers who study disease-causing organisms (pathogens) will use high-speed **sequencing** to differentiate between strains, trace transmission routes and recognise responses to vaccination. Other researchers, who study complex diseases such as cancer and **diabetes**, are interested in the possibility of cataloguing changes throughout the genomes of a vast number of patient samples.

However, the **sequencing** data presents a different set of challenges. Huge datasets require new IT infrastructure and added detail to make them accessible and useful. The race has begun.

Animation/Video

- Understanding variation: Richard Durbin [6.7MB, 2:09 mins]
- Changing sequencing - new technologies: Richard Durbin [5.7MB, 1:50 mins]
- New sequencing technologies: Tony Cox [4.5MB, 1:17 mins]
- The changing shape of challenge: Tony Cox [3.8MB, 1:13 mins]
- No stop to sequencing: Julian Parkhill [5.0MB, 1:36 mins]

Contact us Sitemap Disclaimer Copyright

wellcome trust sanger

Рис. 1.41. Страница Web-сайта *YourGenome.org* о новых технологиях в области геномики, [http://www.yourgenome.org/sc/nt/nt\\_1.shtml](http://www.yourgenome.org/sc/nt/nt_1.shtml)

## 1.3.4. Национальная сеть центров научного обучения Великобритании

Институт *Trust Sanger Institute* является организатором Национальной сети центров научного обучения (*National Network of Science Learning Centres*), например, центра в Бристоле, Западной Англии (рис. 1.42), в котором школьники и студенты Университета Западной Англии проводят занятия с применением активных форм обучения.

The screenshot shows the website for the Science Learning Centre in Bristol. The header includes the 'at Bristol' logo and navigation links like 'Home', 'Visiting Us', 'Explore', 'Learning', 'Corporate', 'Open spaces', 'About us', 'News', and 'What's on?'. A search bar is also present. The main content area is titled 'Science Learning Centre' and features a large photograph of the center's interior, which includes a 'Welcome' sign and a handprint graphic. Below the photo is a text description: 'This state of the art suite of three rooms, situated on the first floor of Explore, offers an alternative to conventional break out spaces.' To the right of the photo is a table titled 'Room Specifications' with three rows (SLC1, SLC2, SLC3) and columns for Capacity, Area, Theatre style, Cabaret, Classroom, and Boardroom. A 'View sample events' link is also visible. On the left side, there is a vertical navigation menu with links such as 'Corporate Events Home', 'Events', 'Venues home', 'Explore', 'Explore Exhibition', 'Rosalind Franklin Room', 'Watson, Wilkins and Crick rooms', 'The Planetarium', 'The Studio', 'Science Learning Centre', 'Outdoor', 'Millennium Square', 'Anchor Square', 'Catering', 'Enquiry Form', 'Feedback Form', and 'Contact Us'. At the bottom right, there is a 'Floor Plan' link.

Room Specifications	
<b>SLC1:</b>	
Capacity:	75
Area:	68 sqm
Theatre style:	50
Cabaret:	36
Classroom:	30
Boardroom:	28
<b>SLC2:</b>	
Capacity:	75
Area:	68 sqm
Theatre style:	50
Cabaret:	36
Classroom:	30
Boardroom:	28
<b>SLC3:</b>	
Capacity:	75
Area:	68 sqm
Theatre style:	50
Cabaret:	36
Classroom:	36
Boardroom:	28

Рис. 1.42. Центр *Science Learning Centre* (Великобритания) в Бристоле, Западная Англия

Информация, предоставленная на сайте института *Trust Sanger Institute*, включает в себя много полезного профессионального материала для учителей и преподавателей. В разделе для преподавателей (*for teachers*) можно найти последние новости современной науки, постоянно обновляющиеся, ссылки на современные *on-line*-ресурсы, а также рекомендации по работе с ними, статьи о собственных разработках в институте, связанных с исследованиями в области генетики и молекулярной биологии, которые могут быть использованы в образовательном и научном процессах. В частности, на сайте представлены физические модели ДНК (рис. 1.43), белковых макромолекул (рис. 1.44) и другие материалы.



Рис. 1.43. Модели молекул ДНК,  
<http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/teachers.shtml>



Рис. 1.44. Модели белков, <http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/teachers.shtml>

Институт *Trust Sanger Institute* постоянно проводит видеоконференции, <http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/videoconf.shtml>, благодаря которым участники имеют возможность услышать о современных направлениях ис-

следований, непосредственно взаимодействовать с учеными *Sanger Institute*, что часто является стимулом, например, для студентов заняться тем или иным научным исследованием или воспользоваться случаем и получить ответы на вопросы, возникшие в ходе проведения собственных исследований (рис. 1.45).

The screenshot shows the Sanger Institute website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Information', 'Projects', and 'Other Services'. Below this, the main heading is 'Team 104: Communication and Public Engagement Programme' with a '\*\*NEW\*\*' tag. A circular video thumbnail shows a man at a computer. Text below the thumbnail reads: 'We now offer opportunities for videoconferencing into the Sanger Institute for Science Learning Centres, Science Centres and schools.' Below this, a section titled 'Possible topics include:' lists several topics: Genome projects and genetic variation, Cancer Genome Project, Human genetics and disease, Human populations and origins, and Pathogens and disease. A larger video thumbnail at the bottom shows the same man speaking, with a copyright notice for '© Genome Research Limited'. To the right of the main video are three smaller thumbnails showing different views of the videoconferencing session.

Рис. 1.45. Пример видеоконференции на сайте *Trust Sanger Institute*, <http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/videoconf.shtml>

Интересной инициативой Совета по научным исследованиям Великобритании является проект *Biotechnology & Biological Sciences Research Council (BBSRC)*, [http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross\\_committee/escience.html](http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross_committee/escience.html), который направлен на улучшение жизни человека и охватывает изучение биологических систем различного уровня сложности от макромолекул до популяций (рис. 1.46).

The screenshot shows the BBSRC website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Contact us', 'Site map', 'Help', and a search box. Below this is a header image featuring a stack of coins and a bar chart. The main navigation menu includes 'Home', 'Our organisation', 'Our science', 'Funding research', 'Working with business', 'Science in society', 'Publications', and 'Media, news & events'. The 'Funding research' section is active, displaying a breadcrumb trail: 'Home > Funding research > Research grant areas > Cross- and joint-committee priorities > Bioinformatics and e-Science'. The main content area is titled 'Bioinformatics and e-Science' and contains several sections: 'Research grant areas' with a list of categories; 'Bioinformatics and e-Science' with descriptive text and a list of bullet points; 'Related Links' with various resource links; 'Downloads' with a list of workshop PDFs; 'External Links' with a disclaimer; and 'BBSRC-EP SRC interface' with information about applying for funding.

Рис. 1.46. Проект Совета по научным исследованиям Великобритании «Биоинформатика и e-Science», [http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross\\_committee/escience.html](http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross_committee/escience.html)

### 1.3.5. Проект *Folding@home*

Так как белки играют фундаментальную роль в биологии, ученые секвенировали геном человека. Геном является «чертежом» для построения белков – он содержит код ДНК, который определяет последовательность аминокислотных остатков в белке. В связи с этим проект *Folding@home* направлен на получение более точного представления о болезнях, вызываемых дефектными белками. Поняв, почему возникают дефекты в белках одного типа, исследователи смогут выяснить, почему это происходит и с другими белками. Проект проводится учеными Стэнфордского университета. Как пишет журнал *Nature*, информация, полученная проектом *Folding@home* при моделировании протеина *BBA5*, очень точно совпала с данными проводимых ранее лабораторных экспериментов. Необычным в данном эксперименте было то, что протеин *BBA5* широко изучался и в *Folding@home*, и традиционным способом, и в лабораториях. Русскоязычная страница проекта представлена на

рис. 1.47. Кроме того, в рамках проекта был создан первый в истории искусственный белок, который никогда не существовал в природе.



**Folding@home** distributed computing

Главная  
Скачать  
FAQ  
Помощь!  
Образование  
Новости  
Статистика  
Наука  
Результаты  
Статьи  
Пресса

**Наша цель: понять процесс сворачивания и агрегации белков, а также связанные с этим заболевания.**

Что такое белки и почему они сворачиваются?  
**Белки** - рабочие лошадки биологии, ее "**наномшины**." Прежде чем белки смогут выполнять их биохимическую функцию, они удивительным образом собирают сами себя, или "**сворачиваются**." Процесс сворачивания белков, являясь критическим и фундаментальным практически для всей биологии, остается загадкой. Более того, вовсе не удивительно, что когда белки сворачиваются неправильно, могут возникнуть серьезные эффекты, включая многие хорошо известные **заболевания**, такие как болезнь Альцгеймера, коровье бешенство и другие.

Результаты Моделирования

Рис. 1.47. Проект Совета по научным исследованиям Великобритании «Биоинформатика и e-Science», [http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross\\_committee/escience.html](http://www.bbsrc.ac.uk/funding/grants/cross_committee/escience.html)

В мае 2004 г. был успешно проведен эксперимент по моделированию влияния молекул воды на процесс сворачивания белков. В январе 2005 г. руководителями *Folding@home* были опубликованы первые результаты исследований в области борьбы с раком. Попробовать себя в качестве исследователя в области моделирования макромолекул может каждый. Для того чтобы принять участие в распределенных вычислениях *Folding@home*, нужно просто щелкнуть по ссылке внизу на странице, пример которой приведен на [рис. 1.48](#).

Структурно-динамическая организация белковых макромолекул предполагает не только знание последовательности аминокислотных остатков в белке, которая мало говорит нам о том, что делает тот или иной белок и как



Home Download FAQ Stats Science Results Awards About Us

Main  
News  
Forum  
(Help)  
Donate  
中文  
Deutsch  
English  
Español  
Français  
Italiano  
Ελληνικά  
日本語  
연구말  
Lietuvių  
Nederlands  
Norsk  
Occitan

## Скачать программу Folding@home

Чтобы принять участие в распределённых вычислениях Folding@home, просто щёлкните по ссылке внизу в соответствии с вашей операционной системой. Прочитайте информацию о выборе типа клиента (консольный, графический или скринсейвер) и имени пользователя (некоторые символы не используются).

### Как выбрать имя пользователя?

Чтобы проверить не занято ли имя, используйте эту строку поиска.

Введите ваше имя (в строку с надписью "ВашеИмя") чтобы проверить не занято ли это имя. Вы также можете делиться компьютерными ресурсами анонимно (имя пользователя = anonymous).

Вы можете выбрать любое имя, состоящее **только из букв или цифр** (чтобы ввести пробел нужно использовать символ "\_"). Если вы решите использовать в качестве имени пользователя свой e-мейл, мы НЕ будем отображать его полностью. Вместо этого в статистике, списках и т. д. будет использоваться только часть адреса до знака @.

Рис. 1.48. Пример возможности принять участие в распределенных вычислениях по изучению фолдинга белков с помощью проекта *Folding@home*

**NEW!** 53. Heterogeneity Even at the Speed Limit of Folding: Large-scale Molecular Dynamics Study of a Fast-folding Variant of the Villin Headpiece

D. Ensign, P. M. Kasson, and V. S. Pande. Journal of Molecular Biology (2007)

**SUMMARY:** This paper describes the first set of results generated using the SMP clients. The main advantage of using SMP for these sorts of calculations is that the amount of computation that one client can do is several times larger than the traditional clients. This means that our simulations can get many times longer than before; in fact, this has allowed us to generate several hundred folding trajectories of the fastest-folding protein known, the HP35-NleNle variant of the villin headpiece subdomain. In this paper, because our simulation time scales compare well to the 700-nanosecond experimental folding time of this protein, AND we've generated enough trajectories to get good statistics, we can shed some light on the experimental results. To summarize the result, the first helix of the protein was

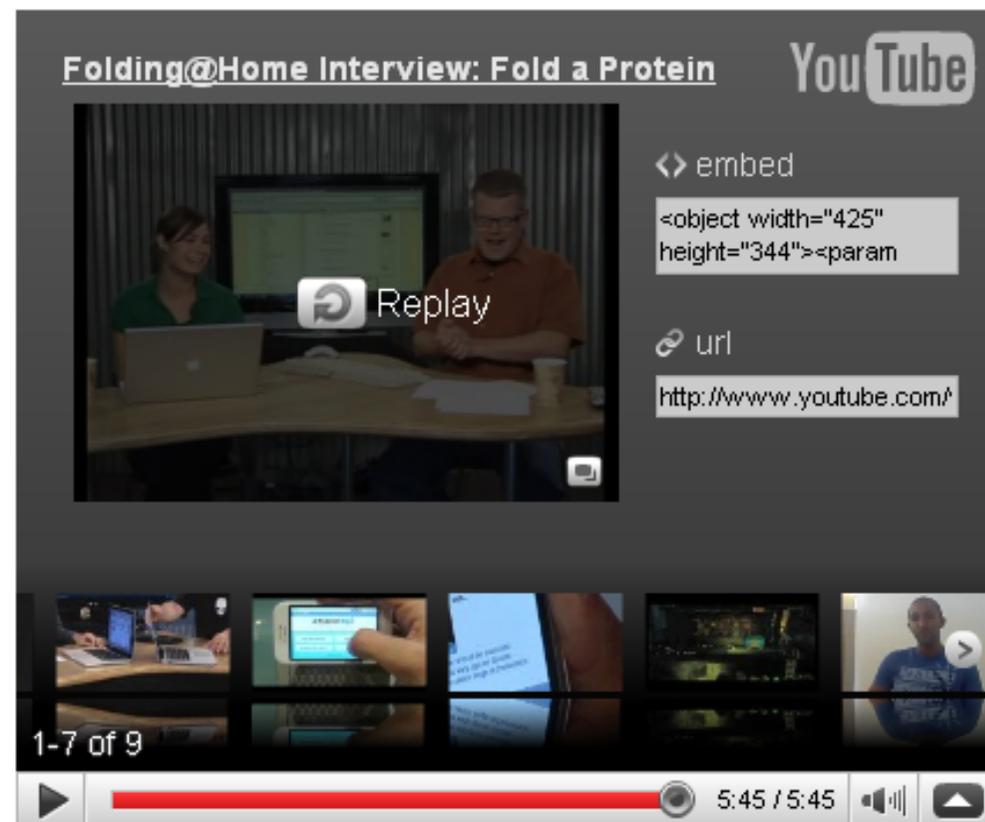


Рис. 1.49. Пример демонстрации научно-образовательного фильма о динамике белков на сайте проекта *Folding@home*

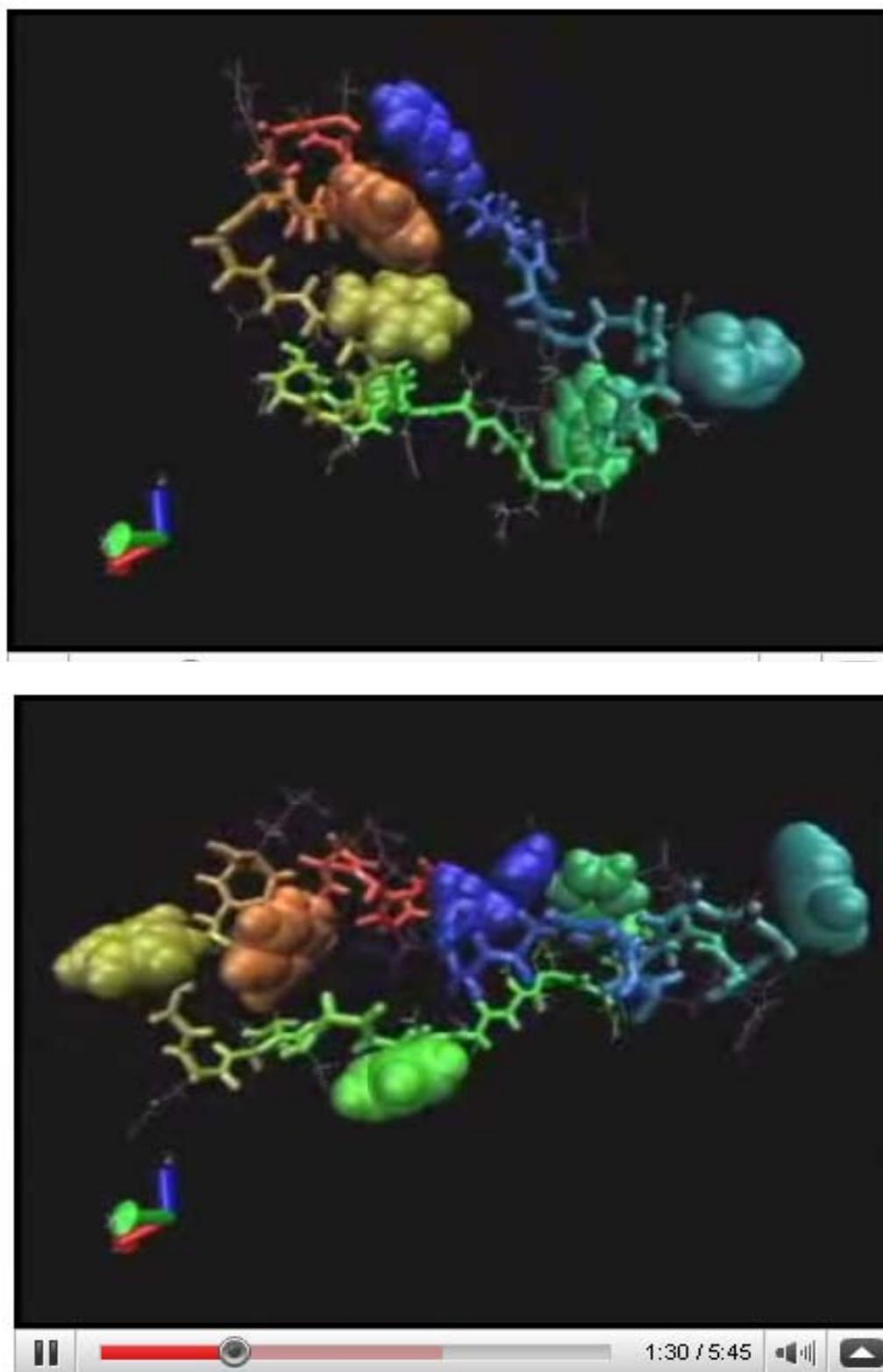


Рис. 1.50. Фрагменты фильма ([рис. 1.49](#)) о белковой динамике

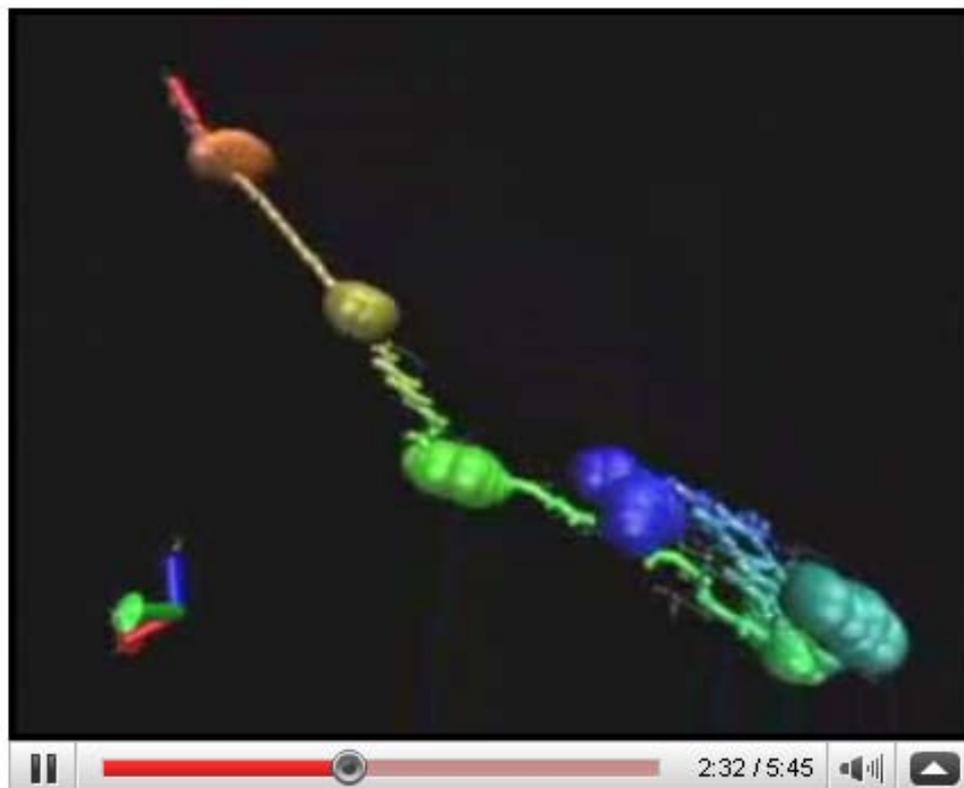


Рис. 1.50. Окончание

он это делает. Чтобы выполнять свои функции (например, как ферменты или антитела), они должны приобрести определенную форму. Белки – удивительные машины: они собирают сами себя перед тем, как выполнять свою работу. Эта самосборка и называется *folding*, или сворачивание. Одна из целей проекта – моделирование сворачивания белков, чтобы понять, как белки сворачиваются так быстро и надежно, а также узнать, как создавать синтетические полимеры с данными свойствами. Фильмы с результатами моделирования некоторых молекул можно посмотреть на этом же сайте ([рис. 1.49](#), [рис. 1.50](#)).

Задача изучения неправильного сворачивания белков весьма актуальна, в частности считается, что с нарушениями в сворачивании белков связаны такие заболевания, как болезнь Альцгеймера, кистозный фиброз, *BSE* (коровье бешенство), наследственная форма эмфиземы, а также многие формы рака. Когда белки сворачиваются неправильно, они образуют плотные комочки, объединяясь вместе (агрегируя), что в мозге человека может вызвать симптомы коровьего бешенства или болезни Альцгеймера. Изучение процесса сворачивания белков позволяет также конструировать собственные «наномашин» для выполнения схожих задач. Естественно, что до того как «наномашин» смогут что-либо выполнять, они сами должны быть собраны.

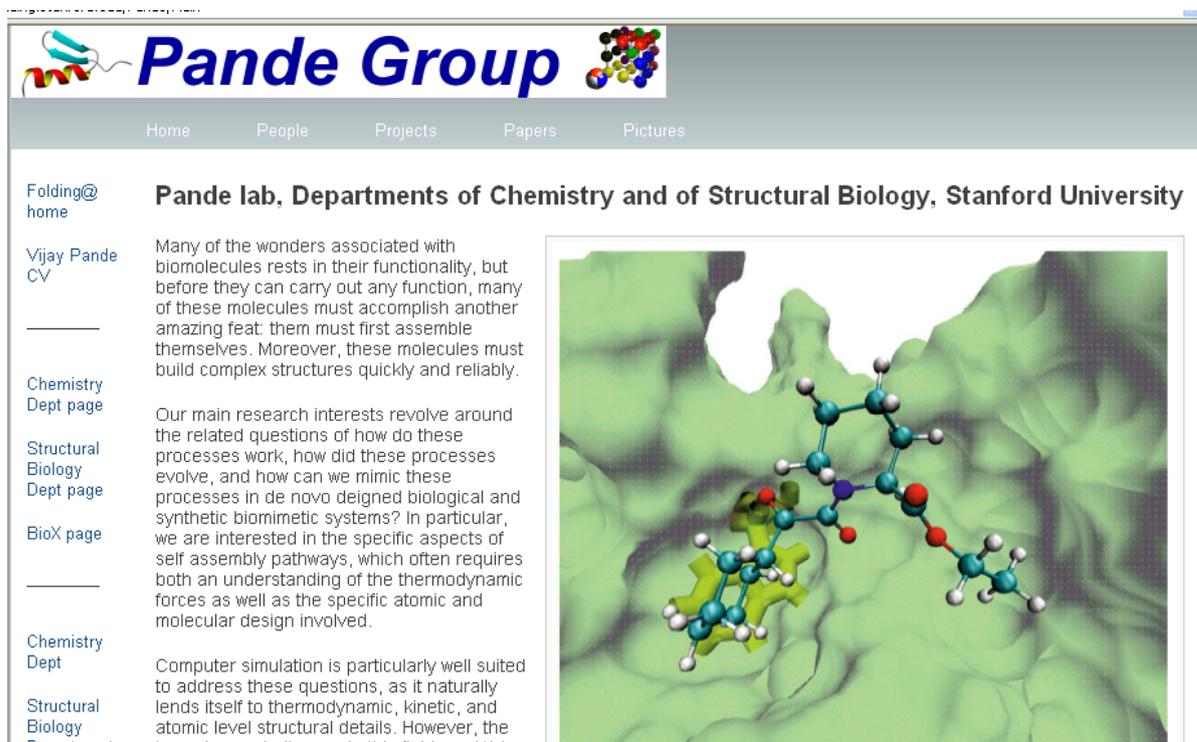


Рис. 1.51. Интернет-страница исследовательской группы *Pande Group*, <http://folding.stanford.edu/Pande/Main>

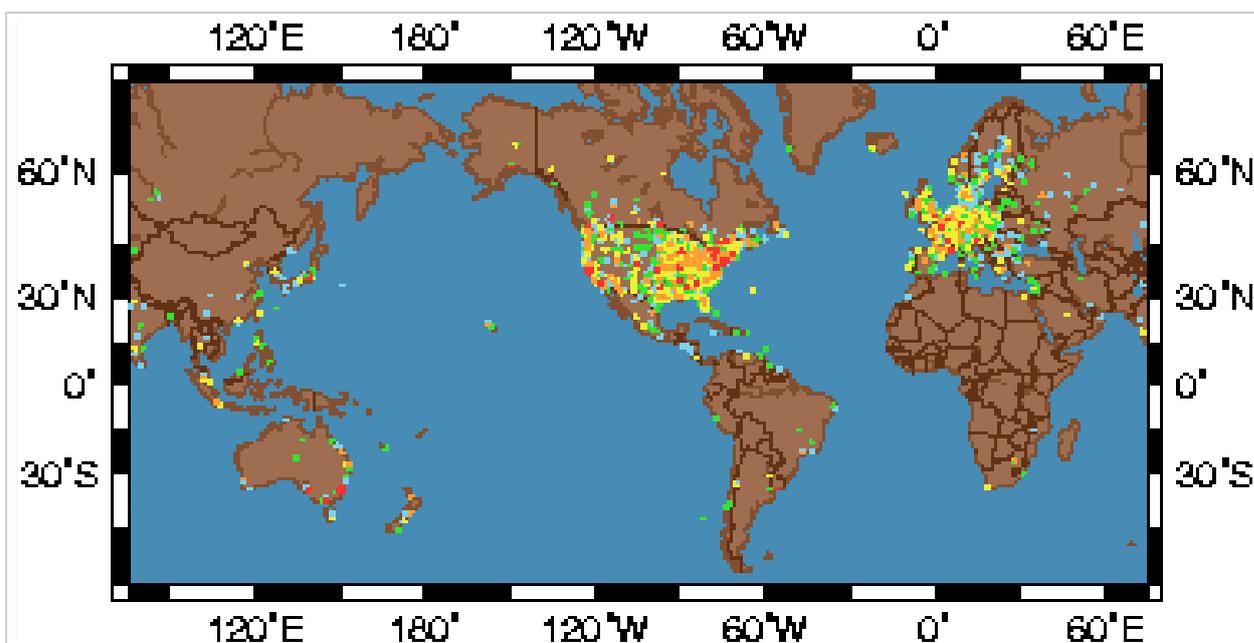


Рис. 1.52. Распределение участников проекта молекулярного моделирования белков и их динамики по всему миру

Белки удивительны не только тем, что они самостоятельно сворачиваются, но и тем, насколько быстро они это делают: некоторые – за миллионную долю секунды. В нашем понимании это очень быстро, однако компьютерам требуется очень много времени, чтобы смоделировать данный интервал времени. Фактически моделирование одной наносекунды занимает примерно день. К сожалению, время сворачивания белков составляет порядка нескольких десятков микросекунд (10 000 наносекунд). Поэтому моделирование сворачивания одного белка заняло бы 10 000 процессоро-дней, т. е. 30 процессоро-лет. Это слишком долго, чтобы ждать одного результата. Но решение есть – это использование метода распределенной молекулярной динамики, который преодолевает микросекундный барьер. Это новый метод моделирования сворачивания белков, который для преодоления микросекундного барьера особым образом разделяет работу между процессорами, достигая почти линейного увеличения скорости от увеличения количества процессоров. Таким образом, с 1000 процессоров можно преодолеть микросекундный барьер и раскрыть тайну сворачивания белков. Этот метод разработан группой исследователей Стенфордского университета *Pande Group*, <http://folding.stanford.edu/Pande/Main%20> (рис. 1.51). В реализации этого проекта участвуют ученые всего мира (рис. 1.52).

## 1.4. E-Science в биомедицине

Биомедицина развивается скачкообразно, прогресс существенно увеличивается благодаря правительственной поддержке, главным образом в Великобритании и США, продолжающемуся росту биотехнологической индустрии и увеличивающейся адаптации молекулярной медицины. Эта область науки развивается в направлении характеристики биологических систем на основе фундаментальных основ молекулярной биологии с применением технологий и инструментария, использование которых было невозможно ранее.

Биомедицинское исследовательское сообщество совместно использует информацию, начиная со времен Гутенберга, привлекая печатные издания еще с XVIII в. Открытия ученых фиксировались, суммировались и совместно использовались через манускрипты. Революция в информационной инфраструктуре, которая изменила бизнес, управление, внесла заметный вклад во все научные дисциплины, внедрилась в биологию и медицину. Сегодня электронные каталоги, такие как *Pubmed*, облегчают доступ к научным статьям и все больше и больше биомедицинские журналы требуют, чтобы первичные данные и результаты были депонированы на Интернет-доступных сайтах издательств или исследователей.

Биомедицинская культура находится в тесной связи с открытиями, сделанными во многих областях науки. Сегодня существует реальная необходимость в установлении связи «большой» науки и исследований, выполняемых отдельной командой. Требование к большой науке – признать, что многие из технологических подходов, необходимых в биологии и медицине, являются очень дорогими и недоступными для индивидуальных исследователей, и возрастающее число открытий концентрируется главным образом в нескольких институтах. Новая парадигма требует поддержки этих исследователей. Кроме того, многие проблемы лежат на границах различных дисциплин.

Киберинфраструктура используется для проведения биомедицинских исследований уже много лет. Один из примеров – это *Cooperative Human Linkage Center (CHLC)*, который был организован в 1990 г. как часть проекта *Human Genome Project* с целью создания интегрированных генетических карт.

*CHLC* был географически распределенным виртуальным центром, связывающим небольшие специализированные лаборатории с помощью информационной инфраструктуры через Интернет. Каждая лаборатория выполняла специализированную экспертизу, все лаборатории были виртуально объединены. Каждая группа работала в контексте своей специализации, и разные части исследований соединялись с помощью киберинфраструктуры. Конструирование карты происходило с помощью конвейерного документооборота и использования распределенного процесса вычислений через сеть компьютеров. Сырые данные, аналитические промежуточные вычисления и карты были распространены через Интернет. Для расчета карт инфраструктура была выполнена таким образом, чтобы карты были доступны научному со-

обществу через электронную почту. Этот пример – доказательство того, что ключевым аспектом для выполнения такого рода проектов является использование информационных технологий.

Биохимическое мировое исследовательское сообщество постоянно проводит многочисленные эксперименты по развитию и использованию киберинфраструктуры. Диапазон применения совместных исследований производит впечатление. Он включает молекулярное присоединение, определение структуры белков, изучение последовательности нуклеиновых кислот, особенности биологической экстракции и т. д.

*Biomedical Informatics Research Network (BIRN)*, [www.nbirn.net](http://www.nbirn.net), – проект, который нацелен на создание географически распределенного научного виртуального сообщества с помощью ресурсов общего пользования. Деятельность в рамках проекта на начальном этапе была направлена на решение проблемы, связанной с новыми платформами для создания изображений и необходимостью скоррелировать функциональные и структурные данные, генерируемые этими платформами. Это основная проблема киберинфраструктуры. Каким образом обеспечить управление, доступ, визуализацию и анализ большого объема данных для всего виртуального научного сообщества? Проекты, связанные с изображением, генерируют терабиты данных благодаря использованию различных технологий для построения изображений.

*The myGrid project*, [www.mygrid.org.uk](http://www.mygrid.org.uk), – проект, содержащий локальные и общие данные, которые могут быть обработаны с помощью компьютера.

Этот проект, как было описано выше, в меньшей степени уделяет внимание совместному использованию ресурсов по сравнению с *BIRN*. Проект скорее направлен на работу со сложной спецификой биологических объектов, а также на программное обеспечение, которое обрабатывает биологическую информацию. Были сконструированы сервисы, которые способствуют интеграции данных и программ. Эти особенности направлены на открытия, связанные с быстрым развитием природы биомедицинских знаний, а также проблемой происхождения. *MyGrid* можно использовать с помощью Интернета. Никакого другого специального обеспечения не требуется. Объектами исследования с помощью *myGrid* являются, например, циркадные ритмы *Drosophila melanogaster* или генетические исследования иммунных нарушений человека, связанных с базедовой болезнью.

*The cancer Biomedical Informatics Grid (caBIG)*, <http://caBIG.nci.nih.gov> (рис. 1.53, рис. 1.54) – подход, который содержит в себе особенности и *BIRN*, и *myGrid*. Как и *BIRN*, этот подход сфокусирован на создании виртуального сообщества для совместного использования ресурсов и решения ключевых проблем киберинфраструктуры. Тем не менее это научное сообщество

**National Cancer Institute** U.S. National Institutes of Health | www.cancer.gov

**caBIG™** Cancer Biomedical Informatics Grid™

**Welcome to the caBIG™ Community Website!**

The National Cancer Institute is launching a 21st century information initiative that will transform the way we do cancer research. We are creating a network that will freely connect the entire cancer community. In doing so, we are leveraging valuable resources and saving precious time toward new discoveries.

New visitors are encouraged to visit [About caBIG™](#). If you are already familiar with caBIG™ but looking for a synopsis of recent activities by the [workspaces](#) and [SIGs](#) look at [What's BIG This Week](#) and the monthly newsletter [caBIG™ Links](#).

**Get Started**

- About caBIG™
- caBIG™ FAQs
- How It Works
- "caBIG™ Essentials" Self-Paced Training Program
- Getting Connected with caBIG™
- Glossary

**Products**

- Tools, Infrastructure, Data Resources
- Compatibility Guidelines & Certification
- Data Standards
- Policies, Guidelines & Whitepapers
- caGrid (the "grid")

**Participant Shortcuts**

- What's BIG This Week
- Events & Calendar
- caBIG™ Links (newsletter)
- Materials for Speakers
- Workspaces & SIGs

*The content of this website is intended for caBIG™ participants and others needing specific information about caBIG activities and products. General audiences are invited to learn more about the caBIG™ initiative by visiting <http://cabig.cancer.gov>.*

**caBIG™ Spotlight**

**Biomedical Informatics Without Borders**  
Presentations now available from the joint NCI-NCI conference. [Learn More](#)

**caBIG™ Enterprise Support Network**  
Knowledge Center Sites Launched. [Learn More](#)

**caBIG™ Wins Best Practices Editors' Choice Award**  
Awarded by Bio-IT World. [Learn More](#)

**caBIG™ News**

- [2008-10-24](#)  
Life Science Distribution, LSD 1.1 Release
- [2008-10-24](#)  
What's BIG This Week - 10/24/08
- [2008-10-20](#)  
Requesting Applications for caBIG@ Support Service Providers
- [2008-10-16](#)  
caBIG@ Support Service Providers
- [2008-10-10](#)  
caBIG@ Registered by the U.S. Patent and Trademark Office

[ [Остальные новости](#) ]

Рис. 1.53. Стартовая страница проекта *The cancer Biomedical Informatics Grid* (caBIG), <http://caBIG.nci.nih.gov>

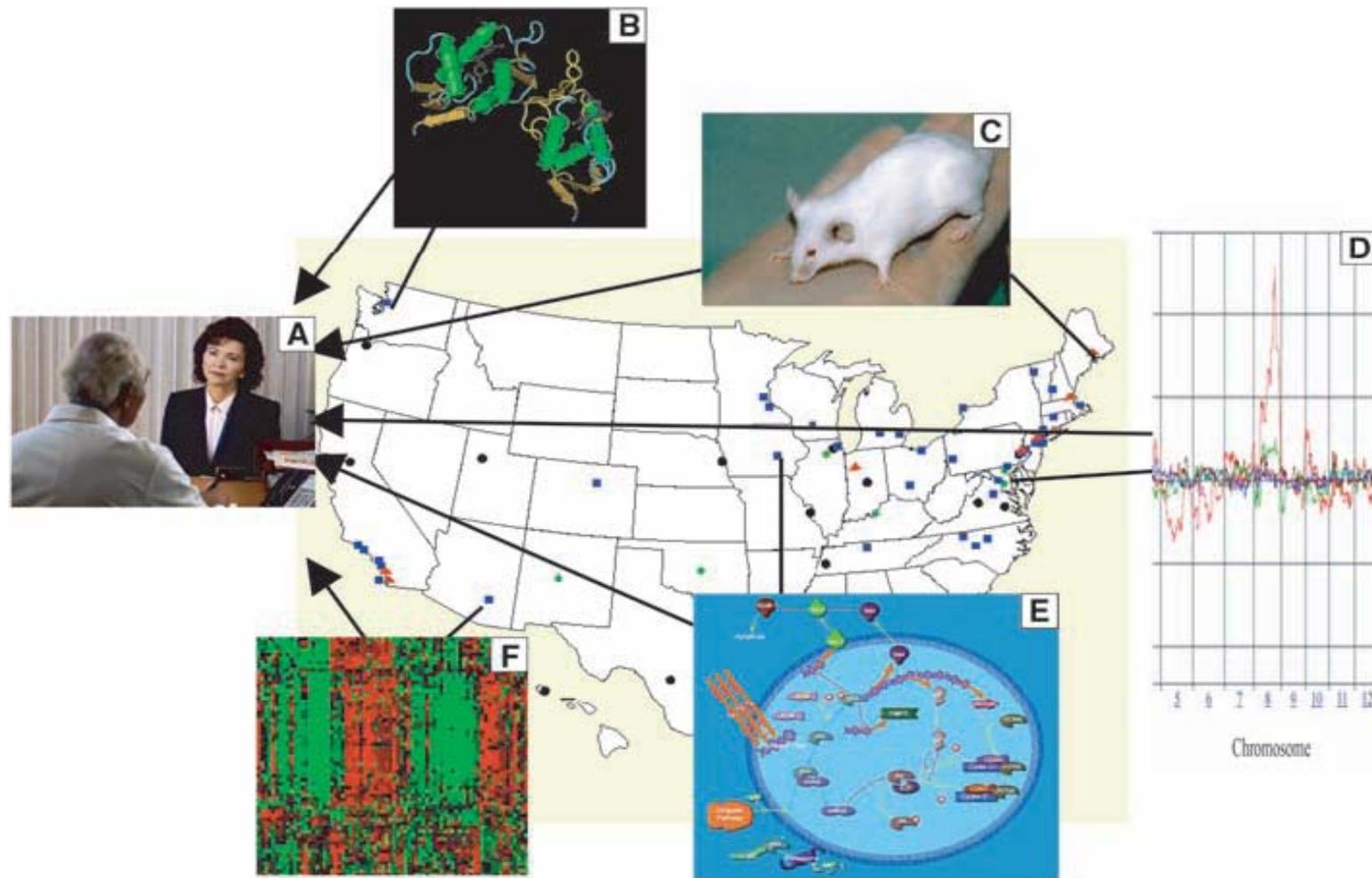


Рис. 1.54. Пример совместного исследования с использованием сервисов проекта *The Cancer Biomedical Informatics Grid (caBIG)*, <http://caBIG.nci.nih.gov>

открыто. Оно занимается исследованиями в области рака. *CaBIG* похожа на *myGrid*, так как является открытой инфраструктурой, позволяющей достигнуть семантической интероперабельности. Киберинфраструктура *caBIG* – архитектура, основанная на сервисах, ядром которой является *web*-сервис *OGSA-DAI*. Для функционирования *caBIG* необходим обычный Интернет, никакого другого специального программного обеспечения не требуется. В настоящий момент с помощью этой системы осуществляется поддержка исследований, в том числе и клинических (банк и патология тканей).

Основные цели проекта *caBIG* – интегрировать разнообразные данные биохимических исследований таким образом, чтобы исследователи могли использовать данные, сервисы и знания, накопленные всем биохимическим сообществом. Например, ученые из Калифорнии оперируют научными данными, полученными со всей страны (рис. 1.54).

Проект *CombeChem*, [www.CombeChem.org](http://www.CombeChem.org) имеет амбициозную цель создания химической *Smart Laboratory* на основе использования технологий автоматизации, семантики и сетевых вычислений.

Здесь можно использовать и определение технологии *SMART (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology)*: технология самоконтроля и составления диагностических отчетов, система активного контроля за состоянием узлов объекта. Ключевым элементом проекта является создание большого объема новых химических данных с помощью высокоэффективных технологий, таких как комбинаторная химия, в которой большое количество новых химических компонентов синтезируются одновременно. Очевидна острая необходимость в помощи организации, аннотирования, поиска этих данных. Междисциплинарная команда *CombeChem*, более того, развивает прототип *Smart*-лаборатории на основе испытательного стенда, который интегрирует химические структуры и базы данных со свойствами веществ и элементов с вычислительной сетевой средой. Благодаря проекту исследованы автоматизированные процедуры нахождения сходств в структурах кристаллов, находящихся в твердой фазе, среди родственных компонентов, определена концепция нового статистического дизайна для улучшения эффективности комбинаторных экспериментов в поисках новых ферментов и фармацевтических солей для улучшения производства лекарств. Одной из ключевых концепций проекта *CombeChem* является *Publication@Source*, благодаря которой существует полностью непрерывная связь между результатом, полученным в лаборатории, и окончательно опубликованным анализом.

## 2. E-LEARNING: ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ, ТЕХНОЛОГИИ

### 2.1. Информатизация образования: основные подходы

Технологии *e-Learning* как новый образовательный инструмент приводят к изменению и форм организации учебного процесса. Появляются, например, такие формы обучения, как:

1. «Один к одному»: индивидуализированное преподавание, для которого характерны взаимоотношения одного студента с одним преподавателем или одного студента с другим студентом.

2. «Один ко многим»: в основе лежит представление студентам учебного материала преподавателем или экспертом, при этом обучающиеся не играют активной роли в образовательном процессе.

3. «Многие ко многим»: активное взаимодействие между всеми участниками учебного процесса.

Значение этих форм и интенсивность их использования существенно возрастают с развитием обучающих телекоммуникационных технологий. Иными словами, интерактивные взаимодействия между самими обучающимися, а не только между преподавателем и обучающимися становятся важным источником получения знаний.

Ниже представлены три модели применения *e-Learning* в образовательном процессе.

*Модель распределенного класса.* Отличительные черты данной модели:

- занятия включают в себя синхронные коммуникации, студенты и преподаватели должны находиться в определенном месте в определенное время (по крайней мере раз в неделю);

- количество участников варьируется от одного до пяти и более; чем больше количество участников, тем выше техническая, логическая и познавательная сложность;

- от студентов и преподавателей ускользает мимика и другая невербальная информация, важная в процессе обучения.

*Модель самостоятельного обучения.* Освобождает студентов от необходимости находиться в определенном месте в определенное время. Отличительные черты модели самостоятельного обучения:

- занятия в классе не проводятся: студенты обучаются самостоятельно, следуя подробным инструкциям программы;

- представление содержания курса происходит через печатные издания, компьютерные диски или видеозаписи, которые студенты могут изучать в любое удобное время.

*Модель «Открытое обучение + класс».* Включает в себя использование печатного изложения курса и других средств (например, видеозаписей или компьютерных дисков), которые позволяют студенту изучать курс с наибо-

лее приемлемой для него скоростью в сочетании с интерактивными телекоммуникационными технологиями для организации общения студентов внутри дистанционной группы. Характеристики данной модели:

- представление содержания курса происходит через печатные издания, компьютерные диски или видеозаписи, которые студенты могут изучать в любое удобное время, индивидуально или в группе;
- студенты периодически собираются вместе для проведения занятий с участием преподавателя, при этом используются интерактивные технологии (в соответствии с моделью распределенного класса);
- занятия в классе проводятся для того, чтобы студенты могли обсудить и уточнить основные понятия, получить навыки решения задач, групповой работы, выполнения лабораторных работ, моделирования и других прикладных исследований.

## 2.2. Развитие технологий E-Learning

Изменения, происходящие в системах образования различных стран мира, имеют эволюционный характер. Дистанционные технологии можно рассматривать как естественный этап эволюции образовательных технологий: от классического университета до виртуального, от учебной доски с мелом до компьютерных обучающих программ, от книжной библиотеки до электронной, от аудитории до виртуальной аудитории любого масштаба и т. д. Эти процессы позволяют сосуществовать в рамках одной системы образования различным образовательным технологиям.

Об этом свидетельствует опыт образовательных учреждений ряда стран. Приведем примеры.

В 1969 г. в **Великобритании** королевским указом был создан Открытый университет Великобритании (*The Open University, UK*, <http://www.open.ac.uk>) – независимое автономное высшее учебное заведение (рис. 2.1). Открытый университет Великобритании предоставляет работающим людям «вторую» возможность получить или продолжить свое образование, предлагает три вида обучения: на степень бакалавра, последиplomное (аналогом в России является послевузовское) и продолженное. За весь период существования Открытого университета Великобритании в нем получили образование более 2 млн студентов. Он располагает 305 региональными центрами в Великобритании и 42 в других странах. В Открытом университете Великобритании работают около 4 тыс. штатных сотрудников, к обучению студентов привлечено 7 тыс. преподавателей.

Образовательный процесс в данном учебном заведении построен как на использовании печатных материалов, так и на применении аудио-, видеосредств, TV и т. д.; студенты имеют возможность получить

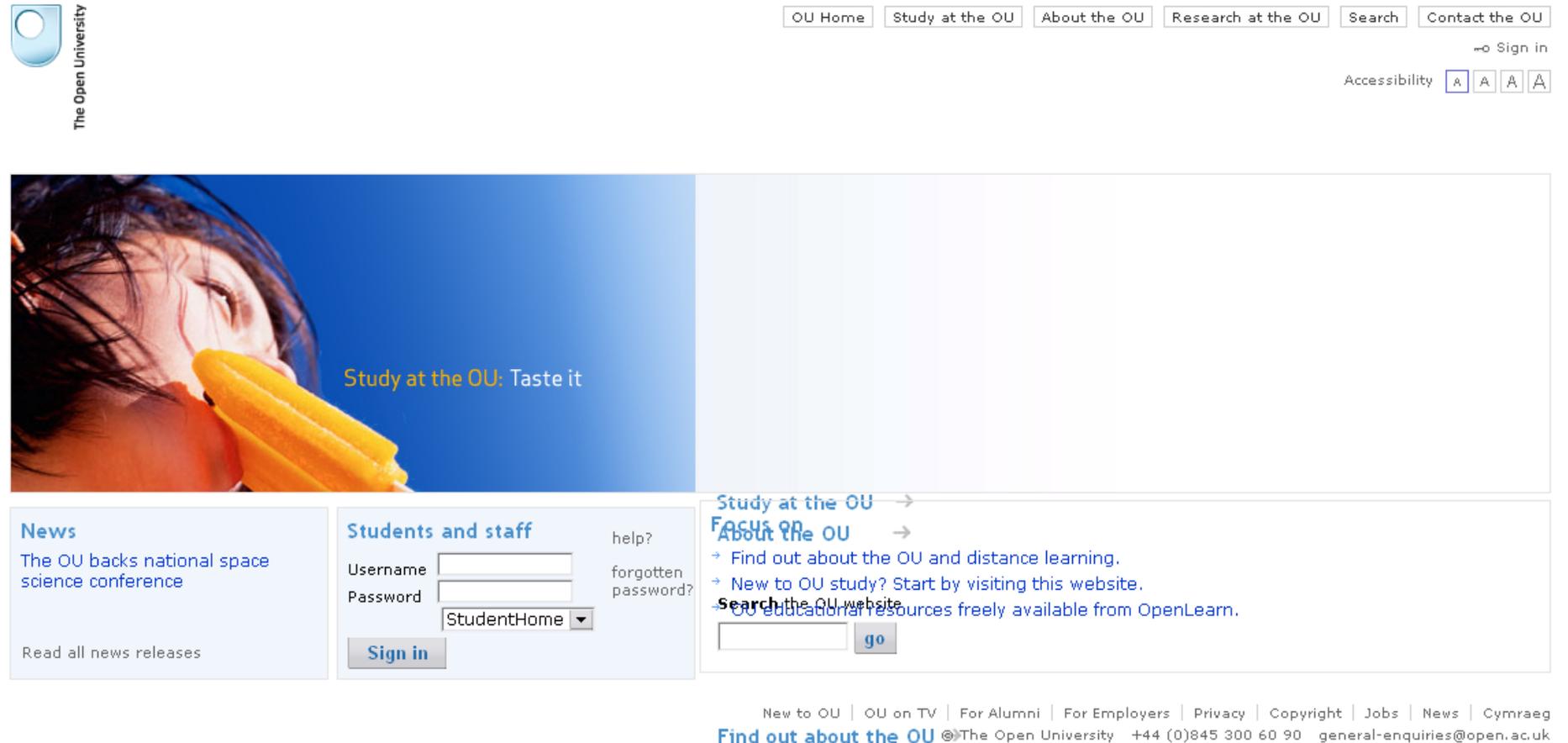


Рис. 2.1. Стартовая страница Открытого университета Великобритании  
(The Open University, UK)

консультации в 250 учебных центрах, расположенных во многих городах страны и мира. Открытый университет Великобритании зарекомендовал себя как мировой лидер нетрадиционного образования.

По образцу Открытого университета Великобритании учебные заведения аналогичного типа были созданы в Канаде, Австрии, Испании, Пакистане, Нидерландах, Турции, Индии, Израиле и др.

В США университеты имеют тенденцию к применению инновационных технологий в зависимости от потребностей, диктуемых уровнем промышленного, экономического и социального развития общества. Эти технологические инновации внедряются на всех образовательных степенях – от средней школы до послевузовского образования.

Среди успешно работающих вузов США можно выделить Центр дистанционного образования (ЦДО) Пенсильванского государственного университета (*Pennsylvania State University «World Campus»*), <http://www.worldcampus.psu.edu> (рис. 2.2); Калифорнийский виртуальный университет (*California Virtual Campus*), <http://www.cvc.edu> (рис. 2.3); Вашингтонский открытый университет (*The George Washington University*), <http://www.gwu.edu> (рис. 2.4); Университет западных губернаторов (*Western Governors University*), <http://www.umuc.edu>; Виртуальный университет Миннесоты (*Minnesota Virtual University*), <http://www.iseek.org/sv/index.jsp>; Университет дистанционного образования Флориды (*University of Florida Distance Learning*), <http://www.fcd.ufl.edu> и другие (рис. 2.5, рис. 2.6).

По данным Национального центра статистики образования США, более 70 % американских учебных заведений используют технологии дистанционного обучения.

В 1990-е гг. наблюдалось изменение во взаимоотношениях между университетами, предлагающими курсы дистанционного обучения. Например, Национальный технологический университет осуществлял программу для получения степени бакалавра и магистра в области инженерных наук, используя курсы 40 основных национальных технических университетов США.

Говоря об университетском дистанционном образовании, необходимо отметить, что в США не существует национальной или хотя бы «сильно связанной» системы дистанционного образования, базирующейся на единых теоретических, организационно-методических принципах. Ряд небольших организаций претендует по своему названию на роль общенациональных, однако ведущие университеты США осторожно относятся к установлению с ними партнерских отношений.

Свыше 40 университетов США участвуют в академических программах, предложенных Национальным технологическим университетом. Некоторые учреждения принимают участие в разработке программ по всем дисциплинам, в то время как другие обеспечивают курсы только в выбранных областях знаний. Учебные программы поставляются посредством



PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY  
World Campus

[GETTING STARTED](#) | [FINANCIAL AID](#) | [CONTACT US](#)  
[CURRENT STUDENTS](#) ▶ [ENTER](#)

---

[Degrees](#)
[Certificates](#)
[Course Catalog](#)
[Student Services](#)
[About Us](#)

## PENN STATE | ONLINE

Learn how we can help you

More than 50 [online degrees](#) and [certificate programs](#) offered in convenient formats

Distance education student services: [Advising](#) | [Technical Support](#) | [Career Services](#) | [FAQs](#) | [More](#)

Information for: [Military](#) | [Corporations](#) | [Current Students](#) | [Educators](#) | [More](#)

A recognized leader in distance education for [more than 100 years](#). Learn more [about us](#) and how we help our [students](#) and [faculty](#).



SEARCH PENN STATE ONLINE

 GO  

Search all of Penn State

---

UPDATES

» **Are you a World Campus student or alum?**  
Tell us how your Penn State online education has changed your life. [Share your story](#).

---

» **New! A blog from Ken Udas**, Executive Director of Penn State World Campus.

**Recent Posts**

» [Whats Your Story?](#) — Nov 15

» [Introduction-Ken Udas Continued, Part 2](#) — Nov 12

» [So, how about that weather](#) — Nov 08

[RSS 2.0](#)

BE EXCEPTIONAL — ONLINE STUDENT TESTIMONIALS



**Sharon Boose**  
[master of adult education](#) online student

"I'm adding a Penn State degree to my twenty plus years of leadership and military experience."

» [Sharon's story](#)

[See more online education student testimonials](#)

ONLINE EDUCATION IN THE NEWS

**Penn State Online Turfgrass Program Earns National Honor** | *Penn State Live (November 1, 2006)*

Sloan Consortium recognizes program as the Most Outstanding Online Teaching and Learning Program

When Penn State launched its online campus eight years ago, Dr. A. J. Turgeon was ready. A pioneer in using educational technologies to extend learning beyond classroom walls to students around the world, Turgeon, professor of turfgrass management, already had all of his case studies for Turfgrass Management 436 on the Web and had designed many of the course's instructional modules.

Рис. 2.2. Стартовая страница Центра дистанционного образования Пенсильванского государственного университета (Pennsylvania State University «World Campus»)

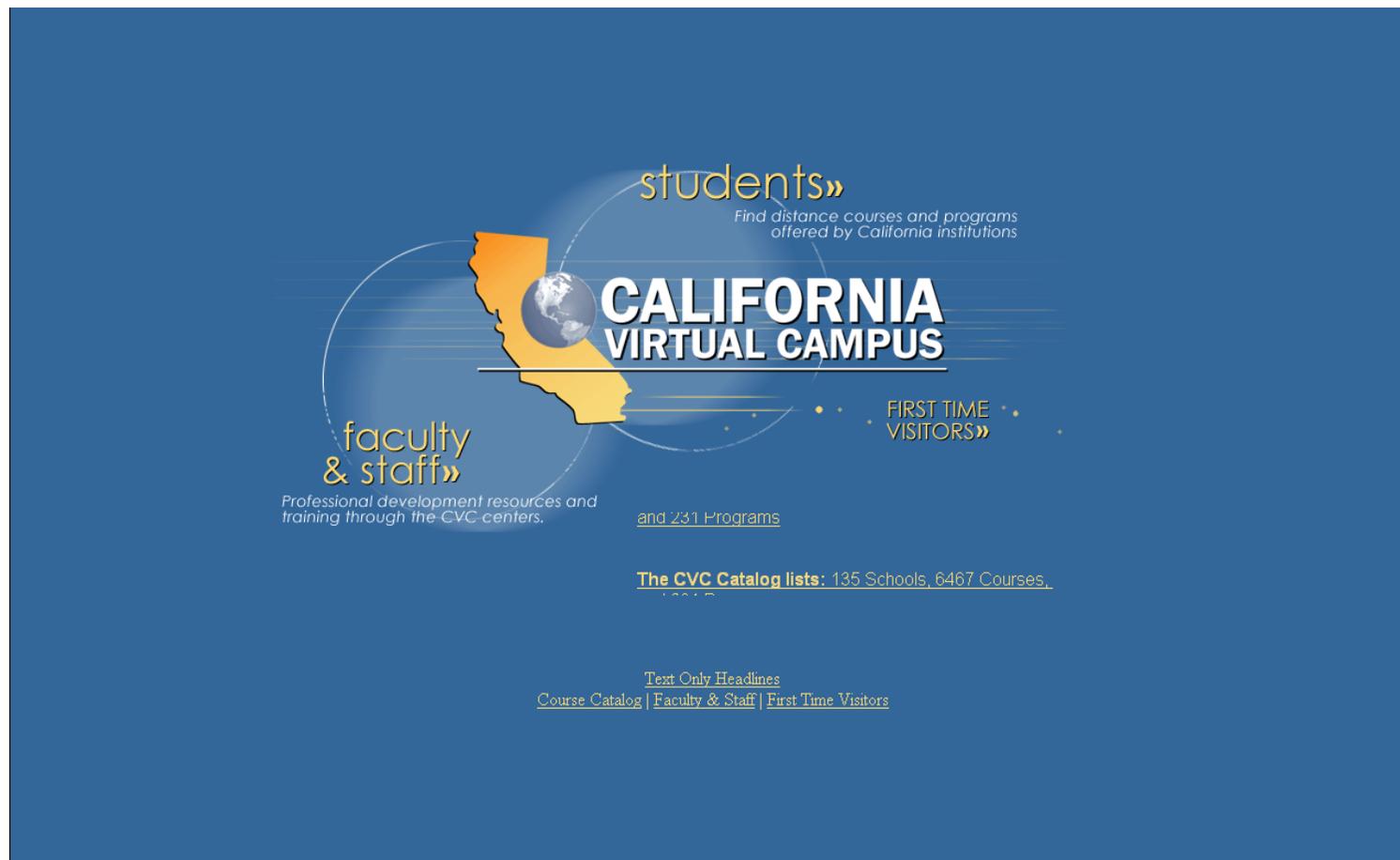


Рис. 2.3. Стартовая страница Калифорнийского виртуального университета (*California Virtual Campus*)



**THE GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY**  
WASHINGTON DC

**OFFICE OF ACADEMIC AFFAIRS**

## Distance Learning Opportunities

The George Washington University uses a variety of distance learning techniques to reach students outside the traditional classroom. Partnerships with other universities and organizations facilitate tailoring degree and certification coursework to suit specialized audiences.

### Associate Programs

**School of Medicine and Health Sciences**  
AS in Health Sciences (with the following fields of study):

- [Clinical Health Sciences Associate Program \(Military Program\)](#)

### Undergraduate Programs

**Special and International Academic Programs**

- [Summer Distance Learning Courses and FAQ](#)

**School of Medicine and Health Sciences**  
BS in Health Sciences (with the following fields of study):

- [Clinical Health Sciences Bachelors Program \(Military Program\)](#)
- [Clinical Research Administration](#)
- [Clinical Laboratory Program](#)
- [Emergency Health Services](#)
- [Clinical Management and Leadership Program](#)

### Graduate Programs

**Graduate School of Education and Human Development**  
MA in Education and Human Development (with the following fields of study):

- [Acquired Brain Injury](#)
- [Rehabilitation Counseling](#)
- [Educational Leadership and Administration](#)
- [Educational Technology](#)

Рис. 2.4. Стартовая страница Вашингтонского открытого университета  
(The George Washington University)

The screenshot shows the homepage of The Arizona Universities Network (AZUN). At the top left is the logo for the Arizona Board of Regents, featuring a sunburst and the text "ARIZONA BOARD OF Regents". To its right is the text "THE ARIZONA UNIVERSITIES NETWORK" and "The Arizona Board of Regents gateway to quality distance learning". A search bar with a "SEARCH" button is located in the top right. Below the header is a blue navigation bar with the text "CURRENT ASU - NAU - UA STUDENTS CLICK HERE".

On the left side, there is a vertical menu with the following items: HOME, ABOUT AZUN, FAQs, GET STARTED, ACADEMIC PROGRAMS, CLASSES, TUITION & FINANCES, and CONTACT US. Below the menu is an "EMAIL AZUN" button with an envelope icon.

The main content area features a central image of a woman sitting on a rock, using a laptop. To the right of the image is a blue box titled "The Arizona Universities Network (AZUN)" containing the text "AZUN is your virtual bridge to Arizona's premier state universities:" followed by a bulleted list:

- Arizona State University (ASU)
- Northern Arizona University (NAU)
- University of Arizona (UA)

Below the image and list, there is a paragraph: "You can achieve your educational goals while meeting your personal and financial obligations. Why wait to pursue your career objectives?"

Another paragraph follows: "AZUN's distance-learning degree and certificate programs allow you to study when and where your schedule allows. You can earn a fully accredited degree from one participating AZUN university while taking courses from all three."

A third paragraph states: "ASU, NAU, and UA are accredited by the Higher Learning Commission of the North Central Association of Colleges and Schools (NCA)."

At the bottom of the main content area is a link: "Learn more about AZUN."

The footer contains a horizontal navigation bar with the following items: HOME • ABOUT AZUN • FAQs • GET STARTED • ACADEMIC PROGRAMS • CLASSES • TUITION & FINANCES • CONTACT US. Below this bar is the copyright information: "Copyright © Arizona Board of Regents. Managed by Northern Arizona University Distance Learning. 1-800-685-8102 email at azun@nau.edu". To the right of the copyright information are the logos for ASU, Northern Arizona University, and the University of Arizona.

Рис. 2.5. Стартовая страница виртуального университета «Университет Аризоны» (*Arizona Regents University*)

The screenshot shows the homepage of the University of Illinois Online. At the top left is the University of Illinois Online logo. To the right, there are links for 'Search', 'Contact Us', and 'Ask a Question'. Below the logo is a navigation menu with items: 'COURSES & PROGRAMS', 'ADMISSIONS & REGISTRATION', 'PUBLIC SERVICE PROGRAMS', 'FOR STUDENTS', 'FOR FACULTY', 'FAQS', and 'ABOUT U of I ONLINE'. The main content area features a 'U of I Online Newsletter' sign-up section, 'In The News' section with a 'Summer 2006' article titled 'Engineering at Illinois to provide online courses to students in Greece', and a 'WISER+ receives IMLS funding' section. A welcome message and a 'Military Benefits and Resources' link are also present.

a

The screenshot shows the homepage of the University of South Florida Continuing Education. The header includes the USF logo and navigation links: 'A-Z INDEX', 'CAMPUS DIRECTORY', 'CALENDARS', and 'S'. Below the header is a 'Quick Links' menu with items like 'CE Departments', 'CE Programs & Services', 'News & Events', 'Site Map', 'Related Programs', 'Enroll/Login', and 'Shopping Cart'. The main content area features a 'WELCOME' message, a 'CE Overview' section with links to 'Academic Consulting Services', 'Conference Management Services', 'Other Lifelong Learning Institute (Senior Programs)', 'Professional and Workforce Development', and 'Testing Services'. A central image shows a walkway with a sign that says 'Discover a variety of learning opportunities for your professional or personal development'. To the right, there is a '50 YEARS 1956-2006' anniversary logo and a 'How to Use this Site' section. The footer contains copyright information and contact details for USF Continuing Education.

б

Рис. 2.6. Стартовые страницы виртуальных университетов:  
 а – Университет Иллинойса (*University of Illinois On-line*);  
 б – Университет Южной Флориды (*University of South Florida*)

телекоммуникационной технологии. Учебные курсы записываются на видеомagnetofон для удобства студентов. Традиционная и электронная почта,

факс, телефон – принципиальные средства для взаимодействия между студентами и университетом. В Канаде идею открытого и дистанционного обучения внедряют университет Атабаска, Телеуниверситет и другие, которые были созданы для удовлетворения образовательных потребностей населения различных регионов, в том числе отдаленных и малонаселенных территорий.

Задачи университетов дистанционного образования в Канаде: предоставление высшего образования тем, кто потерпел неудачу при поступлении в традиционные университеты и колледжи; обеспечение занятости и образования для безработных; обеспечение профессиональной переподготовки для работников сервиса и тех служащих, чьих знаний не хватает для изменяющихся условий работы; обеспечение непрерывного образования и переподготовки в течение всей жизни для всей нации; предоставление возможности получения второго образования. Некоторые канадские университеты набирают специальные группы для работающих взрослых людей старше 20 лет. Для них дистанционное образование является скорее профессиональной переподготовкой, чем вторым высшим образованием. Требования при приеме сходны с обычной моделью обучения.

Университеты дистанционного образования Канады размещают учебные курсы на традиционных носителях информации. Курсы обычно представляют собой печатные материалы и включают методические указания, подборку статей для дополнительного образования, указания по выполнению лабораторных практикумов и т. п. Лишь немногие университеты используют возможности компьютерного обучения и электронную почту как часть системы образования. Несмотря на то, что в такой отдаленной провинции Канады, как Нью-Брунсуик, во всех школах проложена оптоволоконная связь, видеоконференции используются лишь в 3 из 38 курсов дистанционного обучения.

Университет Атабаска – это самый северный университет Канады. Основан в 1970 г. в связи с возрастающей потребностью в образовании населения отдаленных и малонаселенных территорий. В 1972 г. он был преобразован в университет нетрадиционной формы образования для взрослой части населения. Университет предлагает курсы для получения степени бакалавра по следующим направлениям: управление, искусство, торговля, а также степени магистра в области дистанционного образования. С 1980 до 1992 гг. число студентов увеличилось с 3446 до 11351 человека. Количество предлагаемых курсов увеличилось в шесть раз с 40 в 1980 г. до 248 в начале 90-х г.

Телеуниверситет Квебека организован Министерством образования провинции Квебек в 1972 г. По результатам исследований роли дистанционного образования на университетском уровне, фактически это – единственный университет в Северной Америке, который осуществляет подготовку специалистов на французском языке. Университет разрабатывает самые различные программы обучения для взрослых, осуществляет переподготовку кадров в сотрудничестве с малым бизнесом.

Телеуниверситет предлагает программы подготовки по менеджменту, связи, социальным и гуманитарным наукам и др. – всего по 13 сертифициро-

ванным программам, 12 коротким программам профессиональной переподготовки. Изменения в технологии связи позволили усовершенствовать модели дистанционного образования в Телеуниверситете с целью обеспечения быстрого и более адекватного доступа студентов к информационным технологиям. Приблизительно 20 000 студентов принимаются на курсы и программы каждый год, 80 % из них – работающие взрослые.

**Объединенная Европа.** Если мы посмотрим на Европейскую систему высшего образования, обнаружим, с одной стороны, классические университеты со студентами, обучающимися непосредственно в университете, а также созданные открытые университеты для студентов, обучающихся дома или на работе; с другой стороны, двойную модель или смешанный тип учреждений, предлагающих программы как для студентов, обучающихся очно полный день, так и для студентов, обучающихся вне университета неполный день.

Классические университеты еще в Средние века предлагали программы образования, состоящие из лекций и/или семинаров, нацеленные прежде всего на то, чтобы молодые люди получили первое образование.

В настоящее время Европейским союзом предпринимается комплекс мер, целью которых является выведение к 2010 г. экономики Евросоюза на передовые позиции в мире путем построения в масштабах единой Европы наиболее конкурентоспособного и динамично развивающегося общества, основанного на знаниях при общем улучшении условий труда и уровня социального благополучия.

Именно на достижение этой цели направлен ряд программ, внедряемых Евросоюзом с 2000 г.

Осветим некоторые направления деятельности, предусматриваемые этими программами.

### **1. «Электронная Европа – 2002»**

Основной целью программы «Электронная Европа – 2002», рассчитанной на период 2000–2002 гг., являлась разработка комплекса мер для реализации одобренной Советом Европы в марте 2000 г. в Лиссабоне стратегии создания общества, построенного на знаниях.

Программа включает в себя две группы мер, которые должны взаимно усиливать свою эффективность:

- 1) стимулирование расширения рынка услуг, бизнес-приложений и развития информационных ресурсов как для правительственных и общественных организаций, так и для нужд промышленности и коммерции;
- 2) обеспечение совершенствования технологической базы телекоммуникационной инфраструктуры и решение вопросов ее надежности и безопасности информации.

Разработчики программы выделили 11 направлений деятельности, в которых страны-члены ЕС должны были сконцентрировать свои усилия. Эти направления можно сгруппировать в три группы:

1. Снижение стоимости, повышение скорости и безопасности Интернета.
2. Инвестирование в развитие людских ресурсов и профессиональной квалификации.

3. Стимулирование использования сети Интернет (развитие электронной коммерции; правительство *on-line*; здравоохранение *on-line* (телемедицина) и т. д.).

В ходе реализации программы «Электронная Европа – 2002» удалось существенно расширить возможности по предоставлению доступа отдельных граждан и предприятий к большим объемам информации через Интернет. Были внесены необходимые изменения в национальное законодательство стран ЕС, регулирующие вопросы телекоммуникационных сетей, услуг и электронной коммерции, а также созданы условия для развития мобильных и мультимедийных услуг нового поколения.

## 2. «Электронная Европа – 2005»

Целью программы «Электронная Европа – 2005» являлось создание и развитие в Европе:

- современных государственных служб, допускающих взаимодействие с гражданами в режиме реального времени;
- электронного правительства;
- системы электронного образования;
- системы электронного здравоохранения;
- динамичной среды электронного бизнеса;
- широких возможностей по доступу к высокопроизводительным и широкополосным сетям по конкурентоспособным (низким) ценам;
- надежной и безопасной информационной инфраструктуры.
- 

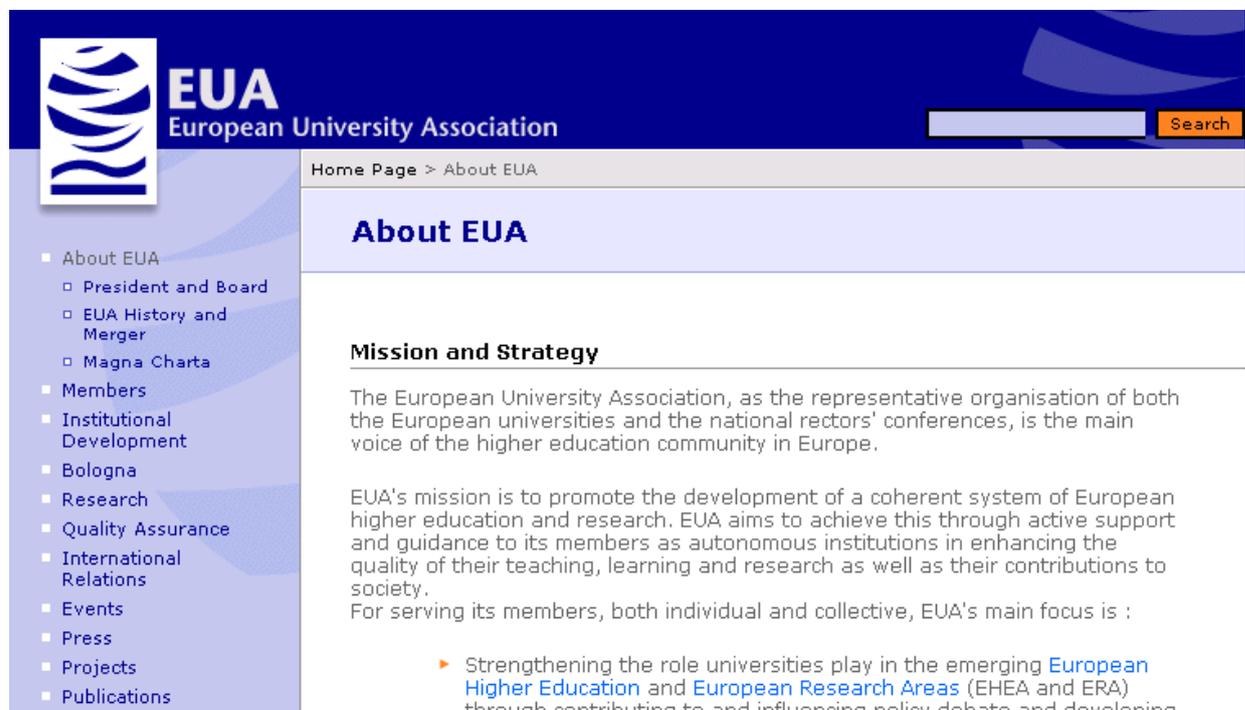


Рис. 2.7. Стартовая страница Европейской ассоциации университетов (EUA)

### Программа «Электронное образование»

Повышение качества и эффективности общего и профессионального образования рассматривается ЕС в качестве ключевого элемента обеспечения наличия квалифицированных трудовых и исследовательских кадров, недостатков которых сказывается в ЕС уже в настоящее время и на которые прогнозируется резкое повышение спроса в самой ближайшей перспективе. Осознание важности обозначенной проблемы выразилось в том, что программа «Электронное образование» была выделена в отдельное стратегическое направление и на 2004–2006 гг. На ее реализацию было запланировано выделить средства в объеме 36 млн евро из бюджета Комиссии ЕС. При этом распределение бюджета планировалось следующим образом:

- 25 % – на развитие электронных средств обучения;
- 30 % – на развитие виртуальных кампусов;
- 25 % – на поддержку установления прямых связей между образовательными заведениями (так называемые школы-побратимы);
- 10 % – на общий мониторинг и мероприятия поддержки;
- 10 % – на оказание технической и административной помощи.

И все же, не смотря на все трудности, Объединенная Европа строит открытое университетское пространство. В 1998 г. в Сорбонне министры образования Франции, Германии, Италии и Великобритании подписали декларацию с призывом инициировать начало строительства общеевропейского пространства университетского образования. В 1999 г. на встрече в Болонье уже 29 стран приняли на себя обязательства активно участвовать в становлении общеевропейского пространства высшего образования. Объединенная Европа не может стать реальностью без полномасштабной конвергенции различных систем образования. В марте 2001 г. в Саламанке (Испания) по инициативе Ассоциации европейских университетов (КРЕ, Женева) и Конфедерации конференций ректоров ЕС (Брюссель) состоялась встреча 500 делегатов из 30 стран – руководителей университетов, государственных органов власти, промышленности, международных и студенческих организаций Европы. Основной целью встречи было обсуждение проекта Конвенции о механизмах, способных определить пути построения общеевропейского образовательного пространства. Было принято решение создать Европейскую ассоциацию университетов (*The European University Association (EUA)*, <http://www.eua.be/eua/index.jsp%20> (рис. 2.7), объединяющую более 700 вузов различных государств Европы.

**Российская Федерация.** Процесс информатизации сферы образования в России развивается по четырем основным направлениям:

1. Оснащение образовательных учреждений современными техническими средствами для широкого применения ИКТ и использование их в качестве нового педагогического инструмента, позволяющего существенным образом повысить эффективность образовательного процесса.

2. Использование современных средств ИКТ и баз данных для поддержки образовательного процесса, обеспечения возможности удаленного

доступа педагогов и учащихся к научной и учебно-методической информации как своей страны, так и других стран мирового сообщества.

3. Развитие и все более широкое распространение дистанционных образовательных технологий – нового метода реализации процессов образования и самообразования.

4. Пересмотр и радикальное изменение содержания образования на всех его уровнях, обусловленные стремительным развитием процесса информатизации общества.

Внедрение и развитие дистанционных образовательных технологий в России активно осуществляются лишь в последние годы. Появление новых технологий обучения явилось насущной необходимостью.

Исследование рынка труда в России показало, что уже достаточно четко оформился контингент лиц, нуждающихся в образовательных услугах, которые традиционная система образования дать практически не может. Это следующие группы населения:

- лица всех возрастов, проживающие в малоосвоенных регионах, удаленных от вузовских центров;
- специалисты, желающие повысить свою квалификацию, приобрести новые знания или получить второе образование, включая госслужащих;
- лица, не имеющие возможности получить образовательные услуги в традиционной системе образования в силу ограниченной пропускной способности этой системы, невозможности совмещения учебы с работой и других нестандартных условий (сельские жители, спортсмены, вахтовики, кочевники и т. п.);
- лица, проходящие действительную срочную службу в рядах Вооруженных Сил Российской Федерации;
- лица, имеющие медицинские ограничения для получения регулярного образования в стационарных условиях (инвалиды; раненые, находящиеся на лечении в госпиталях; лица, нуждающиеся в обучении на дому и т. п.);
- лица, желающие получить образование в зарубежных образовательных учреждениях;
- уволенные и сокращенные лица, зарегистрированные в Федеральной службе занятости и т. д.

Наличие столь разнообразных по своему составу категорий лиц, желающих продолжить свое обучение, явилось одной из причин того, что российскими вузы начали использовать технологии *E-Learning*.

Яркими примерами Российских разработок в области дистанционного образования являются СДО «Прометей», СДО «МОДУС», Гиперметод, система ОРОКС и др.

**Система дистанционного обучения (СДО) «Прометей», <http://www.prometeus.ru/index.html>**; в России и СНГ была разработана Компанией «Виртуальные технологии в образовании» (рис. 2.8) в 1997 г. На сегодняшний день это одна из ведущих российских компаний, обеспечивающая широкий спектр услуг в области дистанционного обучения, оценки персонала, поставки и разработки электронных курсов.

Впервые в России и СНГ в 1998 г. сотрудники компании «Виртуальные технологии в образовании» провели успешное дистанционное обучение служащих департаментов информатизации Центрального и Сберегательного банков РФ, расположенных в 6 городах России. Откликнувшись первой на потребности педагогов, компания разработала программу для создания электронных курсов «Дизайнер курсов», предназначенную для неискушенного в премудростях *web*-программирования пользователя. Первой в России компания осуществила полномасштабное (охватывающее тысячи сотрудников) внедрение своей платформы СДО «Прометей» в корпоративную систему подготовки и повышения квалификации кадров такой крупной компании, как «Российский алюминий». Первой из российских ИТ-фирм компания вышла на рынок средств дистанционного обучения государств СНГ (организация дистанционного обучения в Национальной академии государственного управления при Президенте Украины на платформе СДО «Прометей»).

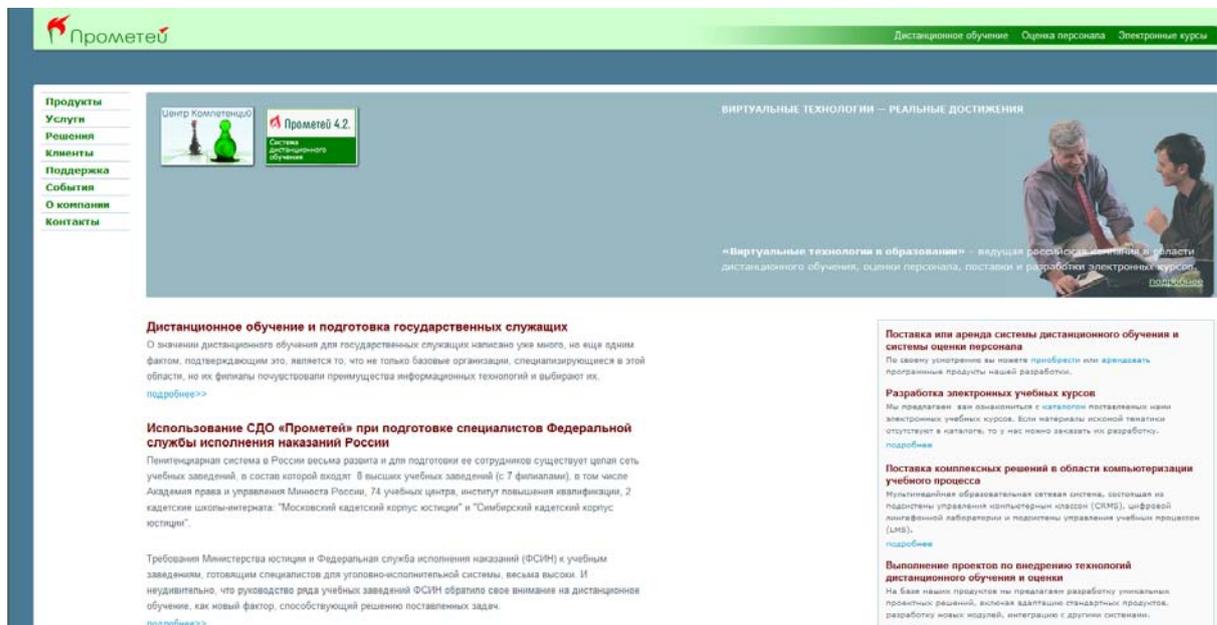


Рис. 2.8. Стартовая страница «Система дистанционного обучения «Прометей», <http://www.prometeus.ru/index.html>

С помощью системы дистанционного обучения «Прометей» можно построить в Интернете или Интранете виртуальный университет и проводить дистанционное обучение большого числа слушателей, автоматизировав при этом весь учебный цикл – от приема заявок до отметки о выдаче итогового сертификата. СДО «Прометей» эффективно используется в различных проектах государственных и корпоративных структур ведущими учебными заведениями России, Украины, Казахстана, Беларуси и других стран СНГ.

**Система дистанционного обучения «МОДУС»** представляет собой программную среду для создания и размещения учебных и методических ма-

териалов в сетях Интернет/Интранет и организации учебного процесса на их основе.

Система создана на базе пакета открытого свободно распространяемого программного обеспечения для создания курсов дистанционного обучения и Web-сайтов Moodle, <http://www.moodle.org> (рис. 2.9).

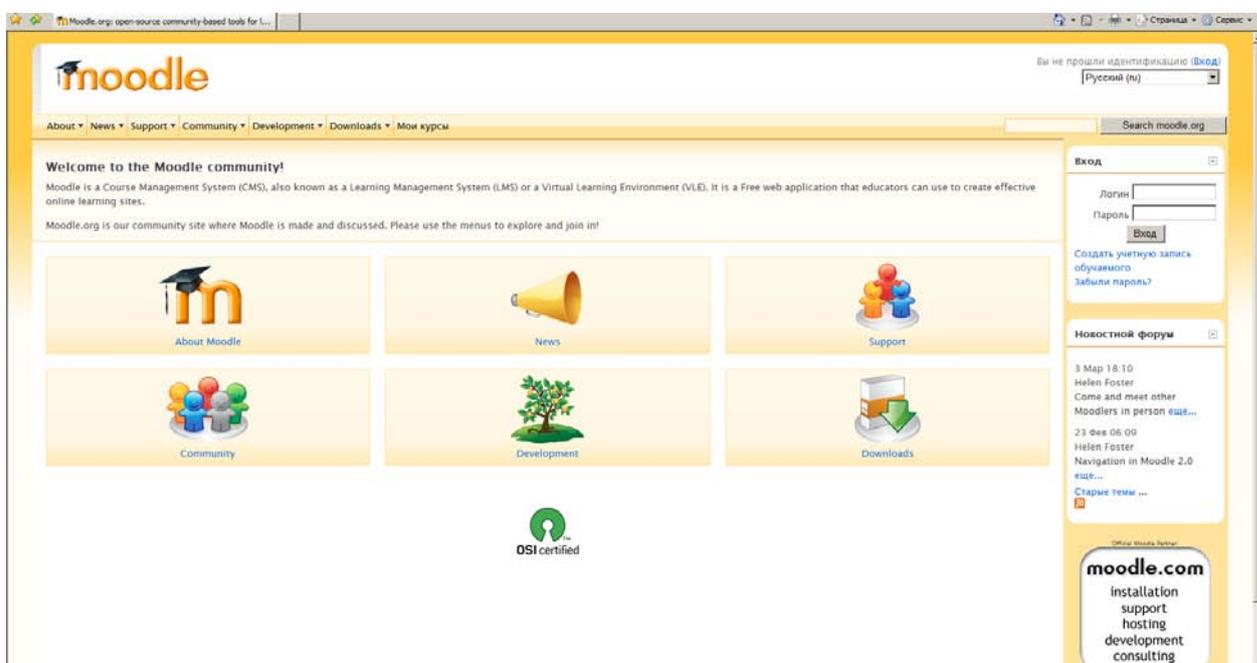


Рис. 2.9. Стартовая страница среды для дистанционного обучения Moodle, <http://www.moodle.org>

Непосредственно в учебном процессе принимают участие следующие категории пользователей: сетевой преподаватель, педагог-куратор (методист), учащийся. Подробно с принципами организации учебного процесса помощью СДО «МОДУС» можно ознакомиться, например, прочитав следующий ресурс: Заботнев, М. С. Организация учебного процесса на основе системы дистанционного обучения «МОДУС» (*LMS MOODLE*) // Современные педагогические технологии интернет-обучения : сб. ст. / общ. ред. А. Н. Тихонов. – М. : ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. – С. 183–189 ([http://window.edu.ru/window\\_catalog/pdf2txt?p\\_id=28386](http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=28386)).

Курс в «МОДУС» делится на разделы (модули). За каждый вид учебной деятельности учащихся отвечают соответствующие исполнители-модули.

Принцип использования различных способов представления знаний: фреймов, семантических сетей, продукционных моделей. В педагогической психологии считается, что визуализация способствует наилучшему восприятию учебного материала. Даже если возможности системы «МОДУС» не позволяют представить учебный материал в некотором специальном виде,

рекомендуется это делать в файлах, которые учащиеся могут скачать себе на компьютер.

Принцип глубокой структуризации учебного материала. СДО МОДУС позволяет внутри одного раздела графически выделить последовательность прохождения учебного материала и значимость отдельных элементов.

СДО МОДУС также позволяет замечательным образом обозначить ключевые слова курса (основные термины, фамилии, понятия), организовав их в совокупность гиперссылок, связанную с основным глоссарием («персоналием») курса.

Основное направление деятельности компании «ГиперМетод», <http://www.learnware.ru/>, – разработка и внедрение в компаниях, учебных заведениях, промышленной сфере, органах государственной власти и учебных центрах систем дистанционного обучения, аттестации персонала. «ГиперМетод» (рис. 2.10) предлагает не только готовое программное обеспечение, но и решения на его основе, включающие настройку в соответствии с требованиями заказчика, интеграцию с уже существующим программным обеспечением, обучение и услуги консалтинга, поставку готовых учебных курсов и разработку контента. На сегодняшний день более 400 организаций в России и других странах используют решения компании.

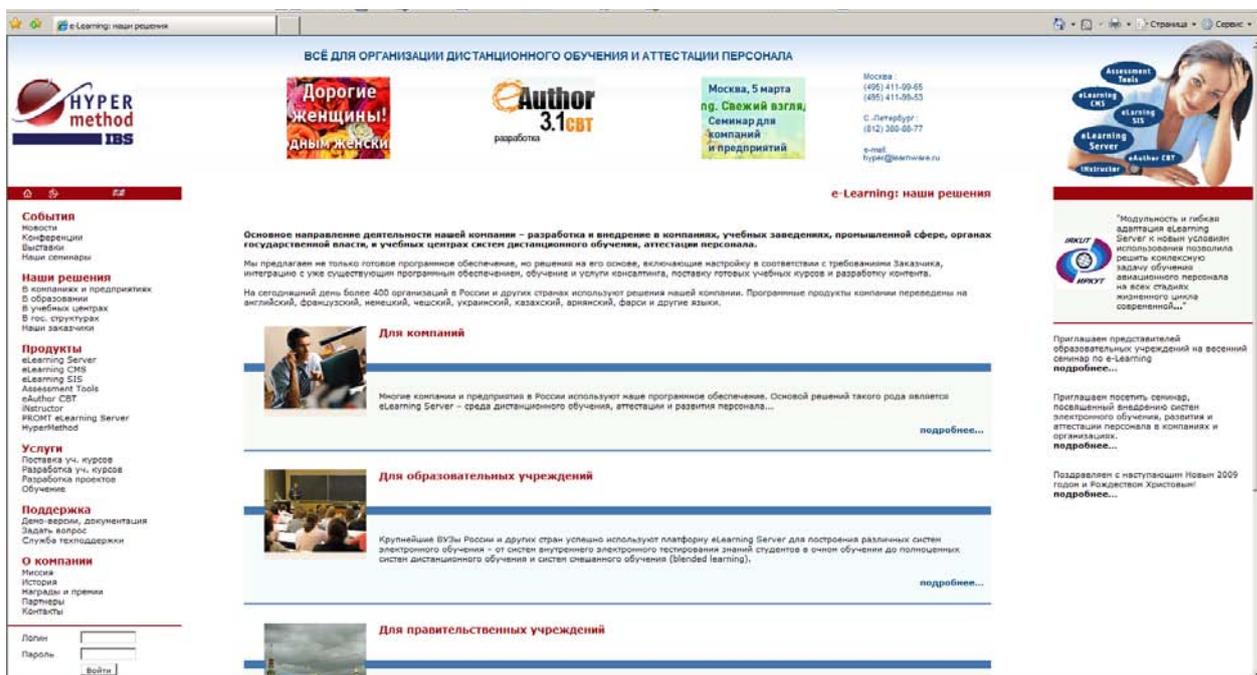


Рис. 2.10. Стартовая страница компании «ГиперМетод», <http://www.learnware.ru/>

Особенностью программных продуктов «ГиперМетод» является простота и удобство работы с ними. Для полноценного использования всех возможностей платформы необязательно владеть какими-либо специальными знаниями и технологиями. Профессиональный набор функциональных воз-

возможностей в сочетании с простотой использования – основа разработок. Со времен создания первого программного продукта – *HyperMethod 1.0 for DOS* – в компании разработан целый ряд ПО для дистанционного обучения, электронной коммерции, *Web*-трансляций и мультимедиа. Возможность модификации, обновления программ и локализации версий на основе новейших технологических разработок – залог перспективного развития в *IT*-сфере.

Крупнейшие вузы России и других стран успешно используют платформу *E-Learning Server* для построения различных систем электронного обучения – от систем внутреннего электронного тестирования знаний студентов в очном обучении до полноценных систем дистанционного обучения и систем смешанного обучения (*blended learning*). Для поддержки систем смешанного обучения в системе ведется учет ресурсов коллективного пользования, таких как аудитории с указанием типа и количества мест, специального оборудования и т. п. Также предусмотрены функции учета нагрузки преподавателей, стоимости обучения, автоматизированной генерации расписания, учета успеваемости и т. п.

Конкретный вариант использования *E-Learning Server* зависит от целей организации дистанционного обучения. Модель обучения, как правило, основана на традиционной модели обучения в учебном заведении и позволяет формировать индивидуальные и групповые программы обучения по направлениям и специальностям. Программы обучения могут быть сформированы из типовых готовых курсов ведущих производителей, разработаны силами заказчика с помощью поставляемого программного обеспечения *e-Author* или специалистами компании.

#### **Модель обучения на основе ПО компании «ГиперМетод»**

Основной платформой для организации дистанционного и смешанного обучения компании «ГиперМетод» является *E-Learning Server*. *E-Learning Server* предназначен для организации полного цикла дистанционного и смешанного обучения: регистрации слушателей и преподавателей, формирования учебных программ, учебных групп, проведения *on-* и *off-line*-обучения, хранения и анализа результатов обучения, подготовки различных отчетов по результатам обучения.

С помощью *E-Learning Server* возможно реализовать различные модели обучения (рис. 2.11). Как правило, в вузах используется модель обучения, в которой содержание обучения в виде различных учебных курсов распределено по времени и сгруппировано в блоки, соответствующие семестрам обучения.

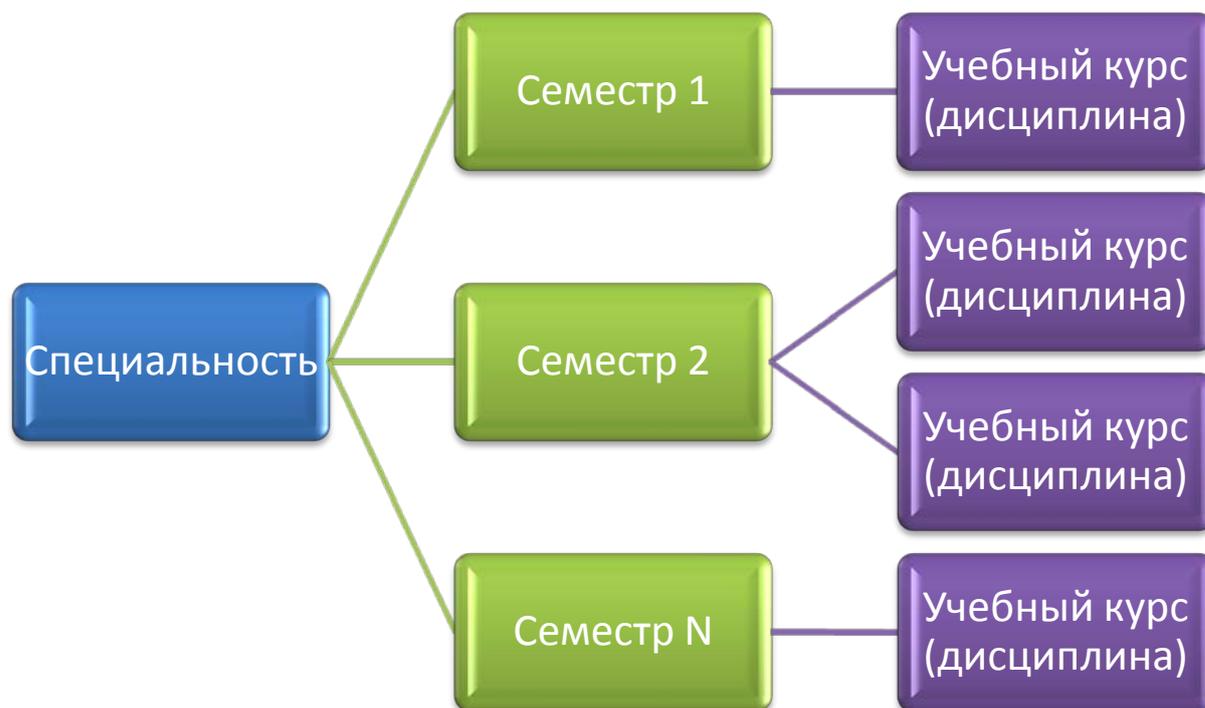


Рис. 2.11. Модель обучения на платформе *E-Learning Server* компании «ГиперМетод», <http://www.learnware.ru>

Объектами управления в таком случае выступают:

- пользователи различных категорий (основные – студенты, преподаватели, учебная администрация, техническая администрация) с соответствующим набором прав, которые могут гибко перераспределяться;
- организационная структура учебного процесса, включающая такие составляющие, как учебные курсы (дисциплины), специальности (совокупности учебных курсов), семестры;
- структура учебной организации, включающая иерархическую структуру подразделений (факультетов, кафедр, циклов и т. д.);
- различные учебные ресурсы – аудиторный, лабораторный фонд и т. п.

Основным содержательным элементом учебного процесса является учебный курс (дисциплина). Структура учебного курса в модели обучения на платформе *E-Learning Server* компании «ГиперМетод», <http://www.learnware.ru>, представлена на [рис. 2.12](#). Учебные курсы могут использоваться как автономно, так и в рамках различных образовательных программ. В рамках образовательных программ курсы могут быть организованы в блоки (семестры).

Процессом обучения учащихся на курсе управляет преподаватель (тьютор). Начало и завершение курсов, а также назначение на него преподавателей и определение полномочий преподавателя – прерогатива деканата, осуществляющего общее администрирование учебного процесса.

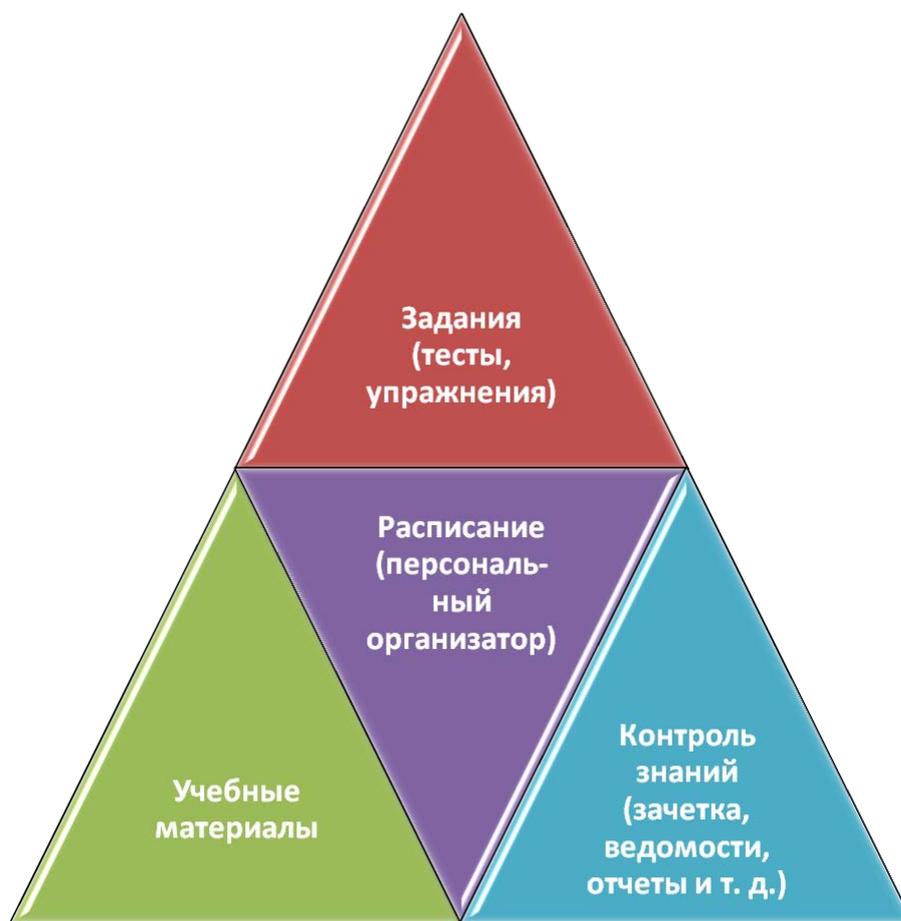


Рис. 2.12. Структура учебного курса в модели обучения на платформе *E-Learning Server* компании «ГиперМетод», <http://www.learnware.ru/>

**ОРОКС** представляет собой сетевую оболочку для организации и проведения полномасштабного обучения с использованием сетевых технологий. Система разрабатывается в МОЦНИТ МИЭТ, [www.mocnit.ru](http://www.mocnit.ru), с 1998 г. Московский областной центр новых информационных технологий занимается разработкой, внедрением и сопровождением инструментальных средств, предназначенных для информатизации учебных и научных процессов образовательных учреждений.

Современный этап развития российской высшей школы характеризуется очень интенсивным взаимопроникновением методик образования западной школы в российскую и наоборот. В России активно развиваются крупные университетские центры по образу ведущих центров США и Европы. Для современного этапа характерно создание ведущими вузами своих филиалов. Это резко расширяет рынок образовательных услуг и экономит средства, вкладываемые в образование, но ведет к ухудшению качества образования, если не внести коррективы в методы образования. Например, образовательный федеральный портал «Российское образование», <http://www.edu.ru>, содержит специальный раздел «Дистанционное образование» (рис. 2.13), представляющий информацию об организациях, занимающихся дистанционным образованием, курсах и т. д.

The screenshot shows the website of the Russian Federal Portal for Education. The main header includes the logo and name of the portal, along with a search bar and navigation links. The main content area is titled 'Distance Learning' and contains a list of news items with dates and titles. On the right side, there is a sidebar with a logo for 'Eurasian Open University' and text about preparing for the EGE exam.

Категория	Дата	Заголовок
Новости	2008-09-22 14:48:09	Семинар Школы «E-learning в ВУЗе»: внедрение шаг за шагом
Организации	2008-09-20 11:15:14	Онлайн обучение стало доступнее
Курсы	2008-07-03 13:38:47	8 июля 2008 MIT-Expert приглашает на бесплатный семинар "Организация дистанционного обучения: задачи и решения"
Программы и проекты	2008-05-28 17:55:33	Конференция «Корпоративный университет: как выдвинуть сотрудника мирового класса?»
Нормативные документы	2008-04-24 14:31:47	5-я Московская Международная конференция и выставка по электронному обучению «LearnExpo Moscow 2008»
Публикации	2008-03-19 14:26:36	Конференция TOP1 2008
Отправить информацию о курсе, организации, тренинга, семинаре	2008-03-14 15:55:48	Ассоциация студентов и выпускников ЛИНК и кадровый холдинг АНКОР договорились сотрудничать
	2008-02-20 18:06:05	XV международная выставка «Кадровый менеджмент»
	2008-02-16 14:48:29	1-й Московский образовательный Самосбор
	2008-01-25 13:14:16	25 января – Международный День студентов и Татьяны дни! Поздравляем всех студентов и всех Татьяны с этим замечательным праздником!

Рис. 2.13. Образовательный федеральный портал «Российское образование», <http://www.edu.ru>

На образовательном портале *Microsoft*, <http://www.microsoft.com/rus/education/>) можно найти информацию: о программах академического и студенческого лицензирования; технологических предложениях *Microsoft* (рис. 2.14) для всех уровней образования; инициативах по обучению технологиям *Microsoft* учащихся и преподавателей; информацию об услугах партнеров *Microsoft*, работающих в сфере образования.

У *Microsoft* есть специальные предложения для высших учебных заведений. *Microsoft* реализует собственные программы обучения информационным технологиям, разработанные как для студентов, так и для преподавателей.

Главная Школам Вузам Студентам Лицензирование Где купить

Добро пожаловать на Образовательный портал Microsoft!

**ШКОЛАМ**  
Предложения и инициативы Microsoft для начального и среднего образования

**ВУЗАМ**  
Предложения Microsoft для высшего образования

**СТУДЕНТАМ**  
Специальные программы Microsoft для студентов

**ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ**  
Программы академического лицензирования Microsoft

**ПАРТНЕРЫ**  
Партнеры Microsoft в области образования

Рис. 2.14. Образовательный портал *Microsoft*,  
<http://www.microsoft.com/rus/education/>

### 2.3. Инструментарий для организации обучения *E-Learning*

Чтобы обучение было эффективным, оно должно нести в себе современные методическую и техническую составляющие и, что тоже немало важно, доставлять удовольствие от образовательного процесса и обучаемому, и преподавателю.

Одним из секретов успешного применения *E-Learning* в образовательном процессе является правильный выбор программного обеспечения, соответствующего конкретным требованиям. Эти требования определяются потребностями обучаемого, преподавателя и в некоторых случаях администратора, который должен контролировать ход и результаты обучения.

Среди основных **типов программного обеспечения**, используемого для образовательного процесса, можно выделить:

- авторские программные продукты (*Authoring Packages*);
- системы управления обучением (*Learning Management Systems – LMS*);
- системы управления контентом (*Content Management Systems – CMS*);
- системы управления учебным контентом (*Learning Content Management Systems – LCMS*).

Рассмотрим основные критерии, которыми нужно руководствоваться при выборе ПО для организации *E-Learning*-обучения.

*Надежность в эксплуатации.* Этот параметр характеризует удобство администрирования и простоту обновления контента с помощью уже существующих шаблонов.

*Совместимость.* Желательно, чтобы используемое ПО было совместимо с другими *E-Learning*-решениями университета. Совместимость – это возможность взять один и тот же учебный материал и, не внося в него изменений, использовать его в различных системах управления обучением.

Хотя универсального программного решения, соответствующего всем возможным стандартам, не существует, все же можно выбрать систему, поддерживающую хотя бы один широко распространенный стандарт.

Одним из способов гарантирования совместимости является использование ПО, поддерживающего определенные общемировые стандарты. В идеале оно должно позволять использовать одни и те же учебные материалы в различных системах управления обучением и контентом.

К числу наиболее распространенных стандартов относится *Airline Industry Computer Based Training Committee (AICC)*, разработанный Международным комитетом по компьютерному обучению в авиации. Другой стандарт *SCORM (Sharable Content Object Reference Model)* разработан Институтом инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (*IEEE*). Наиболее всеобъемлющим является стандарт *SCORM*, охватывающий многие другие стандарты.

*Удобство использования.* При выборе новой системы необходимо обеспечить удобство ее использования. Это важный параметр, поскольку потенциальные ученики никогда не станут использовать технологию, которая

кажется громоздкой или создает трудности при навигации. Технология обучения должна быть интуитивно понятной. В учебном курсе должно быть просто найти меню помощи, легко переходить от одного раздела к другому и общаться с тьютором.

*Модульность.* В современных системах могут применяться взаимозаменяемые объекты знаний – элементы учебного контента. Это небольшие самостоятельные информационные блоки, которые могут быть повторно использованы для учебных целей.

Цель создания этих объектов – сокращение времени разработки курсов, поскольку, создав один объект, его можно повторно использовать снова и снова. Такие блоки могут соединяться, разъединяться и располагаться в разном порядке независимо от их размера или цвета.

Рассмотрим некоторые виды ПО.

*Авторские программные продукты.* Авторские продукты специально разработаны для преодоления тех затруднений, с которыми сталкиваются преподаватели при использовании языков программирования. Эти программы обычно позволяют преподавателю самостоятельно разрабатывать учебный контент на основе визуального программирования. Преподавателю в данном случае следует лишь поместить необходимую информацию в нужное место. Эта информация в виде фрагмента текста, иллюстрации или видеофрагмента помещается на экран с помощью мыши.

В качестве примеров можно назвать такие решения, как *Dreamweaver* фирмы *Macromedia* или продукты типа *TrainerSoft* и *Lectura*.

Недостатком таких продуктов является невозможность отслеживать и контролировать во времени процесс обучения и успеваемость большого количества обучаемых. Как правило, они разработаны для создания уроков с немедленной обратной связью с обучаемым, а не для хранения информации об учебном процессе за длительное время. Кроме того, большая часть таких программ не располагает средствами обеспечения контакта между обучаемыми в реальном времени. Обычно там невозможно организовать чаты, дискуссии или двусторонний аудиообмен. Интерактивность также обычно ограничена.

*Системы управления обучением.* Эти системы обычно предназначены для контроля большого числа обучаемых. Некоторые из них ориентированы на использование в учебных заведениях (например, *Blackboard*, *e-College* или *WebCT*), другие – на корпоративное обучение (*Docent*, *Saba*, *Aspen*).

Их общей особенностью является то, что они позволяют следить за обучением пользователей, хранить их характеристики, подсчитывать количество заходов на определенные разделы сайта, а также определять время, потраченное обучаемым на прохождение определенной части курса.

Эти системы позволяют пользователям регистрироваться для прохождения курса. Зарегистрированным пользователям автоматически высылаются напоминания о необходимости пройти очередной онлайн-урок. Такая система позволяет выполнять основные административные функции. Обучаемые могут проверять свои оценки, проводить чаты и участвовать в специальных групповых разделах, куда могут заходить только члены определен-

ной группы.

*Системы управления контентом.* Помимо управления процессом обучения, существует другой важный вопрос – управление контентом электронных курсов. Системы управления контентом позволяют создавать каталоги графических, текстовых, аудио-, видеофайлов и манипулировать ими. Такая система представляет собой базу данных, снабженную механизмом поиска по ключевым словам, позволяющим преподавателю или разработчику курсов быстро найти то, что ему нужно.

Системы управления контентом особенно эффективны в тех случаях, когда над созданием курсов работает большое число преподавателей, которым необходимо использовать одни и те же фрагменты учебных материалов в различных курсах. Это сокращает время на разработку курсов, поскольку, например, вместо создания нового изображения преподаватель может просто найти и использовать одно из готовых.

*Системы управления обучением и учебным контентом.* Такие системы представляют собой сочетание нескольких типов программных решений. Большинство этих систем позволяет следить за обучением большого количества людей, создавать учебные материалы, а также хранить и находить отдельные элементы контента. Такие «мегапродукты» позволяют охватить всю учебную сеть университета.

Если системы управления обучением и контентом должным образом внедрены и используются, они могут соответствовать критерию «стоимость – эффективность». Поэтому рассмотрим *Learning Content Management System* подробнее.

*Learning Content Management System (LCMS)* – это программно-аппаратный комплекс, используемый для создания, хранения, сборки и доставки пользователю персонализированного образовательного контента в форме обучающих объектов (*learning objects*). Различные *LCMS* могут обладать некоторыми уникальными особенностями и функциями, но основными общими компонентами *LCMS* являются:

- *инструмент автора*, который позволяет непрограммистам формировать контент для онлайн-обучения, создавая новые или многократно используя существующие обучающие объекты;
- *средства доставки контента* с учетом персональных данных ученика, результатов предварительных тестов и/или пользовательских запросов;
- *приложение администратора* для управления регистрационными записями студентов, запуска курсов, отслеживания прохождения курса студентами;
- *репозиторий обучающих объектов*, или центральная база данных, для сохранения и управления обучающим контентом, который может быть доставлен с помощью различных медиасредств (сеть, *CD-ROM*, печатные материалы).

*Learning Content Management System* отделяет контент от средств доставки контента. Контент может быть создан однократно и доставлен многочисленными способами. *LCMS* также устраняет потребность в специализиро-

ванных навыках программирования, так как позволяет авторам вставлять содержание в предварительно запрограммированные шаблоны. Поскольку контент создается в виде маленьких объектов, его разработчики могут повторно использовать контент, который был создан другими авторами, экономя при этом время на разработку, а также обеспечивая доставку непротиворечивой информации ученикам.

Хотя некоторые *LMS* имеют авторские приложения и возможности управления контентом, а *LCMS* предлагают минимальные функции *LMS*, попытки использования одной системы для выполнения обеих задач могут не всегда быть оптимальными. Поскольку *LCMS* сосредоточены на авторских задачах и доставке контента, то их инструментальные средства для решения этих задач более развиты, чем те, которые доступны в *LMS*. С другой стороны, *LMS* предлагает большее количество возможностей, которые являются важными для администраторов курсов с большим количеством студентов, чем те базовые функции, которые доступны в *LCMS*.

Состояние современной сферы образования настоятельно требует ее модернизации, ориентированной на более полное удовлетворение образовательных потребностей населения путем создания *образовательно-информационной среды* (ОИС) как совокупности средств передачи данных, информационных ресурсов, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения.

Основным структурным элементом ОИС является *портал*. Под порталом понимают *WWW*-систему с настраиваемым персонифицированным интерфейсом, обеспечивающим людям возможность взаимодействовать с другими людьми, находить и использовать информационные ресурсы в соответствии со своими интересами.

Существует, в частности, ряд требований, без выполнения которых образовательный процесс в ОИС не может быть реализован:

- наличие доступа к ресурсам сети Интернет;
- умение легко излагать свои мысли письменно, что относится не только к студентам, но и к преподавателям, причем к ним это требование должно быть значительно жестче;
- знание персонального компьютера на пользовательском уровне;
- владение навыками работы с электронной почтой.

Можно выделить несколько преимуществ в использовании ОИС учащимися.

1. ОИС избавляет обучаемых от необходимости проводить изучение учебного материала синхронно с тьютором.

2. *WWW* предоставляет большие возможности оперативного реагирования на нужды обучающихся (вопросы, консультации) со стороны преподавателя непосредственно во время проведения учебного курса, не мешая остальным участникам проекта.

3. Предоставляя студентам доступ к ресурсам в режиме реального времени, ОИС *WWW* способствует развитию навыков коллективной работы (*case-studies*, мозговые штурмы, дельфи-группы и т. д.). Взаимопомощь и

эффективный обмен идеями позволяют членам группы лучше представить весь возможный набор исследовательских альтернатив и после коллективного обсуждения реализовать лучшую из них.

4. Возможность задавать вопросы и получать ответы в ОИС в режиме реального времени, т. е. высокой степени интерактивности, делает особенно эффективным проведение форумов в Интернете.

## 2.4. Технологии интерактивного взаимодействия между участниками образовательного процесса, организованного с применением *E-Learning*

В случае применения *E-Learning* принято различать **синхронные** и **асинхронные** формы организации обучения.

**Синхронные технологии** предполагают взаимодействие преподавателя (тьютора) с аудиторией в режиме реального времени (*on-line*). Тьютор должен иметь возможность оценивать реакцию обучаемых, понимать их потребности, реагировать на них: отвечать на вопросы, задавать темп, удобный для группы. Специальное программное обеспечение для проведения синхронных компьютерных конференций называют *Chatware*. Ставшее уже жаргонным среди программистов слово «чат» можно перевести на русский язык как «болтовня». Некоторые из чатов ориентированы на передачу звуковых и видеофайлов. Это важно для учебного процесса, проходящего с использованием современных информационных технологий, однако полноценное их применение пока невозможно:

- мультимедийная техника относительно сложна в эксплуатации. Не каждый учащийся в состоянии быстро и надежно освоить технику в самостоятельной эксплуатации;
- пропускная способность российских каналов передачи данных в большинстве случаев невысока.

Помимо чатов к синхронным технологиям относятся *видеоконференции* и *совместная работа с приложениями* – технологии, реализующие возможность одновременной работы с ПО любого участника образовательного процесса, происходящего с использованием ТЭО, как преподавателя, так и обучаемого.

**Асинхронные технологии** предполагают взаимодействие преподавателя (тьютора) с аудиторией в режиме *of-line* и позволяют организовать индивидуальную траекторию обучения (*self-paced learning*).

К этим технологиям относятся следующие инструменты.

*Электронная почта, форумы* – общение происходит путем опубликования в Интернете в виде развернутых, заранее отредактированных текстов по мере их поступления в течение длительного времени.

Соответствующий инструментарий позволяет осуществлять в ходе учебного процесса:

- удаленное управление учебной дискуссией;

- тематическую организацию дискуссий;
- систематизирование публикуемых посланий.

**Подкастинг (podcasting)** – формат распространения аудио- и видеоконтента через Интернет с использованием технологий *m-learning*.

**Смешанное обучение (blended-learning)** – технологии электронного обучения, при которых возможно *совместное использование* различных форм электронного обучения с традиционными формами обучения. Примером является вебинар (*Web+семинар*), принадлежащий к обеим категориям: как к категории синхронного (если студент участвует в «живом» вебинаре (*on-line* вебинаре), т. е. слушает преподавателя в режиме реального времени и может задать ему вопрос через чат), так и асинхронного электронного обучения (если студент использует для своей образовательной траектории запись вебинара).

Такие инструментальные средства для проведения вебинаров имеют название «*групповер*» (от английского *groupware*). Они позволяют:

- хранить информацию;
- управлять базами данных;
- разрабатывать совместные проекты;
- передавать послания посредством электронной почты;
- пересылать аудио- и видеофайлы;
- вести синхронные и асинхронные текстовые, аудио- и видеоконференции;
- вырабатывать единый документ в процессе группового обучения.

Перечислим наиболее популярные групповеры:

- *SuperTCP Suite*, <http://www.frontiertech.com/products/suite/>, – электронная почта, совместная работа над документом, поиск информации, управление информацией, дискуссии;
- *TeamWARE Office*, <http://www.teamw.com/teamware/products/tw5office.htm>, – электронная почта, составление учебных графиков, дискуссии, хранение и поиск документов;
- *TEAMate*, <http://www.mmb.com/>, – сотрудничество в разработке и использовании документа, система управления процессом решения групповой задачи;
- *WebShare*, [http://www.radnet.com/webshare/main\\_webshare.html](http://www.radnet.com/webshare/main_webshare.html), – дискуссии, поиск и хранение информации, составление учебных графиков.

## 2.5. Авторское право и электронные ресурсы: основные подходы

При организации образовательного процесса с использованием технологий *E-Learning* крайне важным является соблюдение законодательства в области защиты авторских прав как при разработке собственного, так и при использовании готового контента. Авторское право на электронные ресурсы – новая, динамично развивающаяся часть системы российского права. Она

является неотъемлемым элементом авторского права в целом.

*Объектами авторского права на электронные ресурсы являются произведения науки, литературы и искусства, которые существуют в электронной форме и предназначены для использования в образовательных целях.*

В состав предмета авторского права на электронные ресурсы входят *имущественные и личные неимущественные отношения.*

Объект охраняется:

- если он имеет объективную форму выражения, в том числе если содержится в памяти компьютера;
- если он является результатом творческой деятельности автора; при этом творческий характер деятельности автора предполагается до тех пор, пока не доказано обратное.

Авторское право распространяется:

- на все виды текстов, изображений;
- мультимедиа-элементы;
- программы для ЭВМ;
- базы данных, которые могут быть выражены в любой форме.

В то же время правовая охрана не распространяется *на идеи и принципы*, лежащие в основе программы для ЭВМ, или базы данных, или какого-либо их элемента, в том числе на идеи и принципы организации интерфейса и алгоритма, а также языки программирования.

*Имущественные права автора действуют в течение всей жизни автора и 50 лет после его смерти. Личные авторские права охраняются бессрочно.*

Правовое регулирование общественных отношений, составляющих предмет авторского права на электронные ресурсы, основано на использовании *метода юридического равенства сторон.*

Рассмотрим основные принципы законодательства об авторском праве на электронные ресурсы.

*Принцип свободы творчества.* В соответствии с указанным принципом принуждение к осуществлению творческой деятельности запрещается. В некотором смысле данный принцип конкретизирует принцип свободы труда.

*Принцип сочетания интересов автора с интересами общества.* Основу авторского права составляет исключительное право автора на использование своего произведения. Вместе с тем это право не может рассматриваться как абсолютное. Неограниченное право на использование автором произведения распространяется лишь на необнародованные произведения.

*Принцип неотчуждаемости личных неимущественных прав автора.* Согласно данному принципу личные неимущественные права автора произведения ни при каких обстоятельствах не могут перейти к иным лицам. К личным неимущественным правам на произведение в теории авторского права относят:

- право авторства;
- право на авторское имя;

- право на защиту репутации автора;
- право на обнародование произведения и на его отзыв;
- право на опубликование произведения.

*Принцип свободы авторского договора.* Указанный принцип предполагает, что субъекты отношений в сфере авторских прав, в том числе и на электронные ресурсы, самостоятельно решают вопрос о заключении авторского договора и о его содержании.

*Принцип возможности и добровольности государственной регистрации объектов авторских прав.* Данный принцип применяется в отношении программ для ЭВМ и баз данных. Он предполагает право автора на государственную регистрацию указанных объектов авторских прав и обязанность уполномоченного государственного органа зарегистрировать данные объекты при соблюдении условий, предусмотренных законодательством об авторском праве. Согласно этому принципу такая регистрация должна носить добровольный характер. Отказ от государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных не может служить основанием ограничения авторских прав.

Объекты авторских прав на электронные ресурсы характеризуются следующими признаками.

1. *Творческий характер.* Объекты авторских прав на электронные ресурсы создаются в результате творческой деятельности человека. Творческая деятельность – деятельность, направленная на создание чего-либо нового, оригинального. Новизна может проявляться в содержании произведения, его форме, новой идее, мысли.

2. *Электронная форма выражения.* Как и любые произведения, объекты авторских прав на электронные ресурсы имеют материальную, объективную форму выражения. Мысли, чувства, идеи, образы, не выраженные в материальной форме, не могут быть признаны произведениями. Особенностью объектов авторских прав на электронные ресурсы является их электронная форма выражения. Указанные произведения фиксируются на жестких дисках персональных компьютеров, на серверах (в сети Интернет), на сменных носителях (дискеты, CD) и т. п.

3. *Особое целевое предназначение.* Объекты авторских прав на электронные ресурсы предназначены для использования в образовательном процессе. Они могут быть использованы в качестве учебников, учебных пособий, учебно-методических пособий и т. д.

Особой разновидностью произведений являются программы для ЭВМ и базы данных. *Программа для ЭВМ* – объективная форма представления совокупности данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств с целью получения определенного результата, включая подготовительные материалы, полученные в ходе разработки программы для ЭВМ и порождаемые ею аудиовизуальные отображения. *Под базой данных* понимается объективная форма представления и организации совокупности данных (статей, расчетов и т. д.), систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с

помощью электронной вычислительной машины.

Программам для ЭВМ предоставляется правовая охрана как произведениям литературы, а базам данных – как сборникам.

В то же время необходимо помнить, что лицо, правомерно владеющее экземпляром программы для ЭВМ или базы данных, вправе совершать дополнительные действия с лицензионным ПО:

1) внести в программу для ЭВМ или базу данных изменения, осуществляемые исключительно в целях ее функционирования на технических средствах пользователя, осуществлять любые действия, связанные с функционированием программы для ЭВМ или базы данных в соответствии с ее назначением, в том числе запись и хранение в памяти ЭВМ (одной ЭВМ или одного пользователя сети), а также исправление явных ошибок, если иное не предусмотрено договором с автором;

2) изготовить копию программы для ЭВМ или базы данных для архивных целей или для замены правомерно приобретенного экземпляра в случаях, когда оригинал утерян, уничтожен или стал непригоден для использования;

3) воспроизвести и преобразовать объектный код в исходный текст (декомпилировать программу для ЭВМ), если эти действия необходимы для достижения способности к взаимодействию независимо разработанной этим лицом программы для ЭВМ с другими программами, которые могут взаимодействовать с декомпилируемой программой, при соблюдении следующих условий:

- информация, необходимая для достижения способности к взаимодействию, ранее не была доступна из других источников;
- указанные действия осуществляются в отношении только тех частей декомпилируемой программы для ЭВМ, которые необходимы для достижения способности к взаимодействию;
- информация, полученная в результате декомпилирования, может использоваться лишь для достижения способности к взаимодействию независимо разработанной программы для ЭВМ с другими программами.

Таким образом, регистрация разработанного программного обеспечения или баз данных является необходимой процедурой, призванной упорядочить взаимодействия между правообладателями и правопробретателями на ПО и базы данных.

Необходимо иметь в виду, что возникновение, осуществление и охрана авторского права не требует государственной регистрации произведения, его специального оформления или соблюдения иных формальностей.

Не является обязательным условием защиты авторских прав и наличие *знака охраны авторского права*: ©. Этот знак проставляется для оповещения третьих лиц о том, что произведение охраняется авторским правом.

Отсутствие регистрации программ для ЭВМ и баз данных также не может служить основанием лишения или ограничения авторских прав на произведение.

Она носит исключительно добровольный характер. Вместе с тем наличие знака охраны авторских прав и добровольная регистрация программного обеспечения для ЭВМ и баз данных может служить дополнительной гарантией успешной защиты и восстановления нарушенных авторских прав.

### 3. ИНСТРУМЕНТАРИЙ И ПРИНЦИПЫ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Больше чем все остальные виды деятельности научные исследования зависят от информации из различных многочисленных источников. Практически все области научной деятельности сегодня сталкиваются с быстро растущими проблемами: как организовать, использовать и сделать понятным огромное количество данных, которые генерируются сегодня благодаря современному оборудованию и экспериментальным данным. Данные должны быть доступны ученым и педагогам для того, чтобы устранить пробел между исследованиями, проводимыми на острие науки, и знаниями, которые доступны широкой общественности. Кроме того, научные данные должны быть представлены в таких формах, которые бы способствовали интегрированию ученых в различных областях при проведении исследований, особенно в области геномики, нейронауки и астрофизики. Доступность Интернета раскрывает широкие возможности для генерации новых научных идей и концепций.

С самого начала этих процессов *Web*-технологии стали необходимым инструментом не только в мире науки, но и в гуманитарных областях, бизнесе, развлечениях и др. Теперь, спустя только десятилетия, ученые предпринимают попытки развить возможности для сотрудничества, которое намного превосходит возможности *Web*. Сегодня кроме того ученые имеют возможность получать информацию с различных сайтов, они хотят иметь возможность интегрировать, объединять и анализировать информацию из разнородных, несопоставимых источников, распределенных баз данных, включая данные архивов, компьютерных сетей и идентификационных знаков, они хотят иметь доступ и контролировать компьютерные ресурсы и экспериментальное оборудование в удаленных узлах. Такая инфраструктура является фактически прототипом связанных компьютеров и объединенных удаленных данных. Идею такой структуры реализовал *J. C. R. Licklider* в агентстве *The Defense Advanced Research Projects Agency*, проект позже стал тем, что мы сегодня называем Интернетом.

Новые информационные технологии дают возможность реализации новых подходов для размещения и получения полезных данных и программ. Так называемые сервис-ориентированные модели определяют стандартный интерфейс и протоколы, которые позволяют развивать информационный инструментарий как сервисы, с помощью которых клиенты могут иметь возможность выполнять свою собственную работу и решать научные задачи без использования дополнительных знаний и контроля за управлением процесса. Таким образом, технологии, которые формально доступны только специалистам, теперь становятся все более доступны для всех. Ранее вручную рассчитываемые и выполняемые задачи и анализы теперь могут быть автоматизированы при наличии услуг, которые дают доступ к этим сервисам. Такие сер-

вис-ориентированные подходы к научным исследованиям уже успешно применяются. Технологии сетевых вычислений могут ускорять развитие и адаптацию сервис-ориентированной науки посредством предоставления возможности разделения предметно-специфического контента, не связанного с конкретной предметной областью программным обеспечением, и инфраструктуры аппаратных средств.

Преимущества информационных технологий состоят в возможности изменения способа обработки и анализа данных с помощью автоматизации трудоемких операций, что таким образом освобождает ученых для выполнения других задач.

### 3.1. *Grid*-технологии: основные характеристики

Ключевым моментом успешного внедрения информационных технологий в различных областях научных исследований является унифицированность интерфейса, программы могут проводить исследования и обеспечивать различные сервисы без необходимости написания специальных компонентов программ для каждого отдельного специфического ресурса, программы. Сервисные технологии дают возможность развития широкого диапазона программ, которые интегрируются через многочисленные существующие сервисы для достижения целей, таких как, например, исследование метаболических путей, классификация астрономических объектов, анализ данных для контроля за состоянием окружающей среды.

Дальнейшее развитие проходит в направлении создания распределенной сети сервисов на основе этих программ различными группами или индивидуальными исследователями, каждый из которых обеспечивает оригинальное специфическое содержание и/или продукт с дополнительными полезными возможностями.

С другой стороны, чем большей вычислительной мощностью мы располагаем, тем точнее аппроксимация реальности, что побуждает создавать все более и более быстрые компьютеры. Одним из способов повышения скорости вычислений является их «распараллеливание» – разделение на части, которые могут одновременно выполняться на разных процессорах. Именно так работает большинство современных суперкомпьютеров.

Широкомасштабному развитию технологии также способствуют и экономические факторы. Так, компания может вложить больше средств в усовершенствование процессорных плат, если она планирует продавать их миллионами. Так, были быстро усовершенствованы платы для бытовых компьютеров типа *Intel Pentium*, фактически они вдвое увеличивали скорость примерно каждые 18 месяцев – тенденция, известная как «Закон Мура».

В 1990-е гг. в соответствии с законом Мура персональные компьютеры стали очень быстрыми – такими быстрыми, какими были суперкомпьютеры всего несколько лет назад, а на потребительский рынок вышел Интернет.

Внезапно появились миллионы быстрых компьютеров, соединенных в сеть. Идея использования этих компьютеров в качестве одного параллельного суперкомпьютера родилась у многих людей одновременно. В 1997 г. появилось два таких проекта: *GIMPS* – поиск больших простых чисел и *Distributed.net* – дешифровка закодированных сообщений. Эти проекты привлекли тысячи участников. В 1999 г. был запущен третий проект – *SETI@home*, цель которого – обнаружение радиосигналов от разумных внеземных цивилизаций. Этот проект способствовал появлению других академических проектов, а также созданию нескольких компаний, которые стремятся коммерциализировать принцип общественного компьютеринга.

Распределенные вычисления (*distributed computing, grid computing*) – способ решения трудоемких вычислительных задач с использованием двух и более компьютеров, объединенных в сеть. В 1995 г. *Ян Фостер* (*Argonne National Laboratory* и Университет в Чикаго, Иллинойс) и *Карл Кессельман* (Институт информации университета Южной Калифорнии, Лос-Анджелес), которых теперь называют отцами *Grid*-компьютинга, попытались разобраться в вопросе использования сетевых технологий при построении очень больших и мощных систем, которые могли бы обращаться к удаленным компьютерам независимо от их местоположения для решения отдельных частей проблемы и дальнейшего объединения частных решений с целью получения общего результата.

Сегодня термином *Grid* (англ. *grid* – решетка, сеть) характеризуют согласованную, открытую, стандартизованную компьютерную среду, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное разделение вычислительных ресурсов и ресурсов хранения информации, являющихся частью этой среды, в рамках одной виртуальной организации. *Grid* является географически распределенной инфраструктурой, объединяющей множество ресурсов разных типов (процессоры, долговременная и оперативная память, хранилища и базы данных, сети), доступ к которым пользователь может получить из любой точки, независимо от места их расположения. Термин *Grid*-компьютинг появился в начале 1990-х гг. как метафора о такой же легкости доступа к вычислительным ресурсам, как и к электрической сети (по-английски *power grid*).

Распределенные вычисления являются частным случаем параллельных вычислений, то есть одновременного решения различных частей одной вычислительной задачи несколькими процессорами одного или нескольких компьютеров. Поэтому необходимо, чтобы решаемая задача была сегментирована – разделена на подзадачи, которые могут вычисляться параллельно. При этом для распределенных вычислений приходится также учитывать возможное различие в вычислительных ресурсах, которые будут доступны для расчета различных подзадач. Однако не всякую задачу можно распараллелить и ускорить ее решение с помощью распределенных вычислений.

*Grid* предполагает коллективный разделяемый режим доступа к ресурсам и связанным с ними услугам в рамках глобально распределенных вир-

туальных организаций, состоящих из предприятий и отдельных специалистов, совместно использующих общие ресурсы. В каждой виртуальной организации имеется своя собственная политика поведения ее участников, которые должны соблюдать установленные правила. Виртуальная организация может образовываться динамически и иметь ограниченное время существования.

Потенциал технологий *Grid* уже сейчас оценивается очень высоко: он имеет стратегический характер, и в близкой перспективе *Grid* должен стать вычислительным инструментарием для развития высоких технологий в различных сферах человеческой деятельности подобно тому, как таким инструментарием стали персональный компьютер и Интернет. Такие высокие оценки можно объяснить способностью *Grid* на основе безопасного и надежного удаленного доступа к ресурсам глобально распределенной инфраструктуры решить две проблемы:

- создание распределенных вычислительных систем сверхвысокой пропускной способности из серийно выпускаемого оборудования (показатели производительности: агрегированная мощность более 1 терафлоп, объем обрабатываемых данных более 1 петабайта в год) при одновременном повышении эффективности (до 100 %) имеющегося парка вычислительной техники путем предоставления в *Grid* временно простаивающих ресурсов;
- создание широкомасштабных систем мониторинга, управления, комплексного анализа и обслуживания с глобально распределенными источниками данных, способных поддерживать жизнедеятельность государственных структур, организаций и корпораций.

Исходя из потребностей современной науки к системам *Grid* предъявляются серьезные требования – она должна быть быстрой, простой, масштабируемой, безопасной и т. д.

**Создание и совместное использование *Web*-сервисов.** Набор технологий, называемых *Web*-сервисами, получает все более широкое применение. Появление разнообразных инструментов коммерческих и открытых ресурсов *Web*-сервисов диктуется развитием услуг, инсталляцией распределенной программной системы, развитием клиентских приложений. В частности, вполне удовлетворительный опыт был получен при создании сервисов и приложений в различных областях науки. Хотя проблемы все еще остаются в вопросах эффективности, функциональная совместимость различных предложений поставщиков, многие технологии находятся пока на экспериментальной стадии. Тем не менее есть возможность для существенного шага в реализации полного потенциала сервис-ориентированной науки.

**Функциональная совместимость.** Сегодня научные сообщества, как заметил *L. Stein* (*L. Stein, Nature* 317, 119 (2002)), слишком часто похожи на средневековую итальянскую коллекцию несовместимых государств-городов, каждое из которых имеет свои собственные легальные системы и диалекты. Механизмы *Web*-сервисов для описания, обнаружения, доступа и защиты сервисов обеспечивают общий алфавит, но реальный язык общения с ограни-

ченной сферой употребления требует соглашения протоколов, форматов данных и, в конечном счете, семантики. Например, *VOTable*, стандарт *XML (eXtensible Markup Language)*, – основа представления табличных данных (*F. Ochsenbein et al., VOTable Format Definition Version 1.20, IVOA Working Draft 14 September 2008, Interest/Working Group*;

<http://www.ivoa.net/twiki/bin/view/IVOA/IvoaVOTable>,

<http://www.ivoa.net/Documents/latest/VOT.html>, имеет реальную пользу для исследований в области астрономии.

Другим ключевым требованием является **масштабируемость**. *Grid* должен масштабироваться легко и удобно, иначе он не сможет воспользоваться всей вычислительной мощностью, простаивающей в других лабораториях мира. Заметим, что масштабируемость – это не только технический вопрос. У него также много разветвлений административного характера. В частности, неприемлемо прибегать к согласованиям, включающим человеческий фактор для определения того, кто, когда, как и к чему может иметь доступ. Сервисы часто должны иметь дело со значительным информационным объемом, расчетными заданиями, количеством пользователей, превышающим возможности типичного персонального компьютера. Ответы на запросы пользователей или на поступление новых данных требует большого количества вычислений и расчетов. Например, система *Argonne GNARE system* производит периодически исследования с использованием базы даны ДНК и белков с целью получения новых и обновленных геномов, затем проводит расчеты и публикует полученные результаты.

**Управление.** В сетевом мире любой полезный сервис может быть перезагружен. Таким образом, нам необходимо контролировать, кто использует сервисы и для каких целей. В частности, доступные сервисы могут стать ресурсами сообщества, требующими координированного управления. Сетевая архитектура и программное обеспечение – это набор технологий *Web-сервисов*, сфокусированный на распределенной системе менеджмента, который может играть важную роль, в том числе и при проведении научных исследований.

**Контроль качества.** Так как число и разнообразие сервисов растет, взаимосвязь среди сервисов увеличивается, то становится важным автоматизировать контроль качества, который ранее выполнялся вручную, таким образом, чтобы, например, пользователи могли определить происхождение данных. Способность связать метаданные с данными и сервисами может быть важным моментом, так как появляется возможность определить идентичность объектов, которые добавляются к метаданным, таким образом, что потребитель может принимать свои собственные решения, касающиеся качества.

**Мотивация.** Ученые могут работать огромное количество часов в лаборатории для того, чтобы получить результаты, которые могут принести карьерный рост, известность и удачу. Если ученые будут тратить такое же количество времени на развитие сервисов, то возможные научные успехи могут и не быть достигнуты. Необходимо изменить интенсивность и возмож-

ность специализации таким образом, чтобы, развивая сервисы, ученый был бы настолько достоин уважения во всех смыслах, точно так же, как экспериментатор или теоретик. Интеллектуальный продукт должен быть адресован людям, которые ощущают себя комфортно, генерируя данные, доступные всем бесплатно. Вероятно, не является сюрпризом и то, что астрономы лидируют в размещении данных *on-line*, поскольку эти данные не имеют, как известно, прямой коммерческой выгоды. Ученые, конечно же, не одиноки в использовании этих достижений. Тем не менее наука уникальна в целях и масштабах различных проблем, в количестве и разнообразии потенциальных направлений развития, в специфичности вопросов, для получения ответов на которые могут использоваться сервисные сети.

Совершенно очевидно, что *Grid* должна быть **быстрой**, т. е. время выполнения работы должно быть значительно выше, чем при наилучшем использовании только локальных ресурсов. В частности, пользователя не интересуют такие общесистемные показатели, как пропускная способность (*throughput*). Пользователь должен непосредственно видеть и чувствовать, что его приложение работает быстрее, иначе для него *Grid* не будет иметь никакой ценности и он не будет им пользоваться.

**Простота** для *Grid* является также фундаментальным требованием. В конечном счете, лаборатории не хотят тратить много сил на овладение компьютерной технологией при решении своих задач, они хотят сосредоточиться на получении практических результатов. Для них компьютеры – это просто инструмент.

*Grid* должен быть **безопасным**, так как гарантирование автоматического однорангового доступа позволит выполнять на предоставляемой машине чужой неизвестный код. Но этот компьютер должен оставаться работоспособным и при некорректных вторжениях.

**Особенности новой инфраструктуры.** Так как масштабы применения ИКТ увеличиваются, то создание, управление и даже доступ к сервисам становятся все более перспективными. Сервис-ориентированная наука должна реализоваться как демократичная сила, а не как пробел между «имею – не имею». Часть решения кроется в идее коммерческих информационных технологий, так называемом аутсорсинге. Аутсорсинг (*outsourcing*) – передача стороннему подрядчику некоторых бизнес-функций или частей бизнес-процесса предприятия с целью повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции преимущественно за счет более дешевой рабочей силы у подрядчика. Выстраивание и развитие сервиса требует экспертизы и ресурсов в трех направлениях:

- специфичный для предметной области контент (*the domain-specific content*) – данные, программное обеспечение, процессы, которые могут быть совместно используемыми;
- не зависящие для данной предметной области функции программного обеспечения, необходимые для функционирования сервиса и управления

сервисом, чтобы быть доступным для сообщества, например для членов сервисов, зарегистрированных пользователей, каталогов метаданных, сервис-управляемого делопроизводства;

- физические ресурсы – сети, хранилища и компьютеры, которые необходимы для управления контентом и функциями.

Последние две характеристики – функции и ресурсы – могут быть предоставлены специальными провайдерами. Если такие специалисты могут предоставлять ресурсы или выполнять требуемые функции для многих сообществ, то ученые могут фокусировать свое внимание на том, что лучше всего они умеют делать, – обеспечивать контент и выполнять научные исследования.

### 3.2. Grid-технологии: применение в естественнонаучных исследованиях

Для того чтобы понять, как работают **Grid-технологии**, можно обратиться к примеру системы *SourceForge*, <http://sourceforge.net/> (рис. 3.1), которая обеспечивает размещение информации для сообществ, развивающих программное обеспечение для ресурсов с открытым доступом. Новые проекты ресурсов с открытым доступом обеспечиваются доступом для того, чтобы кодировать архивирование, почту и другие функции так же, как аппаратные средства, необходимые для размещения этих функций.

Другая система – «*SourceForge for science*» – включает в себя два типа размещения информации:

- функционирование сервиса для членов сообщества, каталоги, хранилища, управляемый документооборот и т. д.;
- обеспечение доступа к программно-аппаратным комплексам, необходимым для функционирования этих двух функций и сервисов специфического применения, которые определяют контент.

The screenshot shows the SourceForge.NET homepage with an orange header. The main navigation bar includes 'Create project', 'Find software', and 'Get involved'. The content area is divided into three columns: 'Projects' (highlighting 'OpenNMS: 1.5.94 Released'), 'Project of the Month' (September 2008: WinSCP), and 'Community' (Site News: SF.net: Site Status Page released!). The footer contains copyright information and links for Feedback, Legal, and Help.

Рис. 3.1. Пример системы, развивающей программное обеспечение для ресурсов с открытым доступом (Source Forge), <http://sourceforge.net/>

**Design**

Software > nanoXplorer IDE > Design

**nanoXplorer IDE**  
The Essential Design Resource for Nanotechnology Workgroups

- ➔ Create atomically precise designs with an advanced 3D editor
- ➔ Configure nanocomponents with easy to use wizards
- ➔ Model complex nanodevices using hierarchical components
- ➔ Save designs to NanoFiles, nanoML

Load atomic systems from files or the included small molecule database

Configure buckyballs, nanotubes, DNA... and more

**nanoXplorer IDE** — Designing nanoscale devices and other molecular systems is not an easy thing to do; nanoengineering is a truly multidisciplinary activity, requiring tools from chemistry, physics, computer-aided design, high-end visualization, mechanical engineering, and other areas. nanoXplorer IDE is unique in that it makes the nanodevice its central design paradigm and models more than just the chemistry. It provides an advanced 3D design space for constructing atomically precise nanoscale components. It offers workspaces where NanoFiles

**EVALUATE**

Download nanoXplorer IDE

Рис. 3.2. Программа в открытом доступе для проведения научных исследований в области биотехнологии (*nanoXplorer IDE*), <http://nanotitan.com/index.htm>

В этом случае сопровождающая инфраструктура должна обеспечивать более широкий спектр возможностей, чем это делает *SourceForge*, осуществляя, например, контроль доступа, калькуляцию, инициализацию и управление.

Примерами таких программ могут служить *NanoXplorer IDE*, <http://nanotitan.com/index.htm> (рис. 3.2), *Rock physics*, <http://www.ikonscience.com/> (рис. 3.3, рис. 3.4).

**ikon science**

contact us    sitemap

search  go

home    about us    software    services    studies    training    newsdesk    support    contact us

## Quantitative Interpretation from Rock Physics to Reservoir Modelling

Rock physics analysis    Data mining (ImageGenetics)    Geological modelling and reservoir characterisation    Pore pressure prediction from seismic velocities

Petrophysics    Interpretation projects    Fault and fracture analysis    Geological pressure studies

The Ikon Science Quantitative Interpretation Group offers industry leading Rock Physics analysis and services, including inversion, reservoir modelling including 4D studies and automatic fault trend interpretation.

[Find out more >](#)

*"My experience, as a geophysicist, is that with RokDoc® I finally have the log data at my fingertips. This makes it possible to answer questions about seismic visibility of horizons, explaining amplitude anomalies etc."* **Fritz Blom - Petro-Canada Netherlands B.V.**

**ikonnews**  
Some Challenges in Modeling Drilling Geomechanics in Complex Reservoirs  
[view full presentation >>](#)  
Ikon Science sponsors new Professorial Chair in CO2 Capture and Storage  
[view full press release >>](#)  
Ikon Science acquires Geopatterns Technology  
[view full press release >>](#)  
SecEd Magazine: Casestudy - The Ambassador  
[view full publication >>](#)  
Ikon Science launches major expansion of the RokDoc software

**ikontraining**  
get smarter,  
**fast.**

In the busy world of today, you need to know more, faster and in more depth. Let ikon help, with our range of in depth training courses designed to make your people, the best they can be.  
[Click here to check our training schedule, and view our introductory offers >>>](#)

**ikontv**  
going live

"In a fiercely competitive industry, the winners will be those with the leading technology at their fingertips."  
If you want to get ahead of the competition, visit the new Ikon Science portal today and see what we have to offer.  
[Click here to view ikontv](#)

**stay in touch!** Keep abreast of all things Ikon...  
...join the Ikon Science mail list  
[click to join >>](#)

home | contact us | top  
RokDoc, ChronoSeis and FaultX are trademarks of Ikon Science. © Ikon Science Limited, 2001-2008

Рис. 3.3. Программа в открытом доступе для проведения научных исследований в области физики горных пород (*Rock physics*), <http://www.ikonscience.com/>

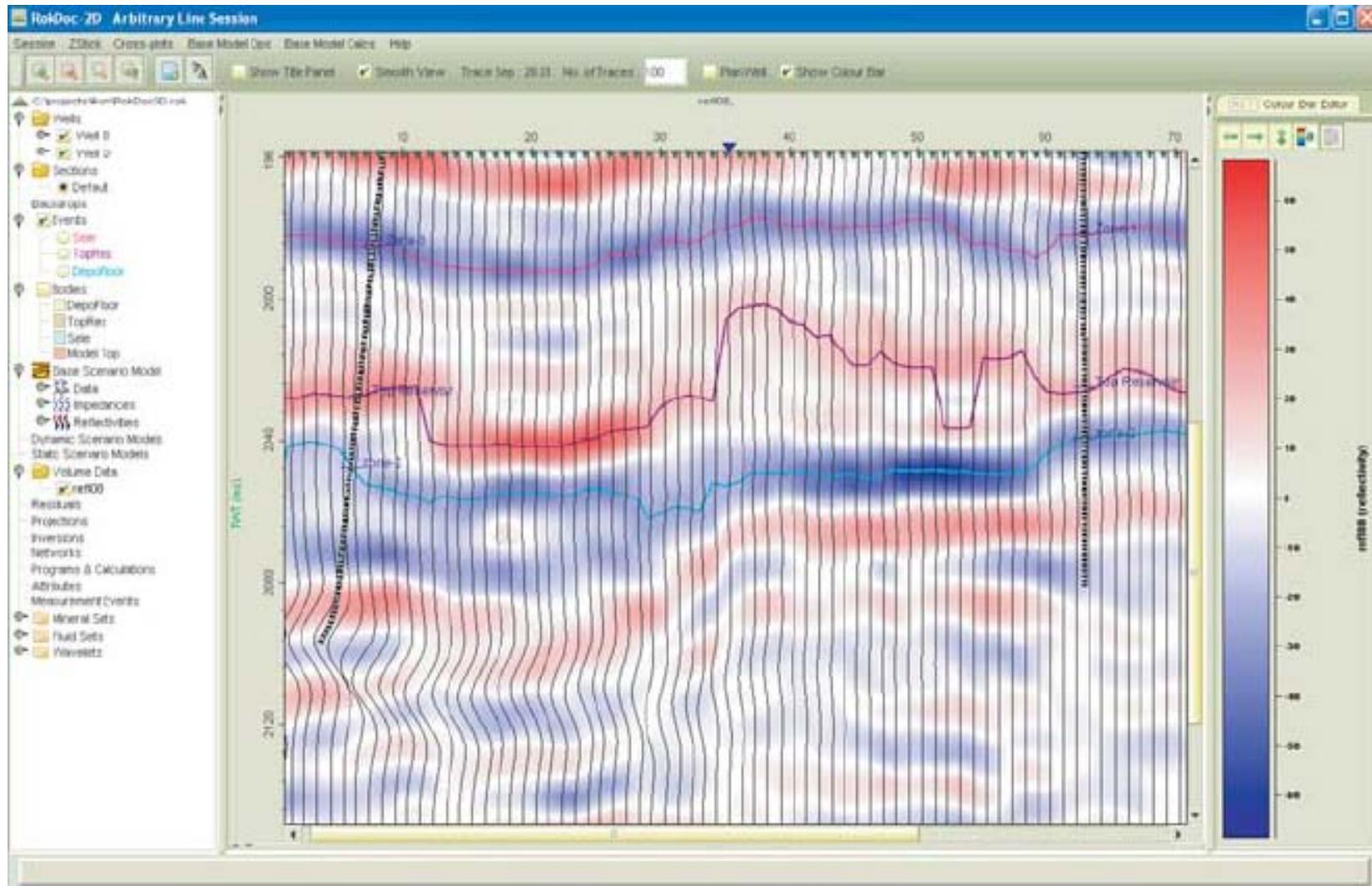


Рис. 3.4. Моделирование сейсмической активности с помощью программы *Rock physics*, <http://www.ikonscience.com/>

Киберинфраструктура, поддерживающая научные сообщества, может быть и нецентрализованной. Например, *Open Science Grid (OSG)* сконструирована как распределенная система, связывающая в кластер 30 сайтов в США, которые включают в себя тысячу компьютеров и 10 терабит памяти (рис. 3.5). На рис. 3.5 показан набор основных сайтов *Open Science Grid*, линиями – коммуникации, в том числе и с международными партнерами.

Процессы сбора, мониторинга и обработки информации для *Open Science Grid* обеспечивает, в том числе, и система *MonALISA (Monitoring Agents in A Large Integrated Services Architecture)*, <http://monalisa.cacr.caltech.edu>, сервисы которой имеют распределенную архитектуру.

Работающие в данный момент сайты сети *Open Science Grid* (рис. 3.6) можно найти в реальном времени на сайте *Open Science Grid* по адресу <http://www.opensciencegrid.org/> (рис. 3.7).

Другой проект – европейский *Enabling Grids for eScience (EGEE)* имеет похожую структуру. *EGEE* – проект, направленный на построение *Grid*-инфраструктуры, которая сможет использоваться в многочисленных научных исследованиях в Европе. Проект финансировался по 6-й рамочной программе Европейской комиссии *IST FP6*. Консорциум участников проекта включает более 70 институтов из 27 европейских стран.

Проект *EGEE* начался в марте 2004 г. под названием *Enabling Grids for E-science in Europe*, которое вскоре сменил на *Enabling Grids for E-science*, так как к проекту присоединились партнеры из США и Азиатско-Тихоокеанского региона.



Рис. 3.5. Сеть *Open Science Grid*

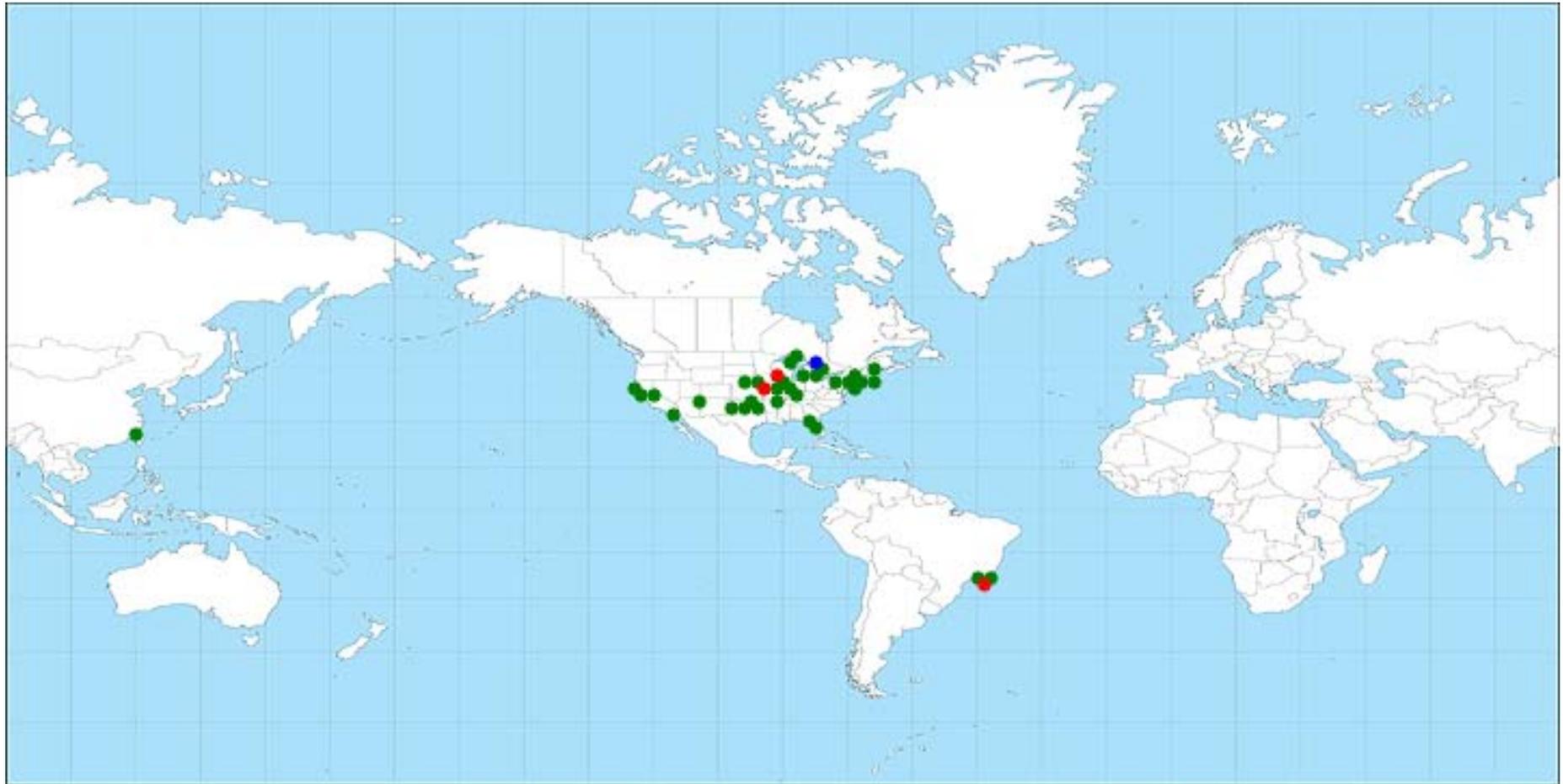


Рис. 3.6. Ресурсы сети *Open Science Grid*, работу которых можно фиксировать в реальном времени по адресу: <http://www.opensciencegrid.org/>

The screenshot shows the Open Science Grid website homepage. At the top left is the Open Science Grid logo and tagline: "A national, distributed computing grid for data-intensive research." Below this is a navigation menu with categories like "Home", "About the OSG", "OSG at work", "Information and help", and "Technology". On the right, there are two search boxes: "Search OSG using Google:" and "Search OSG at Work:". The main content area is divided into three columns. The first column, "Research Highlights", features three articles with colorful images: "Simulating Starry Images-Preparing for the Dark Energy Survey", "Friendly but fierce competition for the Higgs", and "Stormy weather: grid computing powers fine-scale climate modeling". The second column, "OSG News", lists recent announcements and news items. The third column, "Usage Stats", includes a bar chart titled "Computation Hours Per Week" showing data from 2007 to 2009, and a "View Live Grid Status" map of the United States with colored dots representing grid nodes.

Рис. 3.7. Домашняя страница *Open Science Grid*, <http://www.opensciencegrid.org/>

Главные цели проекта:

- построить безопасную, надежную и устойчивую *Grid*-инфраструктуру;
- разработать промежуточное программное обеспечение, специально предназначенное для использования разнообразными многочисленными научными дисциплинами.

Для достижения заявленной цели *EGEE* использует уникальный опыт, полученный в предыдущих проектах Европейского сообщества (*DataGrid*, *Crossgrid*, *DataTAG*) и национальных инициатив (*UK e-Science*, *INFN Grid*, *NorduGrid*, *US Trillium*).

Полигоном для запуска *EGEE* послужил *LCG* (*LHC Computing Grid*), целью которого является предоставление вычислительных ресурсов для анализа данных, поступающих от Большого адронного коллайдера (*Large*

*Hadron Collider*). Этот проект объединяет вычислительные ресурсы, использующиеся во всем мире при решении задач из области физики высоких энергий и необходимые для обработки 15 петабайт данных, которые коллайдер, согласно прогнозам, будет производить каждый год. Начав с этой инфраструктуры, *EGEE* добавляет ресурсы из всех частей света и привлекает пользователей из ряда других сообществ, чтобы сформировать самую большую *Grid*-инфраструктуру в мире, которая могла бы использоваться в многочисленных областях науки. В результате научно-исследовательское сообщество Европы получит в свое распоряжение общий рынок компьютеринга, услуги которого – круглосуточный доступ к крупнейшим вычислительным ресурсам. Доступ не будет зависеть от месторасположения потребителей и будет основываться на научных сетях *Geant* и *NRNs*.

С российской стороны в *EGEE* принимают участие 8 институтов Москвы, Московской области и Санкт-Петербурга: НИИЯФ МГУ, ИТЭФ, ИФВЭ, ИМПБ РАН, ОИЯИ, ПИЯФ РАН, РНЦ КИ, ИПМ РАН. Российские участники образовали региональный консорциум РДИГ (Российский *Grid* для интенсивных операций с данными – *Russian Data Intensive GRID, RDIG*). В рамках проекта главная цель Российской Федерации – включение РДИГ в общую инфраструктуру *EGEE* и обеспечение постоянного функционирования как полноценной операционной и функциональной составляющей. РДИГ состоит из Ресурсных центров (РЦ) организаций-участников и двух управляющих центров: Базового инфраструктурного центра (БИЦ) и Регионального операционного центра (РОЦ). Соответственно решаются следующие задачи:

- создание и наращивание мощностей РЦ, установка и обновление версий ПО *EGEE*;
- поддержка функционирования РЦ, БИЦ, РОЦ, включая обеспечение бесперебойной работы (создание резервных копий, протоколирование и учет, восстановление от сбоев);
- управление функционированием инфраструктуры: регистрация пользователей, мониторинг;
- развитие сетевой инфраструктуры РДИГ и включение ее в европейские сети *EGEE GEANT* и *NRENs*;
- тестирование и поддержка новых версий ПО *EGEE* и приложений (на первом этапе ядерной физики и биологии);
- поддержка пользователей и виртуальных организаций;
- адаптация ПО *EGEE*, оценка и выработка рекомендаций по развитию.

Проект *EGEE* направлен на создание европейской инфраструктуры, в которую будут включены и которую будут использовать максимально широкие слои коллективов и организаций. Поэтому важная роль в проекте отводится второму направлению деятельности – пропаганде и распространению информации о *Grid* и *EGEE*, а также обучению.

Ведущие исследовательские университеты и национальные библиотеки участвуют в *EGEE* и *OSG*, что позволяет более маленьким институтам увеличивать образовательные и исследовательские возможности. Например, Меж-

дународный университет Флориды (*Florida International University*) – важнейший участник *OSG* благодаря 92-процессорному *Linux*-кластеру. Все участники могут получить доступ к большому количеству распределенных хранилищ данных и компьютерным ресурсам, если в этом возникает необходимость. Эти системы используются исследователями в физике высоких энергий, биологии, химии, радиологии и компьютерных науках.

Национальная программа Индии *Grid Computing. GARUDA* – это сотрудничество научных исследователей и экспериментаторов в общенациональной *Grid*-системе вычислительных узлов, массового хранилища и научных инструментов. Целью программы является обеспечение технологическими достижениями, необходимыми для функционирования интенсивной информационной и вычислительной науки XXI в. Сеть *GARUDA* соединяет 17 городов, охватывая 45 исследовательских и научных институтов по всей стране. В будущем планируется поддерживать не только требования трафиков приложений высокопроизводительных вычислительных систем, но и другие требования, такие как совместные окружения, основанные на *IP*, которые запускаются в работу через видеоконференции и доступ к *Grid. Cyber Science Infrastructure (CSI)* – инициатива для улучшения японских научных исследований. В 2005 г. программа *CSI* получила поддержку от *MEXT* (японского министерства образования, культуры, спорта, науки и технологии) и Совета по политике в области науки и технологий японского правительства, заверив, что бюджет *NII* (Национального института информатики) в 2006 г. будет включать средства для *CSI*.

Многие группы, работая с сервис-ориентированными технологиями в науке, используют один или трех наиболее распространенных подходов для решения проблемы. Во-первых, ученые создают специализированные предметно-специфические инфраструктуры. В этом случае сообщество стандартизует специализированное программное обеспечение и даже аппаратные комплексы для того, чтобы участники могли использовать необходимые ресурсы и функции. Можно привести 3 примера таких систем.

*The Biomedical Informatics Research Network (BIRN)*, <http://www.nbirn.net/%20> (рис. 3.8) – инициатива Национального института здоровья США (*National Institutes of Health*), <http://www.nih.gov/>, для облегчения взаимодействия в биомедицинских исследованиях. *BIRN* использует стандартные компьютеры и кластеры в качестве хранилища информации на 19 сайтах США (рис. 3.9). Эти системы плюс различные функции, например каталоги, поддерживают различные программы для взаимодействия в научных исследованиях в таких областях, например, как морфология мозга мышей. Эти исследования проводятся с использованием специально созданной инфраструктуры, электронных атласов в качестве интерфейса для визуализации, определения, анализа и других операций с огромным количеством данных. На рис. 3.10 и рис. 3.11 представлены различные области, в которых применяются инструменты и методы визуализации, разработанные в *BIRN*. Предлагаемое оборудование и методы могут работать как вместе, так и самостоятельно.

Еще один пример – *The National Science Foundation’s Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)*, <http://it.nees.org/>, – национальное научное сообщество США, дающее возможность доступа к специализированным инструментам, данным и программам моделирования в области инженерии землетрясений. Примером такой программы является программа компьютерного моделирования землетрясений *Computational Simulation (OpenSees)*, <http://opensees.berkeley.edu>. Каждый из 15 связанных сетью Интернет-центров *NEES* имеет свое специализированное оборудование и работает с использованием современных компьютеров со стандартной конфигурацией программно-аппаратных комплексов – *NEES Point of Presence*, которая характеризуется стандартным программным обеспечением, позволяющим реализовать теленаблюдение, дистанционное управление, сбор данных и другие функции. В частности, специальный проект *Google* «Планета Земля» (бесплатная версия на сайте <http://earth.google.com/>) может перенести в любое место на Земле для просмотра карт, спутниковых изображений, ландшафта и 3D-зданий, также предоставляет возможности для исследования галактик и звездного неба (рис. 3.12), отображает в реальном времени информацию о землетрясениях в мире (рис. 3.13). Проект позволяет изучать географическое содержание, сохранять обзор мест и делиться информацией с другими пользователями.

**BIRN** Biomedical Informatics Research Network  
*fostering a new biomedical collaborative culture and infrastructure*

Search  
  
 BIRN  WWW

Home Research Tools Data Contact Us Help BIRN Portal

**BIRN Collaborations**  
[BIRN Multi-site Collaborations](#)  
[Information on NIH Program Announcements](#)  
[News and Events](#)  
[Comments and Suggestions](#)

**BIRN Research**  
[BIRN Coordinating Center](#)  
[Morphometry BIRN](#)  
[Function BIRN](#)  
[Mouse BIRN](#)

**BIRN Tools**  
[Browse Our Tools](#)  
[Use Our Tools](#)  
[Share Your Tools](#)

**BIRN Data Repository**  
[View Data Currently Available](#)  
[Preview Data Coming Soon](#)  
[Data Use](#)  
[Share Your Data](#)

About Us Copyright Privacy Site Map Contact User Survey

BIRN is supported by NIH Grants to the BIRN Coordinating Center (U24-RR019701), Function BIRN (U24-RR021992), Morphometry BIRN (U24-RR021382), and Mouse BIRN (U24-RR021760).



Рис. 3.8. Стартовая страница *The Biomedical Informatics Research Network (BIRN)*, <http://www.nbirn.net/>

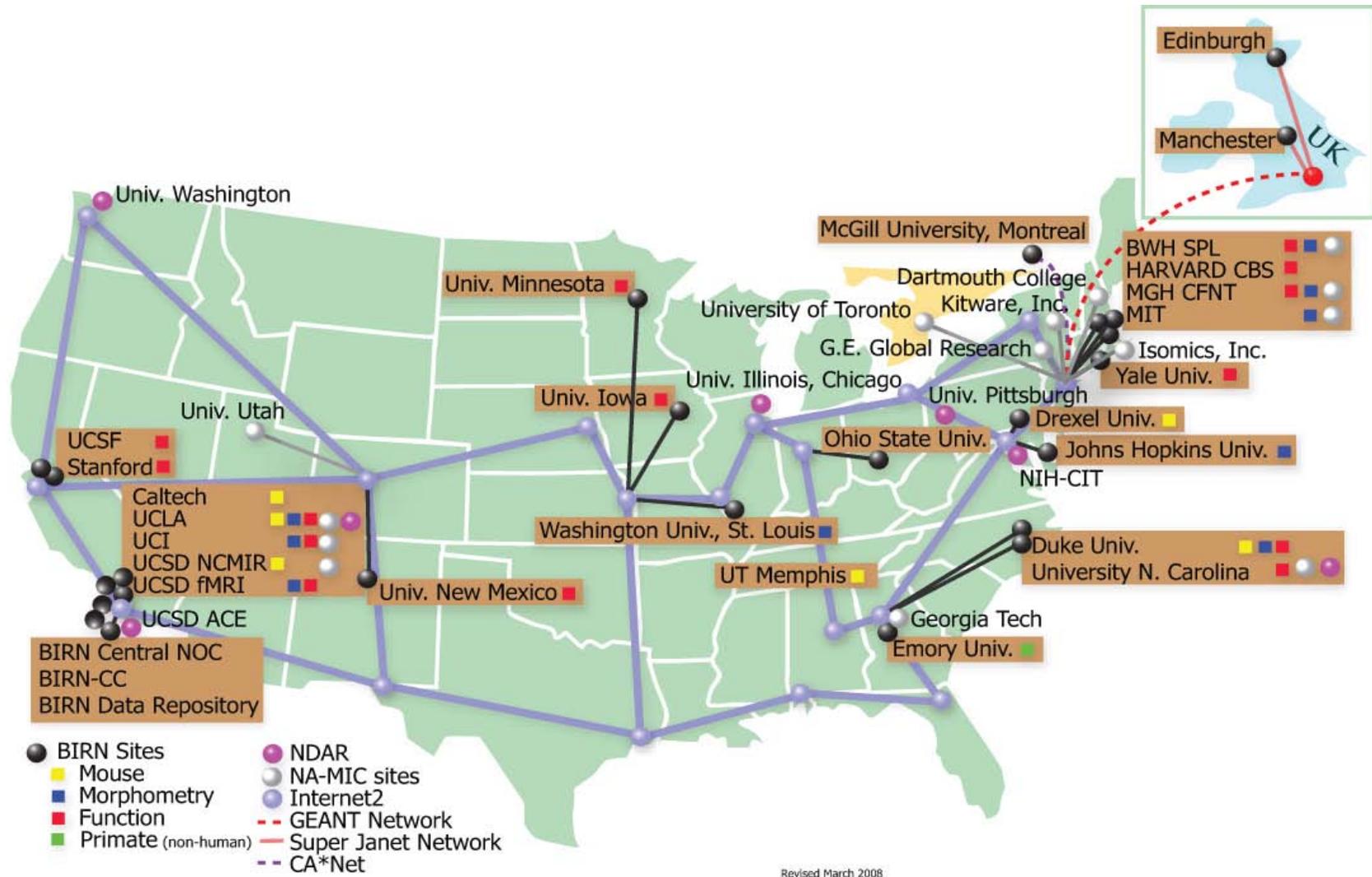
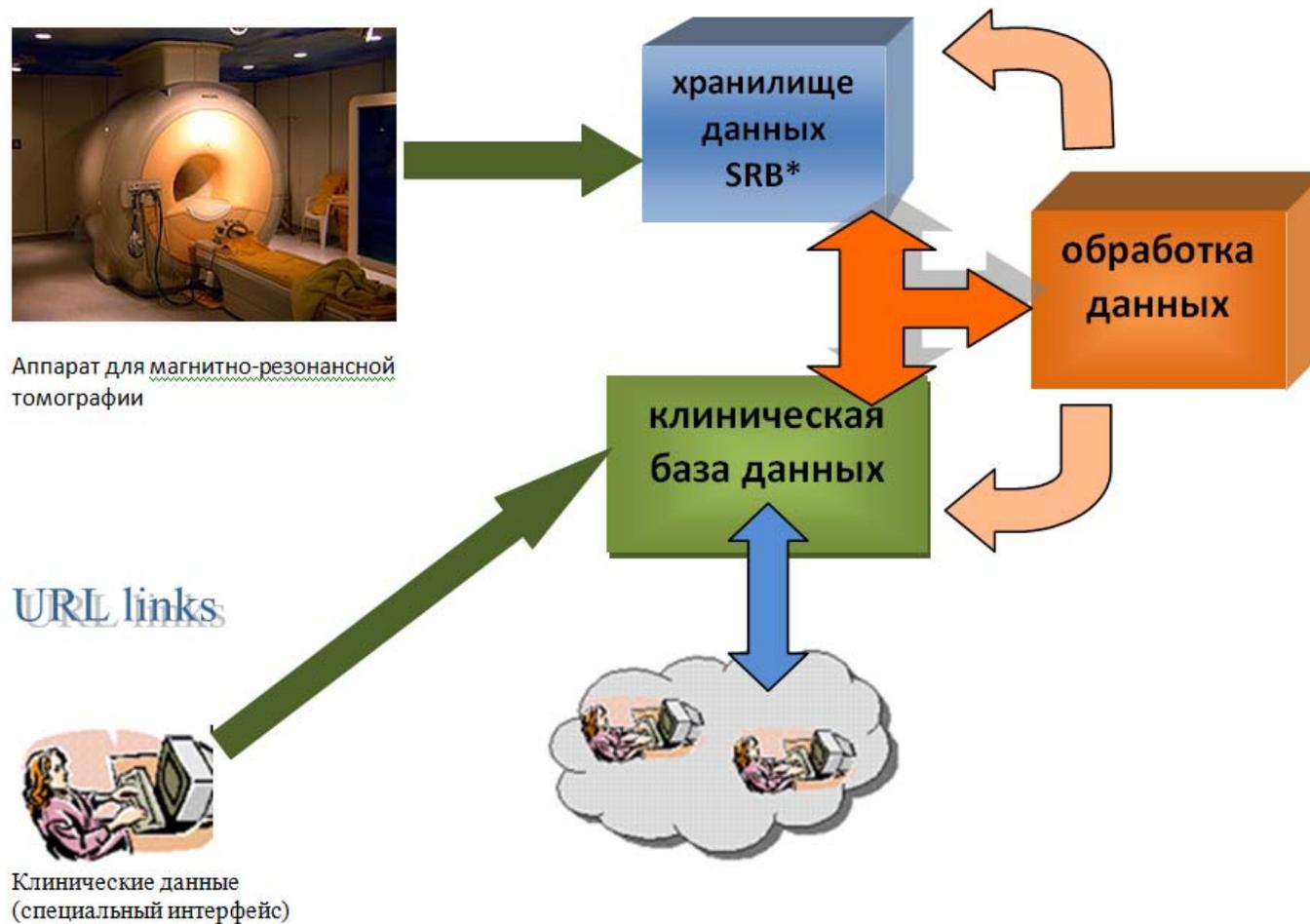
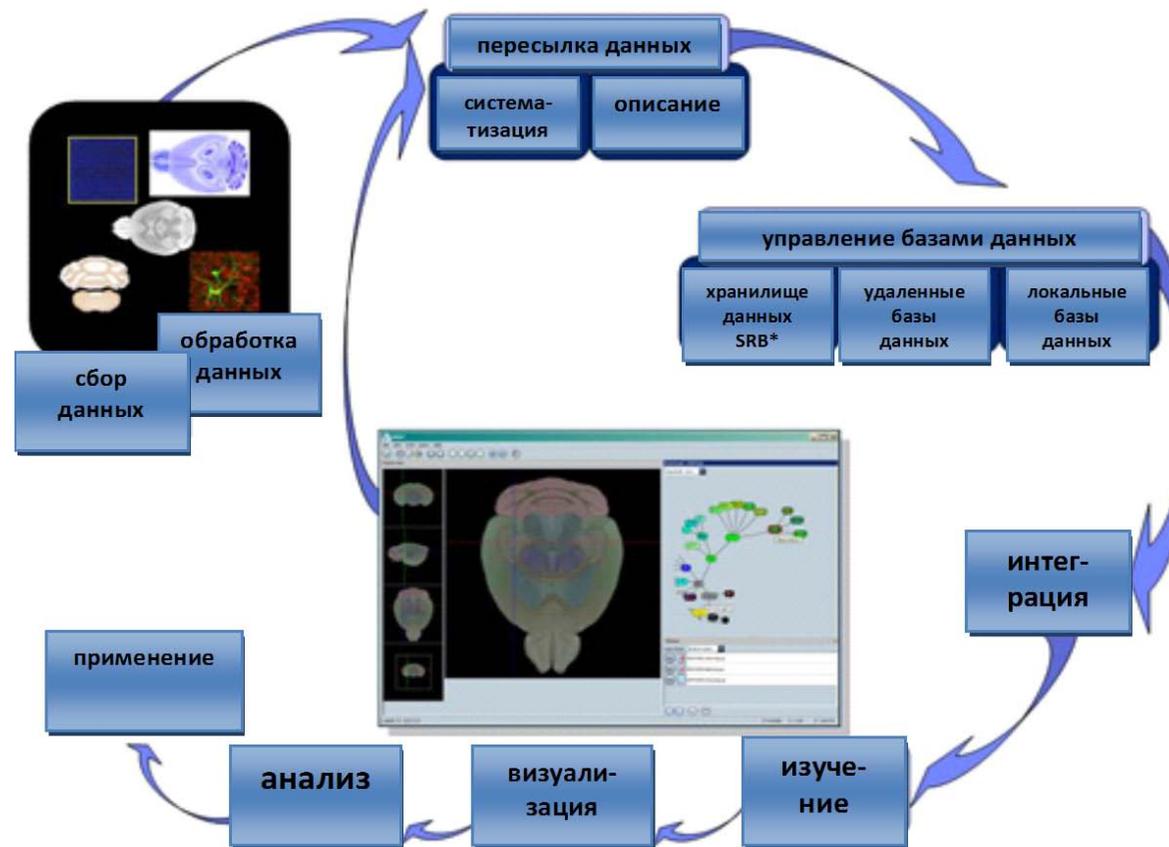


Рис. 3.9. Хранилища информации *BIRN* на 19 сайтах США



\* *Storage Resource Broker* – специальное хранилище данных, поддерживаемое суперкомпьютерным центром Сан-Диего, [http://www.sdsc.edu/srb/index.php/Main\\_Page](http://www.sdsc.edu/srb/index.php/Main_Page)

Рис. 3.10. Различные области, в которых применяются инструменты и методы визуализации, разработанные в *BIRN*



\* Storage Resource Broker – специальное хранилище данных, поддерживаемое суперкомпьютерным центром Сан-Диего ([http://www.sdsc.edu/srb/index.php/Main\\_Page](http://www.sdsc.edu/srb/index.php/Main_Page))

Рис. 3.11. Использование мультимодальных электронных атласов, связанных со множеством сетевых ресурсов, в проекте по изучению морфологии мозга мышей (*Mouse BIRN*)



а



б



в



г

Рис. 3.12. Возможности проекта *Google* «Планета Земля», <http://earth.google.com/>:  
 а – анимации с видом всей Земли для каждого месяца года; б – 3D-здания и другие трехмерные объекты, созданные и совместно используемые пользователями *Google Sketchup*;  
 в – исследование неба с помощью *Google* «Планета Земля»; г – 3D-модели, показывающие хронологию появления 60 самых высоких зданий, построенных в Лондоне, начиная с 1950-х годов

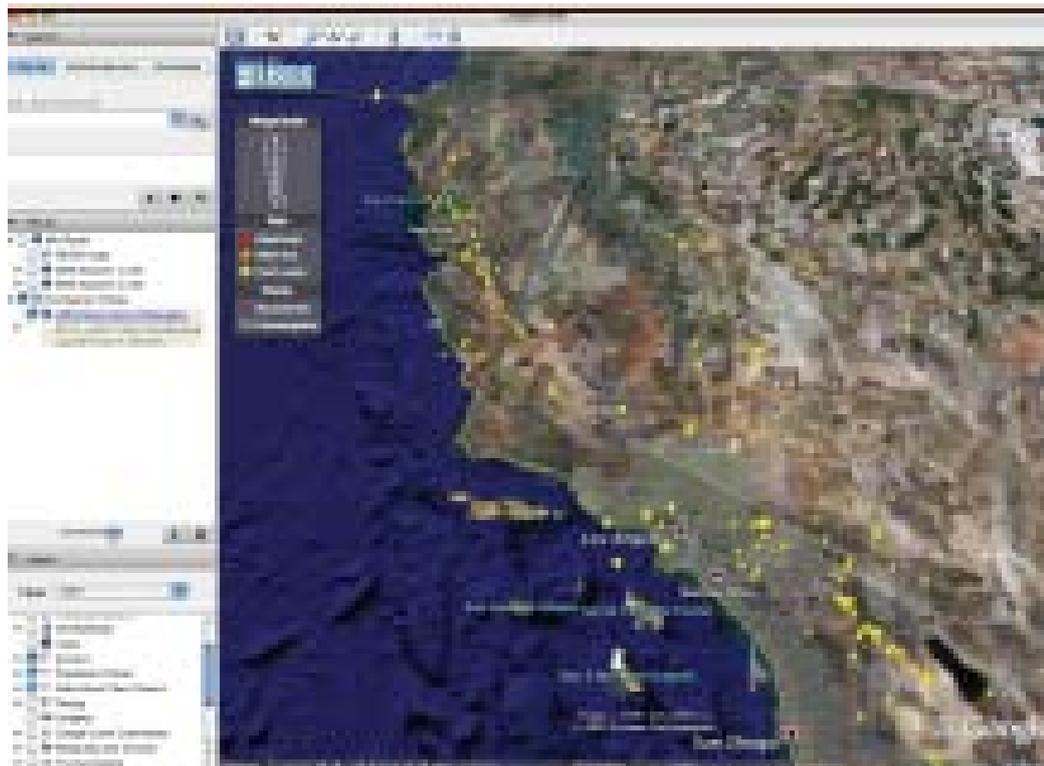


Рис. 3.13. Примеры отображения в реальном времени информации о землетрясениях в мире с помощью *NEESit* and *EERI Leverage Google Earth™*

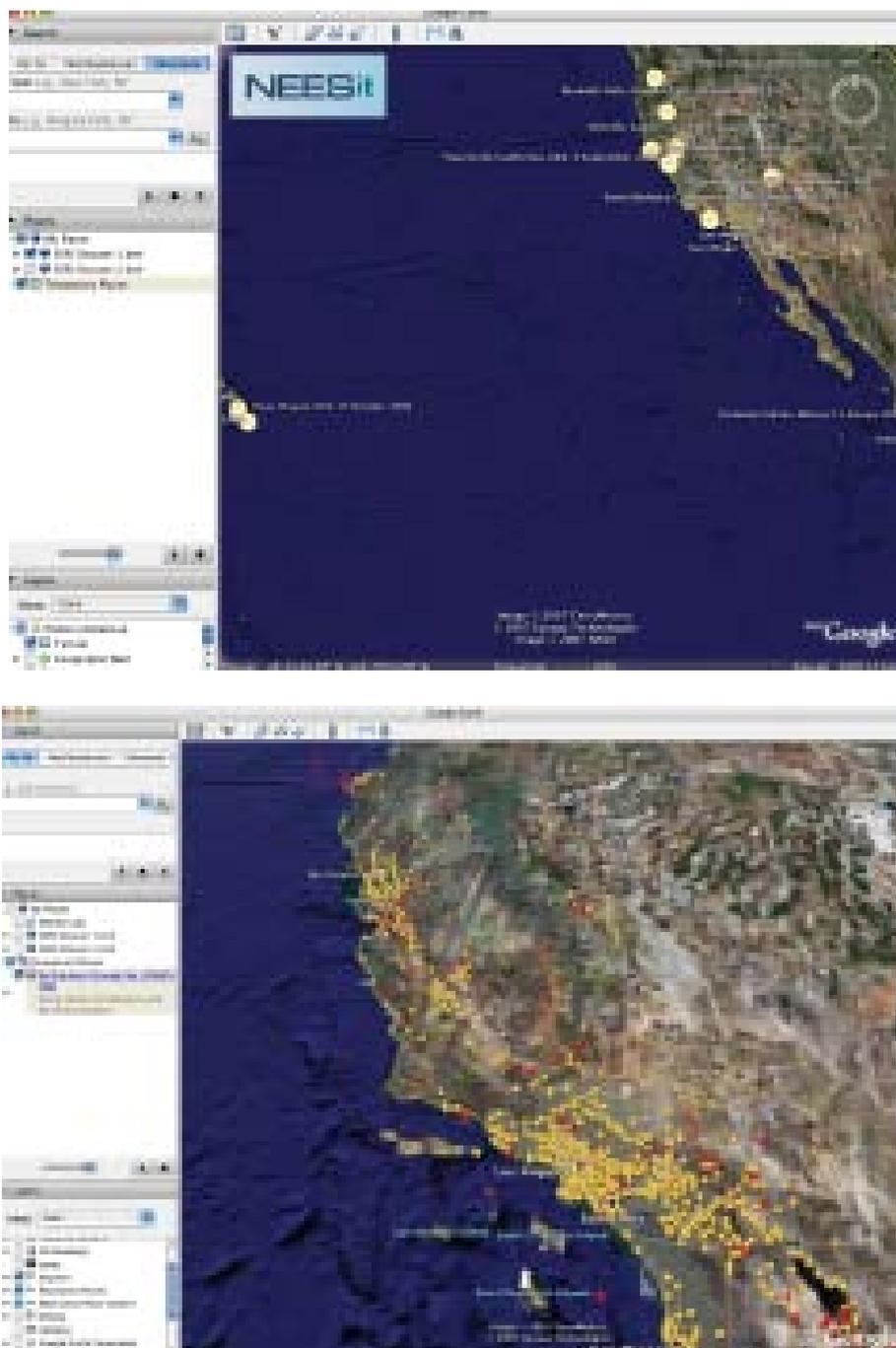


Рис. 3.13. Окончание

Департамент *The Department of Energy's Earth System Grid (ESG)*, <http://www.earthsystemgrid.org/>, – еще один пример предметно-специфического сервиса, который придает особое внимание описанию и реализации стандартных интерфейсов. *ESG* имеет развернутые сервисы, которые обеспечивают доступ к огромному количеству данных, связанных с моделированием данных климата, например, модель из Национального центра исследований атмосферы (*National Center for Atmospheric Research's Community*), моделирующая климат (*Climate Simulation Model*), или другие модели, включенные в Национальную группу по оценке изменений климата

(the International Panel on Climate Change assessment). Многие терабиты данных загружаются из этих сервисов каждый месяц. Основными партнерами ESG являются:

- *Argonne National Laboratory*;
- *Lawrence Berkeley National Laboratory*;
- *Lawrence Livermore National Laboratory*;
- *Los Alamos National Laboratory*;
- *National Center for Atmospheric Research*;
- *Oak Ridge National Laboratory*;
- *University of Southern California/Information Sciences Institute*.

Пример сотрудничества иного рода в области Grid-технологий – это проект UK myGrid project., <http://www.mygrid.org.uk/>, <http://www.ebi.ac.uk/mygrid/>, который реализуется в Великобритании. Консорциум myGrid – это международный мультиинститутский, мультидисциплинарный проект, выполняемый ведущими исследовательскими группами мира, который сфокусирован на развитие e-Science. UK my project имеет инструментарий, который позволяет биологам установить границы потоков документов, которые интегрируют информацию из многочисленных источников, включая как биологические базы данных, так и биоинформационные подходы и программы. Эти потоки информации могут быть архивированы и затем применяться периодически для идентификации новых феноменов.

Три типа проектов реализуется в myGrid:

1. Проекты, связанные с реализацией фундаментальных исследований:
  - *myGrid Platform Grant*;
  - *OntoGrid*;
  - *myExperiment*;
  - *Social Networking for Life Sciences*;
  - *Web Services for Life Sciences*;
  - *ESNW*.
2. Проекты, в которых инструментарий *myGrid tools* используется для решения частных проблем e-Science:
  - *ONDEX*;
  - *SysMO*;
  - *NBIC BioAssist*;
  - *MIASGrid*;
  - *e-Fungi*;
  - *Obesity e-Lab*;
  - *ADVISES*;
  - *Shared Genomics*;
  - *Tools for the text mining-based visualisation of the provenance of biochemical networks*;
  - *ComparaGrid*;
  - *ISpider*;
  - *OntoGenesis*;
  - *The Manchester Centre for Integrative Systems Biology*;
  - *Metagenomics*;

- *Sealife*.

3. Проект, разработанный специально для того, чтобы расширить для ученых возможности использования *e-Science* путем адаптации доступных программных средств и оборудования – *ENGAGE*, <http://www.engage.ac.uk/>.

В дополнение к вышеописанным национальным и транснациональным примерам применения информационных технологий многие образовательные и научные учреждения используют кампусные сети – *campus Grids* – для преподавателей и студентов. Например, *Purdue University's NanoHub*, <http://www.nanohub.org/>, обеспечивает доступ студентов и преподавателей к различным программам.

Изначально *Grid*-технологии предназначались для решения сложных научных, производственных и инженерных задач, которые невозможно решить в разумные сроки на отдельных вычислительных установках. Однако теперь область применения технологий *Grid* не ограничивается только этими типами задач. По мере своего развития *Grid* проникает в промышленность и бизнес, крупные предприятия создают *Grid* для решения собственных производственных задач. Таким образом, *Grid* претендует на роль универсальной инфраструктуры для обработки данных, в которой функционирует множество служб (*Grid Services*), которые позволяют решать не только конкретные прикладные задачи, но и предлагают сервисные услуги: поиск необходимых ресурсов, сбор информации о состоянии ресурсов, хранение и доставка данных.

Применение *Grid* может дать новое качество решения следующих классов задач:

- массовая обработка потоков данных большого объема;
- многопараметрический анализ данных;
- моделирование на удаленных суперкомпьютерах;
- реалистичная визуализация больших наборов данных;
- сложные бизнес-приложения с большими объемами вычислений.

*Grid*-технологии уже активно применяются как государственными организациями управления, обороны, сферы коммунальных услуг, так и частными компаниями, например финансовыми и энергетическими. Область применения *Grid* сейчас охватывает ядерную физику, защиту окружающей среды, предсказание погоды и моделирование климатических изменений, численное моделирование в машино- и авиастроении, биологическое моделирование, фармацевтику.

Сервис-ориентированная наука имеет перспективы увеличения индивидуальной и коллективной научной продуктивности посредством создания мощного информационного инструментария, доступного для всех, и дает возможность широко распространять автоматизацию анализа и вычислений данных. Несомненно, в будущем в понимании каждой отдельной части научного сообщества представление научной информации будет не только длинное эксклюзивное документирование данных в научной литературе, но и документирование также в различных базах данных и программах, которые представляют, автоматически устанавливают и развивают коллективную базу знаний.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК, ЭЛЕКТРОННЫЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

## Основная литература

1. Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : лаб. практикум / И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый, К. Н. Захарьин. В. А. Кратасюк. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 92 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : УМКД № 1363-2008 / рук. творч. коллектива И. Е. Суковатая).
2. Суковатая, И. Е. Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : метод. указания по самостоятельной работе / сост. : И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый, В. А. Кратасюк, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 84 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : УМКД № 1363-2008 / рук. творч. коллектива И. Е. Суковатая).
3. Сарафанов, А. В. Применение информационно-коммуникационных технологий в образовании : учеб.-метод. пособие / А. В. Сарафанов, А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая [и др.]. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. – 186 с.
4. Сарафанов, А. В. Интерактивные технологии в дистанционном обучении : учеб.-метод. пособие / А. В. Сарафанов, А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая [и др.]. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. – 151 с.
5. Суковатый, А. Г. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : учеб. пособие / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 177 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).
6. Суковатый, А. Г. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : лаб. практикум / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 78 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).
7. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : метод. указания к практ. занятиям / сост. : А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 20 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).
8. Рубин, А.Б. Биофизика. Т.1, 2 / А. Б. Рубин. – М. : МГУ, 1999.
9. Фотобиофизика : учеб. пособие / В. А. Кратасюк, И. Е. Суковатая, Е. В. Немцева и др. Красноярск : ИПК СФУ, 2007. – 413 с. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).
10. Николаев, А. Я. Биологическая химия : учеб. / А. Я. Николаев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Мед. информ. агентство, 2007. – 568 с.

11. Bioinformatics, Volume II: Structure, Function and Applications Edited by Jonathan M. Keith, 2008 Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
12. Bioinformatics: a concept-based introduction Edited by Venkatarajan Subramanian Mathura, Pandjassarame Kanguane, Springer Science+Business Media, LLC 2009. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
13. Frederick, B. Marcus Bioinformatics and Systems Biology: Collaborative Research and Resources 2008 Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
14. Bioinformatics: Applications in Life and Environmental Sciences Edited by M.H. Fulekar Department of Life Sciences 2009 Capital Publishing Company Copublished by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands with Capital Publishing Company, New Delhi, India. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
15. Bioinformatics for DNA Sequence Analysis Edited by David Posada-Humana Press, a part of Springer Science, Business Media, LLC 2009. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
16. Bioinformatics methods and protocols/ edited by Stephen Misener and Stephen A. Krawetz 2000 Humana Press Inc. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
17. Clinical Bioinformatics Edited by Ronald J. A. Trent 2008 Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
18. Computational Systems Biology 2009 Humana Press Inc. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
19. Immunoinformatics Springer New York 2008. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
20. Alexander Isaev Introduction to Mathematic Methods in Bioinformatics Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
21. Java for bioinformatics and biomedical applications by Harshawardhan Bal Johnny Hujol 2007 Springer Science+Business Media, LLC. – Режим доступа: [www.springer.com](http://www.springer.com).
22. Marshall S. Smith Opening Education / S. Marshall // Science. – 2009. – 323. – P. 89–93.
23. Jung-jae Kim and Dietrich Reibholz-Schuhmann Categorization of services for seeking information in biomedical literature: a typology for improvement of practice BRIEFINGS IN BIOINFORMATICS. 2008. VOL 9. NO 6. – P. 452–465.
24. GenBank / D.A. Benson, I. Karsch-Mizrachi, D.J. Lipman, J. Ostell and D.L. Wheeler // Nucleic Acids Research. – 2008. – 36. – D. 25–30.
25. Buetow, K. H. Cyberinfrastructure: Empowering a "Third Way" in Biomedical Research / K. H. Buetow // Science. – 2005. – 308. – P. 821–824.
26. Collaborative eScience libraries / L. M. Collins, M. L. Martinez, K. K. Mane, J. E. Powell, C. M. Kieffer, T. Simas, S. K. Heckethorn, K. R. Varjabedian, M. E. Blake, R. E. Luce // Int J Digit Libr. – 2007. – 7. – P. 31–33.
27. Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery. – National

Science Foundation Cyberinfrastructure Council. – March 2007. – Режим доступа: <http://scholcommbc.blogspot.com/2007/04/cyberinfrastructure-vision-for-21st.html>.

28. BioLit: integrating biological literature with databases / J. L. Fink, S. Kushch, P. R. Williams, P. E. Bourne // *Nucleic Acids Research*. – 2008. – 36 – W385–W389.

29. Foster, I. Service-Oriented Science / I. Foster // *Science*. – 2005. – 308 . – P. 814–817.

30. Hey, T. Cyberinfrastructure for E-Science / T. Hey, A. E. Trefethen // *Science*. – 2005. – 308. – P. 817–821.

31. Johnson, J. L. Distance Education: The Complete Guide to Design, Delivery, and Improvement / J. L. Johnson. – New York: Teachers College Press. – 2003. – 230 p.

32. Konagaya, A. Trends in life science grid: from computing grid to knowledge grid / A. Konagaya // *BMC Bioinformatics*. – 2006. – 7. – (Suppl 5).

33. Leontis, N. B. The RNA Ontology Consortium: An open invitation to the RNA community / N. B. Leontis, R. B. Altman, H. M. Berman // *RNA*. – 2006. – 12. – P. 533–541.

34. Luciano, J. S. E-Science and biological pathway semantics / J. S. Luciano, R. D. Stevens. // *BMC Bioinformatics*. – 2007. – 8.

35. PUMA2 -grid-based high-throughput analysis of genomes and metabolic pathways / N. Maltsev, E. Glass, D. Sulakhe, A. Rodriguez, M. H. Syed, T. Bompada, Y. Zhang, M. D'Souza // *Nucleic Acids Res*. – 2006. – 34. – 1. – P. 369–372.

36. Rajkumar, B. Grid Computing: 1. A Gentle Introduction to Grid Computing and Technologies / B. Rajkumar, S. Venugopel // *CSI Communications*. – 2005. – 29. – 1. – P. 9–23.

37. Rajkumar, B. Grid Computing: Making the Global Cyberinfrastructure for eScience a Reality / B. Rajkumar // *CSI Communications*. – 2005. – 29. –1. – P. 6–8.

38. Szalay, A. The World-Wide Telescope / A. Szalay, J. Gray // *Science*. – 2001. – 293. – P. 2037 – 2040.

39. Database resources of the National Center for Biotechnology Information / D. L. Wheeler, T. Barrett, D. A. Benson, S. H. Bryant, K. Canese, V. Chetvernin, D. M. Church, M. DiCuccio, R. Edgar, S. Federhen, M. Feolo, L. Y. Geer, W. Helmsberg, Y. Kapustin, O. Khovayko, D. Landsman, D. J. Lipman, T. L. Madden, D. R. Maglott, V. Miller, J. Ostell, K. D. Pruitt, G. D. Schuler, M. Shumway, E. Sequeira, S. T. Sherry, K. Sirotkin, A. Souvorov, G. Starchenko, R. L. Tatusov, T. A. Tatusova, L. Wagner, E. Yaschenko // *Nucleic Acids Res*. – 2008. – 36. – D13–D21.

40. Protein classification using ontology classification / K. Wolstencroft, P. Lord, L. Taberner, A. Brass, R. Stevens // *Bioinformatics*. – 2006. – 22. – 14. P. 530, P. 538.

## Дополнительная литература

41. СТО 4.2-07–2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности [текст] / разработ. : Т. В. Сильченко, Л. В. Белошاپко, В. К. Младенцева, М. И. Губанова. – Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.
42. Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ / сост. : А. В. Сарафанов, М. М. Торопов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2008. – Вып. 3.
43. Абрамов, С. М. Отечественные СуперЭВМ и грид-системы / С. М. Абрамов, В. Ф. Заднепровский, А. А. Московский // Проблемы развития национальной киберинфраструктуры в России : XII науч.-практ. конф. ун-та города Переславля. – 2008.
44. Интернет-образование: не миф, а реальность XXI века / Ж. Н. Зайцева, Ю. Б. Рубин, Л. Г. Титарев и др.; общ. ред. В. П. Тихомиров. – М.: Изд-во МЭСИ, 2000. – 189 с.
45. Подготовка учебных материалов для использования в образовательном процессе с применением дистанционных технологий: учеб.-метод. пособие / А. А. Левицкий, А. В. Сарафанов, А. В. Толстоногов, С. И. Трегубов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 43 с.
46. Масич, А. Г. Аспекты развития коммуникаций / А. Г. Масич, Г. Ф. Масич // Четырнадцатая конф. представителей регион. науч.-образоват. сетей "RELARN-2007".
47. Мицель, А. А. Дистанционное образование как составляющая процесса формирования единого образовательного пространства / А. А. Мицель, Е. В. Молнина // Открытое образование. – 2006. – № 2. – С. 59–65.
48. Норенков, И. П. Информационные технологии в образовании / И. П. Норенков, А. М. Зимин. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 352 с.
49. Осин, А. В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации / А. В. Осин. – М. : РИТМ, 2005. – 320 с.
50. The effect of social grounding on collaboration in a computer-mediated small group discussion / C. Ahern Terence, A. Thomas Julie, K. Tallent-Runnels Mary, Y. Lan William, Cooper Sandra, Lu Xiaoming, Cyrus Jacqui // Internet and Higher Education. – 2006. – 9. – P. 37–46.
51. Rovai, Alfred P. Student evaluation of teaching in the virtual and traditional classrooms: A comparative analysis / Alfred P. Rovai, Michael K. Ponto, M. Gail Derrick, John M. Davis // Internet and Higher Education. – 2006. – 9. – P. 23–35.
52. Bairoch, A. The ENZYME database in 2000 / A. Bairoch // Nucleic Acids Res. 2000. – 28. – P. 304–305.
53. Berriz1, G. F. The Synergizer service for translating gene, protein and other biological identifiers / G. F. Berriz1, F. P. Roth // Bioinformatics. 2008. – 24. – 19. – P. 2272–2273.

54. Cotton, Deborah. Reflecting on the think-aloud method for evaluating E-Learning, / Deborah Cotton, Karen Gresty // *British Journal of Educational Technology*. – 2006. – 37(1). – P. 45–54.
55. Donello, J. F. Theory and practice: Learning content management systems / J. F. Donello // *E-Learning magazine*. – 2002.
56. Robert, Ellis A. Discontinuities in university student experiences of learning through discussions. / A. Ellis Robert, A. Calvo Rafael // *British Journal of Educational Technology*. – 2006. – 37(1). – P. 55–65.
57. GENIE: Delivering E-Science to the environmental scientist / M.Y. Gulamali, T.M. Lenton, A. Yool, A.R. Price, R.J. Edwards, N. R. Marsh, P. J. Valdes, J. L. Wason, S.J. Cox, M. Krznicaric, S. Newhouse, and J. Darlington. – UK E-Science All Hands Meeting. - Nottingham, UK. – Sep. 2003. – P. 145-152. – Режим доступа: <http://www.genie.ac.uk/publications/papers.htm/>.
58. Hendler, J. Enhanced: Science and the Semantic Web / J. Hendler // *Science*. – 2003. – 299. – 5606. – P. 520 – 521.
59. Gregory, W. Hislopa. A study of faculty effort in online teaching / W. Hislopa Gregory, J.C. Ellis Heidi // *Internet and Higher Education*. – 2004. – 7. – P. 15–31.
60. The KEGG resource for deciphering the genome / M. Kanehisa, S. Goto, S. Kawashima, Y. Okuno, M. Hattori // *Nucleic Acids Res.* – 2004. – 32. – D 277–D 280.
61. Langston, Marc. Linking to journal articles in an online teaching environment: The persistent link, DOI, and OpenURL / Marc Langston, James Tyler // *Internet and Higher Education*. – 2004. – 7. – P. 51–58.
62. Schlosser, Lee Ayers, Distance Education: Definition and Glossary of Terms: the monograph / Lee Ayers Schlosser, Michael Simonson. – Definitions and Terminology Committee Association for Educational Communications and Technology Bloomington (AECT), 2002.
63. Alchemi: A .NET-Based Enterprise Grid Computing System / A. Luther, R. Buyya, R. Ranjan, S. Venugopal. – Proceedings of the 6th International Conference on Internet Computing (ICOMP'05). – June 27–30. – 2005. – Las Vegas, USA. – Режим доступа: <http://www.alchemi.net/>.
64. Peer-to-Peer Grid Computing and a .NET-based Alchemi Framework / A. Luther, R. Buyya, R. Ranjan, S. Venugopal; editors – Laurence Yang and Minyi Guo. – Wiley Press: High Performance Computing: Paradigm and Infrastructure. – New Jersey, USA. – 2005.
65. Martone, M. E. e-Neuroscience: challenges and triumphs in integrating distributed data from molecules to brains / M. E. Martone, A. Gupta, M. H. Ellisman // *Nature Neuroscience*. – 2004. – 7. – P. 467 – 472.
66. Mukamusoni, Dariya. Distance Learning Program of Teachers' at Kigali Institute of Education: An expository study / Dariya Mukamusoni // *International Review of Research in Open and Distance Learning*. – 2006. – 7(2).
67. The use of ICT by adults with learning disabilities in day and residential services / Sarah Parsons, Harry Daniels, Jill Porter, Christopher Robertson // *British Journal of Educational Technology*. – 2006. – 37(1). – P. 31–44.

68. Stapleton, Paul. The Web as a source of unconventional research materials in second language academic writing / Paul Stapleton, Rena Helms-Park, Pavlina Radia // *Internet and Higher Education*. – 2006. – P. 63–75.

69. Optimisation of integrated Earth System Model components using Grid-enabled data management and computation / A. R. Price, G. Xue, A. Yool, D. J. Lunt, P. J. Valdes, T. M. Lenton, J. L. Wason, G. E. Pound, S. J. Cox and the GENIE team // *Concurrency and Computation: Practice and Experience* / – 2007. – 19. – 2. – P. 153–165. – Режим доступа:

<http://www.genie.ac.uk/publications/papers.htm/>.

70. Hämmäläinen, Raija. Learning to collaborate: Designing collaboration in a 3-D game environment» / Raija Hämmäläinen, Tony Manninen, Sanna Järvelä, Päivi Häkkinen // *Internet and Higher Education*. – 2006. – 9. – P. 47–61.

71. Student evaluation of teaching in the virtual and traditional classrooms: A comparative analysis / Alfred P. Rovai, Michael K. Ponton, M. Gail Derrick, John M. Davis // *Internet and Higher Education*. – 2006. – 9. – P. 23–35.

72. Improving online learning: Student perceptions of useful and challenging characteristics / Liyan Song, Ernise S. Singleton, Janette R. Hill, Koh Myung Hwa // *Internet and Higher Education*. – 2004. – 7. – P. 59–70.

73. Gnare: automated system for high-throughput genome analysis with grid computational backend / D. Sulakhe, A. Rodriguez, M. D'Souza, M. Wilde, V. Nefedova, I. Foster, N. Maltsev // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2005. – 19. – P. 361–369.

74. Tatusova, T.A. Complete genomes in WWW Entrez: data representation and analysis / T.A. Tatusova, I. Karsch-Mizrachi, J.A. Ostell // *Bioinformatics*. – 1999. – 15. – P. 536–543.

75. Truman, Sylvia M. An investigation of the situated learnability effects of single- and dual-modal systems in education: a report of music-oriented learning environment and science computer-assisted teaching studies / Sylvia M. Truman, Philip J. Truman // *British Journal of Educational Technology*. – 2006. – 37(1). – P. 131–142.

76. Wilson, C. Concerns of instructors delivering distance learning via the WWW / C. Wilson // *Online Journal of Distance Learning Administration*. – 1(3). – Режим доступа: <http://www.westga.edu/~distance/wilson13.html>.

77. Hans-Michael Muller, E. Kenny Eimear, W. Paul Sternberg Textpresso: An Ontology-Based Information Retrieval and Extraction System for Biological Literature PLoS Biology November 2004 | Volume 2 | Issue 11 | 1984–1998. – Режим доступа: [www.plosbiology.org](http://www.plosbiology.org)

## Электронные и интернет-ресурсы

78. Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях. Версия 1.0 [Электронный ресурс] электрон. учеб.-метод. комплекс / И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый, В. А. Кратасюк, К. Н. За-

харьин. – Электрон. дан. (148 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : УМКД № 1363/991-2008 / рук. творч. коллектива И. Е.Суковатая) . – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 256 Мб оперативной памяти ; 208 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf). – (Номер госрегистрации в НТЦ «Информрегистр» 0320902487).

79. Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях. Банк тестовых заданий. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы / И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый. – Электрон. дан. ( 43 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – («Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях» : УМКД № 1363/991-2008 / рук. творч. коллектива И. Е.Суковатая) . – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 103 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ; операционная система Microsoft Windows 2k / XP / Vista (32 бит).

80. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Версия 1.1 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Электрон. дан. (1380 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 800 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

81. Фотобиофизика. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. – Электрон. дан. (177 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 96 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бита) ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802751 от 22.12.2008).

82. Шниперов, А. Н. Унифицированная система компьютерной проверки знаний тестированием UniTest : руководство пользователя / А. Н. Шниперов, Б. М. Бидус. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. – 80 с.

## Перечень наглядных и других пособий, методических указаний и материалов по техническим средствам обучения

83. Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях Презентационные материалы. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : наглядное пособие / И. Е.Суковатая, А. Г. Суковатый. – Электрон. дан. (18 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. –(Информационно-коммуникационные технологии в естественнонаучных исследованиях : УМКД № 1363/991-2008 / рук. творч. коллектива И. Е.Суковатая) . – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 256 Мб оперативной памяти ; 18 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf). – (Номер государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» 0320902488).

84. Интерактивные технические средства обучения: практ. руководство / сост. А. Г. Суковатый, К. Н. Захарьин, А. В. Казанцев, А. В. Сарафанов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 84 с.

85. Суковатый, А. Г. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Презентационные материалы : наглядное пособие / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 178 с. – (Информационно-коммуникационные технологии и в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).

86. Фотобиофизика. Презентационные материалы. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : наглядное пособие / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. – Электрон. дан. (33 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 33 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бита) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802753 от 22.12.2008).

87. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : метод. указания по самостоятельной работе / сост. : А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 16 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*ADDIE Model* – классическая модель процесса проектирования учебных (образовательных) систем, в том числе *E-Learning*-проектов. Модель включает в себя этапы: анализ (*Analysis*), проектирование (*Design*), разработка (*Development*), внедрение (*Implementation*) и оценка (*Evaluation*).

*ADL (Advanced Distributed Learning)*, или продвинутое распределенное обучение, – инициатива Министерства обороны США. Внедряется для обеспечения эффективного взаимодействия между электронными образовательными программами путем разработки общей технической структуры, содержащей контент в форме доступных для повторного использования объектов обучения (см. также *SCORM*).

*Astrophysics Data System (ADS)* – крупнейшая астрономическая электронная библиотека, <http://adswww.harvard.edu/>.

*CAI (Computer-Assisted Instruction)*, или обучение с применением компьютера, – использование компьютера как посредника в процессе обучения для консультаций, тренировок и практических занятий, моделирования и игр. Обычно не требует подключения компьютера к сети или любых ресурсов вне курса.

*CBE (Computer-Based Education)*, или обучение с применением компьютера, – общее понятие, означающее получение знаний и навыков с применением компьютерных программ.

*CMI (Computer-Managed Instruction, CMI)*, или обучение под управлением компьютера, – использование компьютерных технологий для наблюдения за учебным процессом, включая тестирование и сохранение записей. К *CMI* относят компоненты электронного обучения, обеспечивающие оценку знаний, отслеживание студентов и ведение персонализированных планов обучения.

*CMS (Content Management System)*, или система управления контентом, – централизованное приложение или набор приложений, которые облегчают и упрощают процесс планирования, тестирования, утверждения и размещения контента. Система управления контентом позволяет менеджеру по контенту или автору курса управлять созданием, модификацией и удалением контента с сайта. Также *CMS* используются для хранения и последующего поиска больших объемов данных, индексируя текст, аудиоматериалы, картинки в базе данных контента.

*CoD (Content on demand)*, или контент по запросу, – доставка контента в медиаформате в любое время и в любое место через сеть.

*CSLR (Computer Supported Learning Resources)*, или образовательные ресурсы, поддерживаемые компьютером, – часть *E-Learning*-решения, включающая словари, доски объявлений, чаты, библиографию, базы данных и т. п.

*Cyberinfrastructure (CI)* – киберинфраструктура – это всесторонняя инфра-

структура, объединяющая в себе аппаратные средства для вычислений, данные и сети, цифровые датчики, обсерватории и экспериментальные средства, взаимодействующий набор программного обеспечения и услуг микропрограммных средств и инструментов.

*Data Acquisition* – сбор данных.

*DataSocket* – технология *National Instruments*, которая упрощает передачу данных между компьютерами и приложениями, совершенствует средства автоматизации физических измерений.

*DataSocket* – технология, основанная на промышленном стандарте *TCP/IP*.

*e-book* – см. *электронная книга*.

*ECMA (European Association for Standardizing Information & Computer Systems)* – Европейская ассоциация по стандартизации информационных и вычислительных систем (Женева, Швейцария), *web-site: <http://www.ecma.ch>*.

*E-Learning* – см. *электронное обучение*.

*e-mail* – электронная почта.

*Entrez (the Entrez cross-database search page)* – поисковая система Национального центра по биотехнологической информации, *<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/gquery>*

*e-education* – см. *электронное обучение*.

*F2F (Face-to-Face)*, или «лицом к лицу», – термин для определения традиционных занятий в аудитории.

*Flash* – см. *Флеш*.

*GenBank* – генетический банк данных.

*GNARE* – автоматизированная научная сеть, которая выполняет так называемые предкомпьютерные анализы для каждой последовательности, нахождение похожих фрагментов в белках (*BLAST*), доменов в белковых семействах (*BLOCKS*) и структурные характеристики.

*Grid* – грид (англ. – «решетка», «сеть») – согласованная, открытая и стандартизованная компьютерная среда, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное разделение вычислительных ресурсов и ресурсов хранения информации, которые являются частью этой среды, в рамках одной виртуальной организации.

*Haemophilus influenzae*, или Палочка Пфейфера, – граммотрицательная неподвижная палочковидная бактерия семейства *Pasteurellaceae*. Первоначально описана в 1892 г. немецким бактериологом Рихардом Пфейфером (1858–1945) как возбудитель инфлюэнцы (гриппа). Первый свободноживущий организм, чей геном был полностью отсеквенирован.

*HRD (Human Resource Development)*, или развитие человеческих ресурсов, – действия по организации обучения (повышение квалификации, переподготовка и т. п.), предпринимаемые компанией для повышения производительности труда работников и их профессионального роста.

*Html* – один из возможных способов реализации фреймовой структуры документа. Организация фреймовой структуры документа позволяет реализовывать подавляющее большинство средств создания электронных доку-

ментов.

*ICT (Information-Communication Tools)*, или информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), – информационные системы для обмена сообщениями в процессе обучения (например, СДО).

*IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)*, или Институт инженеров электротехники и электроники, – организация, в рамках которой функционирует Комитет технологических стандартов обучения (*Learning Technology Standards Committee*), разрабатывающий технические стандарты, рекомендуемые практические применения и руководящие инструкции по внедрению информационных технологий в образовательные и обучающие системы.

*IETF (Internet Engineering Task Force)*, <http://www.ietf.org>, – целевая группа инженерной поддержки Интернет.

*ILS (Integrated Learning System)*, или интегрированная система обучения, – совокупность программного, технического обеспечения и сетевых средств, используемых для обучения. В дополнение к обеспечению проводимых курсов и занятий *ILS* включает в себя несколько побочных инструментов для управления курсом и сбора статистической информации.

*ILT (Instructor-Led Training)*, или занятия с преподавателем, – традиционные занятия в аудитории «лицом к лицу» либо запланированные занятия группы с преподавателем в режиме реального времени.

*IMS (Instructional Management System) Global Learning Consortium*, или Всемирный образовательный консорциум образовательных систем управления, – международный некоммерческий консорциум, основанный в 1997 г. и финансируемый 110 организациями-участниками. Миссия консорциума – продвижение технологий *E-Learning* через разработку открытых спецификаций. Спецификации разрабатываются экспертами организаций-участников, после чего утверждаются техническим комитетом и становятся доступными общественности на безвозмездной основе. Также не предполагается вознаграждение за использование спецификаций в коммерческих продуктах. Большинство спецификаций описывает обмен данными внутри образовательных систем, поэтому имеет привязку в виде элементов языка *XML (extensible Markup Language)*, что позволяет немедленно использовать их при создании программных инструментов *E-Learning*. Среди приоритетных сфер интересов *IMS* такие области, как контент (учебные материалы в электронном виде), описание процесса обучения, информация об участниках процесса обучения, архитектура и компоненты систем обучения. В настоящий момент консорциумом выпущено 14 спецификаций, еще 4 находятся в стадии разработки.

*INES* – система обработки и распространения данных архива, содержащего более 110000 спектров для ~9600 объектов, полученных за время выполнения миссии *IUE*, <http://sdc.laeff.inta.es/ines/>.

*Interactive Learning Network* – оценивание обучения, создание базы данных успеваемости, интерактивное ассистирование, дискуссии в реальном времени, групповое дистанционное обучение.

*International Virtual Observatory Alliance* – Альянс Международной виртуальных лабораторий, <http://ivoa.net/pub/members/>.

*ISOC* – сообщество Интернет образовано в 1992 г., занимается контролем разработки сетевых стандартов и протоколов, *web-site*: <http://www.isoc.org>.

*KIDLINK* – организация совместного обучения, в рамках которой более 50 000 учеников школ из 77 стран со всех континентов принимают участие в глобальных проектах и форумах, <http://www.kidlink.org>.

*KMS (Knowledge Management System)*, или система управления знаниями, – приложение, обеспечивающее интегрированный подход к созданию, сбору, организации, доступу и использованию информационных ресурсов организации.

*LCMS (Learning Content Management System)*, или система управления обучением и контентом, – система для создания, хранения, поиска, компоновки и доставки персонализированного *E-Learning* – контента в форме объектов обучения. Совмещает в себе функциональность *CMS* и *LMS*.

*LLL (Long-Life Learning)*, или обучение на протяжении всей жизни, – следование концепции, согласно которой человек должен всю жизнь приобретать новые знания, так как любые знания устаревают.

*LMS (Learning Management System)*, или система управления обучением, – программа или комплекс программ, который автоматизирует управление образовательными событиями. Все *LMS* могут управлять регистрацией и входом в систему пользователей, каталогами курса, записывать данные от обучаемых и предоставлять отчеты руководителям. Может включать такие функции, как разработка курсов, управление знаниями, персонализация, чат, конференции. Синоним – СДО (система дистанционного обучения).

*Lotus Learning Space 5* – система дистанционного обучения, предназначенная для проведения занятий как самостоятельных, так и под управлением преподавателя и основанная на технологиях *web*.

*LSP (Learning Service Provider)*, или провайдер образовательных услуг, – компания, обеспечивающая доступ к установленным на ее серверах *E-Learning*-программам и контенту.

*Middleware* – промежуточное программное обеспечение, которое соединяет два или более разделенных приложения через Интернет или локальную сеть. Этот термин относится к развивающемуся уровню служб, находящихся между сетью и более традиционными приложениями, которые управляют безопасностью, доступом и информационным обменом. В контексте *OSG* рассматриваются два уровня промежуточного программного обеспечения: *Grid middleware* (например, *VDT*, *Grid3-gridmap* и т. д.) и прикладное промежуточное программное обеспечение, ориентированное на конкретную виртуальную организацию.

*National Center for Biotechnology Information (NCBI)* – Национальный центр по биотехнологической информации – отдел в Национальной медицинской лаборатории (*National Library of Medicine (NLM)*) Национального института здоровья США (*US National Institutes of Health (NIH)*).

*National Library of Medicine (NLM)* – Национальная медицинская лабо-

ратория США Национального института здоровья США (*US National Institutes of Health (NIH)*).

*Open Science* – национальная информационная инфраструктура распределенных ресурсов США.

*Open Science Grid* – открытый Грид для научных исследований – это инфраструктура грид-компьютинга США, обеспечивающая свободное сотрудничество ученых, программистов и поставщиков компьютерных ресурсов.

*PlanetLab* – испытательная научная модель, коллекция несколько тысяч персональных компьютеров в университетах и исследовательских лабораториях по всему миру, каждый из которых имеет стандартную конфигурацию и стандартное программное обеспечение.

«*Plug-and-play*» – это принцип и спецификация быстрого подключения к компьютеру дополнительного оборудования и самоконфигурирования системы, поддерживаемой современными BIOS, ОС и аппаратными средствами.

*Portable document format (pdf, Adobe pdf)* – формат представления электронных документов, разработанный корпорацией *Adobe Systems* для создания, чтения и обмена без привязки к исходной среде, оболочке или операционной системе, в которых документы были разработаны.

*Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка) – грамотрицательная подвижная (монотрих) палочковидная бактерия. Обитает в воде и почве, условно патогенна для человека, возбудитель нозокомиальных инфекций у человека.

*Research Councils at the Office of Science and Technology (OST)* – Исследовательский совет Управления науки и технологии Великобритании.

*SCORM (Sharable Content Object Reference Model)*, или эталонная модель разделяемого объекта контента, – набор спецификаций, при применении которых к контенту курса возможно получение небольших пригодных к повторному использованию объектов обучения. С позиций этой модели объектом контента может быть любая информация, надлежащим образом оформленная, т. е. объектом может быть абзац параграфа, сам параграф, рисунок, аудио- или видеофрагмент, лекция, курс, профессиональная образовательная программа высшего образования. Если любой из перечисленных объектов построен по правилам формирования, изложенным в *SCORM*, то реализуется возможность агрегирования контента из отдельных объектов.

*Site* – сайт – это используемое для администрирования логическое имя, обозначающее конкретный, стабильный, уникально идентифицируемый и тестируемый набор служб, поставщиков и ресурсов. Удобство – это совокупность сайтов, относящихся к одной административной области. На сайте можно воспользоваться компьютерными услугами, службами постоянного хранения или тем и другим. Сайт, предлагающий компьютерные услуги, идентифицируется посредством единой службы привратника (по имени хоста и номеру порта) и единой службы *gsiftp* (по имени хоста и номеру порта). Сайты удобства могут совместно использовать отдельные службы этого удобства.

*SourceForge*, <http://sourceforge.net/>, – система совместной разработки компьютерных программ. Программное обеспечение *SourceForge* разрабатывается и продается компанией *SourceForge, Inc.*

*STS (Student Tracking System)*, или система слежения за обучаемыми, – система, автоматически отслеживающая детализированную статистику по курсу, результаты оценки знаний, а также активность обучаемых. Может быть отдельным приложением или частью пакета *LMS* или *LCMS*.

*TBL (Technology-Based Learning)*, или технологичное обучение, – электронное обучение, использующее для доставки контента современные технологии – интернет-локальные сети, интерактивное телевидение и т. п.

*TeraGrid* – национальная информационная инфраструктура распределенных ресурсов США.

*The Интернет Classroom Assistant* – проведение обучающих конференций, совместное использование информационных ресурсов и связей в различных учебных средах.

*The Learning Manager (TLM)* – построение карт учебных курсов, хранение мультимедийных учебных ресурсов, тестирование и оценивание студентов.

*The National Science Foundation’s Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)*, <http://it.nees.org/>, – национальное научное сообщество, дающее возможность доступа к специализированным инструментам, данным и программам моделирования для инженерии землетрясений.

*US National Institutes of Health (NIH)* – Национальный институт здоровья США, <http://www.nih.gov/>.

*Virtual Observatory* – Виртуальная обсерватория, <http://www.worldwidetelescope.org/>, – всемирная организация, предоставляющая через Интернет все астрономические данные и необходимые литературные источники каждому в любое время в любом месте в любой форме.

*Virtual Organization (VO)* – виртуальная организация. В контексте проекта *Globus* виртуальная организация определяется как динамичное объединение пользователей, ресурсов и служб. *VO* участвует в контрактах между поставщиками ресурсов и виртуальными организациями, которыми регулируются использование ресурсов и технические политики. Какая-нибудь группа пользователей и служб, входящих в состав *VO*, может образовать *sub-VO*, которая действует на основе контрактов вышестоящей *VO*,

<http://computing.fnal.gov/docs/products/vomrs/>.

*VizieR* – наиболее полная база данных астрономических каталогов и таблиц данных. В настоящее время содержит около 3500 каталогов, также включает в себя каталоги, доступные по *FTP*, и словарь обозначений небесных объектов, <http://vizier.u-strasbg.fr/>.

*WBT (Web-Based Training)*, или обучение через сеть, – электронное обучение, использующее в качестве средства доставки контента Web-браузер.

*Web* – глобальная сеть Интернет.

*WebCT* – построение карт обучающих курсов, совместное использование информационных ресурсов, проведение конференций, тестирование и т. д.

*Web-браузинг* – получение данных из *Web*.

*Web-сервисы* – это распределенные вычислительные технологии, поэтому *IT-индустрия* организует свое функционирование таким образом, что

бы стать строительными блоками для взаимодействующих распределенных ИТ-систем.

*World Wide Web (WWW)* – глобальная сеть Интернет, «всемирная паутина», глобальная гипертекстовая система, использующая Интернет в качестве транспортного средства.

*WorldWide Telescope (WWT)* – единый прикладной портал, который смешивает терабайты изображений, информации и историй из многочисленных источников через Интернет в богатый медиаопыт.

*Outsourcing* – аутсорсинг – передача стороннему подрядчику некоторых бизнес-функций или частей бизнес-процесса предприятия с целью повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции преимущественно за счет более дешевой рабочей силы у подрядчика.

*Avatar (аватар) (Avatar)* – в сетевых объединениях это небольшой рисунок, представляющий человека.

Автоматизированный лабораторный практикум (АЛП) – комплекс программно-аппаратных и методических средств, обеспечивающих выполнение лабораторных работ на базе ПВМ с применением лабораторных установок и образцов, специальным способом сопряженных с ПВМ.

Авторизация (*Authorization*) – процесс получения доступа к электронному ресурсу или приложению (например, LMS, СДО) путем ввода данных (например, логин, пароль).

Авторская система (*Authoring system or Authoring tool*), или средство разработки электронных курсов, – приложение или комплекс приложений для разработки гипертекстовых или мультимедийных программных курсов. Позволяет создавать конечное приложение простым объединением объектов, таких как текст, иллюстрации, видеофрагменты и т. п.

Адаптивное обучение (*Adaptive learning*) – дидактический подход к организации процесса обучения, при котором направление дальнейшего обучения (график и интенсивность) определяется по результатам завершения предыдущих курсов (тем, тестов). Это способ организации учебного процесса с учетом индивидуального уровня подготовки учащегося до начала обучения или в процессе обучения.

Администратор (*Administrator*) – сотрудник, обладающий самым широким набором прав для настройки и управления информационными ресурсами.

Активный студент (*Active student*) – подход к обучению, когда основная роль в процессе отведена студенту.

Анимация (*Animation*) – способ организации графической информации, позволяющий отображать динамические процессы.

Анимация контролируемая (*Controlled animation*) – способ организации графической информации, позволяющий пользователю в режиме реального времени направлять и изменять отображаемый динамический процесс.

Анонимное общение (*Anonymous communication*) – процесс обмена сообщениями без указания автора.

Архив сообщений (*Communication archive*) – все предыдущие сообщения чата или форума, собранные для последующего просмотра (по необходи-

мости) с возможностью отслеживать ход общения между участниками.

Архитектура учебного курса (*Learning course architecture*) – последовательность и структура всех элементов курса, построенных таким образом, чтобы студент мог получить все необходимые навыки и знания.

Асинхронные коммуникации (*Asynchronous communication*) – средства общения, позволяющие обмениваться информацией с задержкой по времени (форум, электронная почта).

Аудиоконференция (*Audio conference*) – процесс обмена сообщениями в виде цифровых звукозаписей.

База данных – объективная форма представления и организации совокупности данных (статей, расчетов и т. д.), систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью электронной вычислительной машины.

База знаний (*Knowledge base*) – 1) специализированная база данных для хранения компонентов интеллектуальной собственности; 2) массив информационных сообщений, организованный специальным образом (в виде гипертекстовой структуры с описанием метаданных) и позволяющий ускорить поиск необходимой информации.

*Бизнес-требования (Business requirements)* – условия, которым должно соответствовать *e-learning*-решение с точки зрения потребностей заинтересованных участников, таких как разработчики контента, эксперты, учащиеся, менеджеры и администраторы обучения.

*Блокировка (Blocking)* – ограничение или приостановка прав пользователя (студента) на определенные информационные обучающие ресурсы (доступ, участие в форумах и чатах, просмотр файлов и проч.).

*Бозон Хиггса* – элементарная частица, квант поля Хиггса, с необходимостью возникающий в стандартной модели вследствие хиггсовского механизма спонтанного нарушения электрослабой симметрии. По построению хиггсовский бозон является скалярной частицей, то есть обладает нулевым спином. Постулирован Питером Хиггсом в 1960 г. (по другим данным, в 1964 г. ), в рамках стандартной модели отвечает за массу элементарных частиц. При минимальной реализации хиггсовского механизма должен возникнуть один нейтральный хиггсовский бозон; в расширенных моделях спонтанного нарушения симметрии могут возникнуть несколько хиггсовских бозонов различной массы, в том числе и заряженные.

Браузер (*Browser*) – специальное ПО для просмотра информационных ресурсов в Интернете.

Web-технологии (*Web technologies*) – подмножество интернет-технологий, упрощающих доступ к мультимедиаинформации.

Ветвление (*Branching*) – структура обучения, которая подает обучаемому материал по пути, зависящему от его ответов на контрольные вопросы.

Видеоконференция (*Video conference*) – процесс обмена сообщениями в виде цифровых видеозаписей или потокового видео.

Виртуальная доска (*Whiteboard*) – виртуальный аналог доски для обмена записями между преподавателем и обучаемыми, а также для иллюстрирова-

ния предлагаемого материала.

Виртуальная классная комната (*Virtual class room*) – набор всех возможных инструментов общения, собранный в единый ресурс на сайте курса.

Виртуальный лабораторный практикум (ВЛП) – комплекс программных и методических средств, обеспечивающих выполнение лабораторных работ, проводимых с применением комплекса математических моделей, формируемых и исследуемых с помощью моделирующих программ.

Внешние информационные ресурсы (*External information resources*) – информационные ресурсы, дополняющие контент курса (ресурсы сети Интернет, книги, журналы и т. д.).

Вспомогательные инструменты (*Facilitative tools*) – электронные средства доставки *on-line*-курсов. Включают листы рассылки, чаты, потоковое аудио и видео, *web*-страницы.

Гипертекст (*Hypertext*) – принцип организации информационных массивов, при котором отдельные информационные элементы связаны между собой ассоциативными отношениями, обеспечивающими быстрый поиск необходимой информации и/или просмотр взаимосвязанных данных.

Групповое задание (проект) (*Group project*) – задание для небольшой группы студентов (до 5 человек), нацеленное на развитие у них навыков работы в команде, когда за каждым членом группы закрепляется определенная роль и функции в проекте.

Данные (*Data*) – форма представления сведений, пригодная для постоянного хранения, передачи и автоматизированной обработки.

Дидактические подходы (*Didactic approaches*) – принципы и способы обучения, преподавания.

Дизайн (*Design*) – способ представления (описания, демонстрации) учебного материала.

Дистанционное образование (*Distance education*) – образовательный процесс, при котором преподаватель и обучаемый разделены временем, расстоянием или и тем, и другим.

Дистанционное обучение (*Distance learning*) – в современном понимании способ организации учебного процесса с использованием образовательной среды, основанный на современных информационных и телекоммуникационных технологиях, позволяющих осуществлять обучение на расстоянии без непосредственного контакта между преподавателем и учащимся.

Доклад (*Report*) – письменная работа или/и устное выступление студента (группы) с описанием результатов изучения дополнительных материалов и источников на заданную преподавателем тему с целью обсуждения новых фактов, идей и подходов.

Доставка (*Delivery*) – любой метод передачи контента к обучаемым.

Доступ к обучающим материалам (*Learning materials access*) – право пользователя (студента) открывать, просматривать и копировать обучающие ресурсы (файлы, текст и т. д.).

Закон Мура – эмпирическое наблюдение, сделанное в 1965 г. : число транзисторов на кристалле будет удваиваться каждые 24 месяца, или мощ-

ность вычислительных устройств экспоненциально возрастет на протяжении относительно короткого промежутка времени.

Заочное образование (*Instruction by correspondence*) – форма подготовки специалистов высшей и средней квалификации без отрыва от трудовой деятельности с самостоятельным изучением учебных материалов.

Зачет (*Test*) – форма проверки выполнения студентами вузов и учащимися средних специальных учебных заведений лабораторных и расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ), а также знаний и навыков, полученных на практических и семинарских занятиях, в процессе учебной и производственной практики.

Знак охраны авторского права © – знак, проставляемый для оповещения третьих лиц о том, что произведение охраняется авторским правом.

Знания (*Knowledge*) – совокупность представлений и понятий человека о предметах, явлениях и законах действительности, формируемых в результате целенаправленного педагогического процесса, самообразования и жизненного опыта.

Индивидуализация курса (*Course individualization*) – процесс подготовки учебных материалов курса с учетом индивидуальных особенностей конкретного студента.

Инструменты (подсистемы) СДО (*IMS modules*) – средства общения, системы тестирования, библиотеки, обмен файлами, встроенная электронная почта и проч.

Интеллектуальная собственность (*Knowledge asset*) – любые знания, которыми обладает организация в целом или ее сотрудники. Может храниться в разных форматах, включая популярные форматы для хранения контента.

Интерактивные (компьютерные) технологии, технологии дистанционного обучения – использование в образовательном процессе учебно-методических материалов, таких как, например, видеоконференции, электронная почта и т. д.).

Интерактивные учебные курсы (*Interactive learning course*) – курсы, построенные с использованием коммуникационных средств СДО.

Интернет-обучение (*Интернет-based training*) – процесс обучения, использующий технологии, основанные на протоколах *TCP/IP* (электронная почта, новостные группы и т. п.).

Интернет-технологии (*Интернет technologies*) – множество способов, методов, правил и протоколов для передачи данных по Интернету.

Инфраструктура (*Infrastructure*) – механизм, лежащий в основе системы. В электронном обучении включает в себя способы доставки и обработки медиаданных.

Календарный план (расписание) (*time-table*) – подсистема *LMS* для организации графика занятий студентов.

Качество учебных материалов (*Learning materials quality*) – степень соответствия учебных материалов государственным и университетским стандартам и требованиям учащихся и работодателей.

Кейсовая (портфельная) технология (кейс-технология) – специальный

набор («кейс», «портфель», «комплект») учебно-методических материалов, четко структурированных и соответствующим образом скомплектованных. Эти материалы пересылаются (передаются) учащемуся для самостоятельного изучения.

Кластер (в информационных технологиях) – группа серверов (программных или аппаратных), объединенных логически, способных обрабатывать идентичные запросы и использующихся как единый ресурс. Чаще всего серверы группируются посредством локальной сети.

Коллаборационная технология (*Collaboration technology*), или технология совместной работы, – программное обеспечение, платформы и службы, которые предоставляют возможность людям в различных местах связываться и работать вместе в безопасной автономной среде. Может включать возможности для управления документами, разделения приложений, разработки презентаций, реализации «белой доски» и чата.

Коллаборационное обучение (*Collaborative learning*), или совместное обучение, – обучение с обменом информацией и мнениями среди группы, члены которой территориально разделены.

Коллаборационные инструменты (*Collaborative tools*), или инструменты для совместной работы, – инструменты, позволяющие обучаемым работать и общаться друг с другом через электронную почту, Web-конференции или чат. В некоторых случаях используются для проектов, работа над которыми ведется командно. Возможно общение в реальном времени, эмуляция классной комнаты.

Коллаборационный браузеринг (*Collaborative browsing*), или совместный серфинг, – технология, позволяющая преподавателю сопровождать обучаемых по различным сайтам. Совместный серфинг в более узком понимании – одновременное пребывание группы людей на одном сайте.

Контент (*Content*) – 1) интеллектуальная собственность, состоящая из знаний для передачи обучаемым. Состоит из структуры курса, текстовых модулей и мультимедиафайлов. Самая важная часть курса электронного обучения; 2) содержание курса, т. е. все учебные материалы, пособия, документы, задания, тесты и контрольные мероприятия.

Контент многократного использования (*RLO, Reusable Learning Content*) – контент курса, раздробленный на небольшие тематически завершённые объекты таким образом, что каждый из этих элементов может быть использован в другом курсе.

Контента формирования (*Content gathering*) – процесс сбора всей информации, необходимой для данного курса. Разработчик имеет дело с экспертами по областям во время этого процесса, отсеивая ненужные и избыточные данные.

Контента элемента (*Content item*) – информация, хранимая в базе данных и используемая для связи навыков обучаемого и приобретенных им знаний. Состоит из данных любого формата, таких как текст, графика, анимация, видео, аудио или *html*.

Контрольная работа (*Test*) – форма контроля результатов обучения

студентов в письменной форме, когда студент должен выполнить ряд заданий за ограниченное время.

Корпоративное электронное обучение (*Enterprise-wide E-Learning*) – электронное обучение, предназначенное для всех или большинства сотрудников компании.

Коррективное обучение (*Remediation*) – обучение с выставлением индивидуальных целей для каждого из обучаемых в зависимости от их знаний и навыков.

Курс (*Course*) – план мероприятий и информация, объединенные в электронном или печатном формате и созданные для того, чтобы помочь учащемуся развить навыки или получить знания по определенной теме.

Лабораторная работа (*Lab*) – реальное или виртуальное практическое занятие, вырабатывающее у обучаемых определенные навыки.

Лекция (*Lectio*) – систематическое, последовательное изложение учебного материала, какого-либо вопроса, темы, раздела, предмета, методов науки.

Логические ударения – психолого-аппаратные приемы, направленные на привлечение внимания пользователя к определенному объекту.

Маршрут обучения (*Learning path*) – определенная обучаемым или преподавателем последовательность прохождения объектов обучения.

Мгновенный доступ (*Just-in-time*) – возможность получения доступа к информации в тот момент, когда она нужна.

Ментор (*Mentor*) – более опытный человек, способный направлять и поддерживать группу на протяжении освоения курса.

Меню (*Menu*) – список функций и ссылок, доступных пользователю.

Метаданные (*Metadata*) – информация, описывающая контент. Хранится в отдельной базе данных или в *XML*-файлах и может быть считана системами *LMS* и *LCMS*.

Микс-медиа (*Mixed-media*) – совмещение различных способов доставки информации в рамках одного курса (книги, компьютерные программы, аудиозаписи на кассетах и дисках и т. п.). Не следует путать с мультимедиаинтеграцией нескольких средств информации в одном продукте.

Многопользовательский домен (*MUD, Multi-User Dimension, Multi-User Domain*) – симулируемый виртуальный мир, в котором пользователи взаимодействуют друг с другом.

Мобильное обучение (*Mobile Learning, m-learn'ng*) – обучение с использованием беспроводных компактных устройств, таких как мобильные телефоны, КПК или ноутбуки.

Модульное обучение (*Modular*) – электронное обучение, состоящее из стандартизированных частей, которые могут быть отделены друг от друга и реорганизованы или использованы повторно.

Мультимедиа (*Multimedia*) – многоканальный способ представления информации (текст, графика, анимация, аудио, видео).

Мягкие навыки (*Soft skills*) – деловые навыки, не связанные с использованием техники и информационных технологий (например, комму-

никационные, представительские, лидерские, навыки продаж и т. п.).

Навигация (*Navigation*) – набор инструментов и индикаторов СДО для упрощения процесса изучения учебных материалов.

Необходимое условие (*Prerequisite*) – этап процесса или основное требование, которое должно быть выполнено прежде перехода к следующему этапу.

Образовательное решение (*Learning solution*) – любая комбинация технологий и методологий, используемая для организации образования.

Образовательные платформы (*Learning platforms*) – объединенные в одном месте (например, на сайте) технологии, позволяющие пользователям отправлять и получать информацию по специализированной тематике.

Образовательный портал (*Learning portal*) – любой сайт, предлагающий посетителям консолидированный доступ к образовательным ресурсам из разных источников.

Обратная связь (*Feedback*) – общение между преподавателем и обучаемым.

Обучающее руководство (*Instructor guide*) – набор материалов, задающих направление обучения, ответы к контрольным работам и тестам, полезные советы или любую дополнительную информацию.

Объект обучения (*Learning object*) – пригодная для повторного использования ограниченная подборка информации, используемая для модульного построения контента.

*On-line* -занятие (*On-line seminar*) – вид учебного занятия, когда все участники (студенты и преподаватель) взаимодействуют друг с другом посредством обмена информацией через Интернет. Включает в себя *on-line*-обсуждения, выполнение индивидуальных и групповых заданий, сдачу тестов.

*On-line* -обучение (*On-line learning*) – способ организации процесса самостоятельного изучения учебных материалов и получения сертификатов с использованием образовательной среды, основанной на Интернет-технологиях.

Опрос (*Questioning*) – метод сбора первичной информации, применяемый в социальных исследованиях. Цель – получение информации об объективных и/или субъективных фактах со слов опрашиваемого (мнения, настроения и т. п.).

Открытые стандарты (*Open standards*) – спецификации, принятые общепризнанными организациями по стандартизации и распространенные как стандарт «де-факто» в индустрии. Существуют стандарты для языков программирования, операционных систем, форматов данных, протоколов связи и физических интерфейсов. Важность стандартов для электронного обучения состоит в том, что, сделав выбор в пользу платформы, соответствующей открытым стандартам, можно в дальнейшем безболезненно перемещать контент как с этой платформы, так и на нее. Наиболее известные стандарты, имеющие отношение к *E-Learning*, – это *IEEE*, *IMS*, *IS5S* и т. д.

Оценка (*Evaluation*) – любой метод, используемый для сбора информации о воздействии или эффективности обучения. Подобные измерения

результата обучения используются для усовершенствования предлагаемого учебного продукта, определения факта достижения поставленных учебных целей либо определения того, какую выгоду принес учебный проект компании.

Оценка потребностей (*Needs assessment*) – формальный процесс выявления расхождений между текущим уровнем учащихся и требуемым для компании уровнем квалификации сотрудников или процесс определения необходимости обучения в организации.

Оценочный вопрос (*Assessment item*) – конкретный вопрос или измеримый показатель, используемый для определения того, насколько обучаемый справился с поставленной задачей.

Очное образование (*Traditional learning*) – форма подготовки специалистов высшей и средней квалификации с отрывом от трудовой деятельности и изучением учебных материалов под руководством преподавателя.

Параллельные вычислительные системы – это физические компьютерные, а также программные системы, реализующие тем или иным способом параллельную обработку данных на многих вычислительных узлах.

Пассивные технологии дистанционного обучения – использование в образовательном процессе учебно-методических материалов в печатном виде, на аудио- и видеоносителях или *CD-ROM* и т. д.

Переназначение (*Repurpose*) – модификация контента для использования с другим способом доставки в другом формате.

План обучения (*Learning plan*) – детализированное описание деятельности обучаемого.

ПО коллективного пользования (*Groupware*) – класс программного обеспечения, позволяющего группам пользователей, подключенных к сети, организовывать совместную работу: например, *Microsoft Outlook*, *Lotus Notes*.

ПО обучающего курса (*Courseware*) – программа, спроектированная для использования в аудитории или дистанционно, содержащая образовательный материал, программное обеспечение или аудиовизуальные материалы.

Портал (*Portal*) – сайт, содержащий необходимое количество универсальных информационных ресурсов. Используется в качестве точки входа в Интернет.

Пост-тест (*Post-test*) – тест на оценку для проверки знаний студентов по пройденным темам.

Потоковое видео (*Stream video*) – способ организации видеосообщений, позволяющий общаться в реальном времени.

Пре-тест (*Pre-test*) – тест, за который не ставится оценка. Он определяет, насколько студент знаком с новой темой, какие вопросы предыдущей темы требуют пояснения преподавателя или дополнительной практики. Используется для более сфокусированного преподавания.

Провайдер дистанционного обучения – это учебное заведение, предлагающее пройти обучение и получить образование средствами дистанционного обучения.

Программа для ЭВМ – объективная форма представления совокупности данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств с целью получения определенного результата, включая подготовительные материалы, полученные в ходе разработки программы для ЭВМ и порождаемые ею аудиовизуальные отображения.

Проектировщик (*Designer*) – любой член команды обучающего (учебного) проекта. Обычно этот термин относится к таким разработчикам, как писатели (авторы), художники и программисты.

Разработчик (*Developer*) – член команды обучающего (учебного) проекта, участвующий непосредственно в разработке, либо вся команда разработки проекта в целом.

Распределенная база данных (*distributed database*) – набор логически связанных баз данных, находящихся на разных сетевых компьютерах, которые выглядят для пользователя как одна.

Распределенное приложение (*distributed application*) – программа, предназначенная для исполнения на нескольких взаимосвязанных компьютерах и обычно разделенная на клиентское, сервисное и хранящее звенья.

Распределенные вычисления (*distributed computing*) – вычисления, выполнение которых для повышения производительности распределяется по разным узлам вычислительной компьютерной сети или через (*distributed processing*) – компьютерную систему, в которой обработка выполняется несколькими компьютерами, подсоединенными к локальной или телекоммуникационной сети.

Распределенные вычисления (*distributed computing, grid computing*) – способ решения трудоемких вычислительных задач с использованием двух и более компьютеров, объединенных в сеть.

Расширяемость (*Extensibility*) – способность развития и адаптации *E-Learning*-приложений путем добавления новых функций, компонентов или сервисов к базовому набору возможностей.

Регистрация (*Registration*) – процесс ввода данных о пользователе для получения права доступа (логин, пароль) к ресурсам СДО.

Самооценка (*Self-assessment*) – процесс самостоятельного определения учащимся своего уровня знаний и/или навыков.

Самопроверка (*Self test*) – подсистема СДО для самостоятельной проверки (тестирования) знаний студента (без оценки).

Самостоятельное обучение (*Self-paced instruction*) – обучение, при котором обучаемый может сам выбирать скорость движения по курсу.

СДО (система дистанционного обучения) – см. *LMS*.

Сегмент (*Chunk*) – выделенная часть контента, часто состоящая из нескольких объектов обучения, сгруппированных в одно целое. Обычно в один сегмент объединяется информация, достаточная для изучения одной темы.

Сегментирование (*Chunking*) – процесс разделения материалов для обучения на небольшие порции (сегменты) для улучшения усвояемости материала.

Секвенирование (*sequence analysis*) – определение последовательности нуклеотидов в нуклеиновых кислотах и аминокислот в белках.

Секция (*Section*) – часть контента курса, связанная с одной темой. Несколько секций обычно объединяются в урок.

Семинар (*Seminar*) – один из основных видов учебных практических занятий, состоящий в обсуждении учащимися сообщений, докладов, рефератов, выполненных ими по результатам учебных исследований под руководством преподавателей.

Сервер (*Server*) – программно-технический комплекс (компьютер), предназначенный для обеспечения функционирования обучающих приложений.

Сертификат (*Certificate*) – информационное сообщение (запись), подтверждающее успешное завершение изучения курса.

Симуляция (*Simulations*), или имитационное моделирование, – интерактивные мультимедиапрезентации, позволяющие обучаемому моделировать развитие событий и практиковаться в безрисковой среде.

Синхронное обучение (*Synchronous learning*) – процесс обучения в реальном времени с возможностью связи преподавателя и обучаемого.

Синхронные коммуникации (*Synchronous communication*) – средства общения, позволяющие общаться в режиме реального времени (чат, *ICQ*, видео-/аудиоконференции).

Система *GNARE (GeNome Analysis and Research Environment)* – автоматизированная научная сеть, которая выполняет так называемые предкомпьютерные анализы для каждой последовательности, нахождение похожих фрагментов в белках (*BLAST*), доменов в белковых семействах (*BLOCKS*) и структурные характеристики.

Системные требования (*System Requirements*) – технологические условия, которым должно соответствовать *E-Learning*-решение с точки зрения техники. Системные требования определяют операционную систему, язык программирования, систему управления базами данных, техническую конфигурацию и т. п., требуемые для корректной работы программного обеспечения *E-Learning*-проекта.

Сквозное решение (*End-to-end solution*) – маркетинговый термин, используемый разработчиками, чтобы указать на то, что их проекты имеют дело со всеми сторонами электронного обучения.

Скриншот (*Screen shot*) – рисунок, представляющий собой копию экранного изображения.

Слушатель – категория пользователя системы открытого образования, который проходит обучение по отдельным курсам.

Смешанное обучение (*Blended learning*) – способ организации учебного процесса, объединяющий несколько различных методов, форм и способов обучения, в том числе лекции, форумы, самостоятельное изучение и т. д.

Сообщество (*On-line community*), или комьюнити (сетевое сообщество), – место для встреч людей с общими интересами в сети, а также само сообщество этих людей.

Спецификация (*Specification*) – план, инструкция или протокол, принятый или согласованный несколькими организациями.

Среда обучения (*Learning environment*) – реальное или виртуальное

пространство, в котором происходит процесс обучения.

Среда электронного обучения (*E-Learning environment*) – совокупность всех факторов, вовлеченных в процесс обучения. Включает в себя средства связи, центры доступа, контент и т. п.

Стандарт (*Standard*) – спецификация, принятая в качестве модели на уровне организаций по стандартизации *IEEE* или *ISO*, что гарантирует ее качество, надежность и возможности взаимодействия.

Студент – категория пользователей системы открытого образования, которые проходят обучение по строго утвержденным учебным планам и методикам на условиях учебного заведения.

Схема курса (*Course Map*) – диаграмма или другая иллюстрация, показывающая детализированные компоненты курса. Обычно содержит рекомендуемый порядок прохождения курса.

Твердые навыки (*Hard skills*) – навыки работы с техникой и информационными технологиями.

Телевизионная технология (ТВ-технология) – это способ использования телевизионных лекций с консультациями у преподавателей-консультантов (тьюторов) по месту жительства обучаемых по телефону или по сети Интернет.

Территориальный пункт доступа (ТПД) – любая организация, имеющая сертификат ТПД хотя бы одного базового учебного заведения, обеспечивающая пользователям возможность обучения по сетевым технологиям (доступ к Интернету), но не выполняющая никаких образовательных функций.

Тестирование (*Testing*) – система контроля результатов обучения студентов, когда студенту предлагается ответить на ряд тестовых вопросов. Оценка проставляется по сумме набранных баллов за правильные ответы.

Типы тестовых вопросов (*Test questions type*) – варианты представления теста (например, выбрать правильный ответ, расположить в нужной последовательности, заполнить пропуски и т. д.).

Тьютор – преподаватель-консультант, сертифицированный учебным заведением на право ведения учебного процесса в образовательно-информационной среде.

Тьюториал (*Tutorial*) – учебное пособие, содержащее введение в элемент контента, информацию для проверки понимания и логический переход к следующей части.

Удаленный доступ (*Remote access*) – право использовать обучающие ресурсы посредством телекоммуникаций.

Устройство автоматики – электрические или электромеханические ключи, привода (двигатели), необходимые для изменения параметров и конфигурации лабораторной установки (прибора).

Устройство согласования – устройство, предназначенное для приведения динамического диапазона входных/выходных сигналов лабораторной установки к динамическому диапазону устройства ввода/вывода.

Устройство управления – устройство, обеспечивающее автоматизированное (через ПЭВМ-измеритель) управление устройствами автоматики

и, соответственно, лабораторной установкой.

Учебный курс (*Learning course*) – предмет или дисциплина (группа предметов или дисциплин), состоящие из нескольких учебных тем (разделов), подлежащих изучению в соответствии с учебной программой вуза по конкретной специальности.

Учебный материал (*Learning material*) – информация, подлежащая усвоению в соответствии с программой обучения.

Учебный план (*Curriculum*) – серия взаимосвязанных курсов.

Учебный процесс (*Learning process*) – учебно-воспитательная деятельность, направленная на достижение целей обучения. В основе – органическое единство и взаимосвязь преподавания и изучения.

Фальстартер (*False-starter*) – человек, который зарегистрировался, но не закончил курс электронного обучения.

Флеш (*Flash*) – технология векторной анимации, разработанная компанией *Macromedia*, отличающаяся небольшим объемом готовых роликов, интерактивностью работы и совместимостью с любыми Интернет-браузерами.

Формат учебных материалов (*Learning materials format*) – вид, в котором содержится обучающий контент – \*.doc, \*.html \*.ppt, \*.pdf, \*.jpg и проч.

Форум (*Forum*) – инструмент для общения на сайте. Сообщения в форуме в чем-то похожи на почтовые, т. е. каждое из них имеет автора, тему и содержание. Но для чтобы отправить сообщение в форум, не нужна никакая дополнительная программа – следует просто заполнить соответствующую форму на сайте.

Франчайзер – это фирма, имеющая широко известную торговую марку и высокий имидж на потребительском рынке и выдающая на определенный срок и на определенных условиях франшизу (исключительное право) другой фирме на компенсационной основе.

Франшиза – комплекс исключительных прав по реализации образовательных услуг франчайзера на определенных условиях.

Фрейм (*frame*) – это отдельная, самостоятельная область гипертекстовой страницы (при использовании разметки *html*). Для просмотра содержащегося материала фрейм предлагает собственные полосы прокрутки и общие для всего окна панель инструментов и меню.

Целевая аудитория (*Audience*) – планируемые конечные потребители учебного продукта. Тщательный анализ характеристик целевой аудитории (стиль обучения, уровень образования, предпочтения, квалификация, должностные обязанности) помогает реализовать *E-Learning*-проект наиболее эффективно.

Цель (*Goal*) – общее утверждение, описывающее намерения курса или системы обучения (крупнее, чем задача).

Цель обучения (*Learning objective*) – простая и численно измеримая формулировка поведения обучаемого, достигаемого при успешном завершении курса.

Чат (*Chat*) – общение в Интернете, когда разговор ведется в реальном

времени.

Шаблон (*Template*) – набор инструментов и бланков, определяющих структуру и свойства, необходимые для быстрого создания контента.

Экзамен (*Final test*) – форма итоговой проверки знаний обучающихся, а также поступающих в учебные заведения и оканчивающих их. Знания всегда оцениваются отметками.

Электронная книга (*e-book*) – информация (текст и графика), организованная в электронной форме в уроки или главы и доступная через компьютер.

Электронная лекция – набор учебных материалов в электронном виде: текст лекции, дополнительные презентационные материалы, анимационные вставки, выдержки из научных статей, других учебных пособий и т. д.

Электронная почта (*e-mail*) – сетевая служба, позволяющая пользователям обмениваться сообщениями или документами без применения бумажных носителей.

Электронное обучение (*E-Learning, Electronic learning*) – процесс обучения, учебные занятия и события, проводимые с использованием электронных средств информации.

Эргономика (*Ergonomics*) – принципы проектирования, затрагивающие вопросы удобства, эффективности, надежности и безопасности системы с точки зрения пользователя.

Эссе (*Essay*) – письменная работа студента (группы), выражающая (кратко и в свободной форме) индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендующая на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ПЕРЕЧЕНЬ ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТОВ МИРА В ОБЛАСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Национальный технологический университет (США) (*National Technology University (USA)*), <http://www.ntu.edu>.

*University of Phoenix*, <http://www.phoenix.edu>.

Университет штата Пенсильвания (США) (*Pennsylvania State University (USA)*), <http://www.cde.psu.edu/DE/default.html>.

Центр дистанционного образования Университета Монаш (*Distance education centre of Monash University (Australia)*), <http://www-mugc.cc.monash.edu.au/dec/>.

Национальный университет дистанционного образования (Испания) (*Universidad Nacional de Educacion a Distancia (Spain)*), <http://www.uned.es/>.

Открытый университет Нидерландов (*Open University of the Netherlands*), <http://www.ouh.nl>.

Европейская ассоциация университетов (*The European University Association (EUA)*), <http://www.eua.be/eua/index.jsp>.

Алтайский государственный университет (АГУ), <http://www.asu.ru/>.

Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), <http://www.nstu.ru/>.

Томский государственный университет (ТГУ), <http://www.tsu.ru/>.

Университет Аризоны, США (*Arizona Regents University*), <http://www.azun.net/>.

*California University of Pennsylvania Masters Degree Program in Legal Studies: Law and Public Policy*, <http://www.cup.edu/graduate/legal/index.jsp>.

Калифорнийский виртуальный университет, США (*California Virtual Campus*), <http://www.cvc.edu/>.

*The Globewide Network Academy*, <http://www.gnacademy.org/>.

Дрезденский технологический университет, Германия (*Technische Universität Dresden*), <http://www.tu-drezden.de>.

*Indiana University On-line*, <http://www.iu.edu/~iuon-line/index.html>.

Заочный университет Хагена (Германия), <http://www.fernuni-hagen.de>.

*INTEC college* в Кейптауне (ЮАР), <http://www.intec.edu.za/>.

Современный гуманитарный университет в Москве, <http://www.muh.ru>.

*Kentucky Commonwealth Virtual University*, <http://www.kcvu.org/>.

*Magellan University*, <http://www.magellan.edu/magellan/control/main>.

*Michigan State University's Virtual University*, <http://www.vu.msu.edu/>.

*Minnesota Virtual University*, <http://www.iseek.org/sv/index.jsp>.



*Ohio Learning Network*, <http://www.olin.org/>.

*On-line Masters Degrees and Programs*, <http://www.on-line-masters-degrees-programs.org/>.

*The Open University* (Великобритания), <http://www.open.ac.uk/>.

*Oregon Network for Education*, <http://oregonone.org/>.

*Pennsylvania State University "World Campus"*,  
<http://www.worldcampus.psu.edu/>.

*Southern Regional Education Board*, <http://www.sreb.org/>.

*Southern Regional Electronic Campus*, <http://www.electroniccampus.org/>.

Университет Южной Флориды, США (*University of South Florida*),  
<http://www.fcd.ufl.edu/>.

Университет Иллинойса США (*University of Illinois On-line*),  
<http://www.on-line.uillinois.edu/>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. *21st Century Teachers*. – Режим доступа: <http://www.21st.org/>.
2. *AT&T Learning Network*. – Режим доступа: [http://www.att.coin/learning\\_network/](http://www.att.coin/learning_network/).
3. *Barry Willis. Distance Education at a Glance. Guide № 10*. – Режим доступа: <http://www.uidacho.edu/eo/index.html>.
4. *Berkeley Digital Library SunSITE*. – Режим доступа: <http://sunsite.berkeley.edu/>.
5. *BioCreAtIvE*. – Режим доступа: <http://biocreative.sourceforge.net/>.
6. *British Educational Communications and Technology agency*. – Режим доступа: <http://www.becta.org.uk>.
7. *British Journal of Educational Technology*. – Режим доступа: <http://www.blackwellpublishing.com/journal.asp?ref=0007-1013&site=1>.
8. *CERN*. – Европейская организация ядерных исследований (*European Organization for Nuclear Research*) – Режим доступа: [www.cern.ch](http://www.cern.ch).
9. *Conceptual Open Hypermedia Service (COHSE)*. – Режим доступа: <http://cohse.cs.manchester.ac.uk/>.
10. *Distance Education and Training Council*. – Режим доступа: <http://www.detc.org/>.
11. *Distance-educator.com*. – Режим доступа: <http://www.distance-educator.com/>.
12. *ECMA (European Association for Standardizing Information & Computer Systems)* – Европейская ассоциация по стандартизации информационных и вычислительных систем (Женева, Швейцария). – Режим доступа: <http://www.ecma.ch/>.
13. *Educational Resources Information Center*. – Режим доступа: <http://www.askeric.org>.
14. *Education-line*. – Режим доступа: <http://www.leeds.ac.uk/educol/>.
15. *EDUCOM: Transforming Education Through Information Technolog.* – Режим доступа: <http://www.educom.edu/>.
16. *Enabling Grids for E-sciencE (EGEE)* – «Развертывание гридов для развития е-науки». – Режим доступа: <http://www.eu-egee.org/>.
17. *European Journal of Engineering Education*. – Режим доступа: <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/03043797.asp>.
18. *GenBank*. – Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/index.html>.
19. *Global SchoolNet Foundation Home Page*. – Режим доступа: <http://www.gsn.org/>.
20. *Globus Web Site*. – Режим доступа: <http://www.globus.org>.
21. *GoPubMed*. – Режим доступа: <http://www.gopubmed.org/>.
22. *INES* (система обработки и распространения данных астрономического архива). – Режим доступа: <http://sdc.laeff.inta.es/ines/>.



23. *INES* (система обработки и распространения данных астрономического архива). – Режим доступа: <http://sdc.laeff.inta.es/ines/>
24. *Integrated Genomics Inc.* – Режим доступа: <http://wit.Integrated Genomics.com/IGwit>.
25. *Interactive Teaching Networ.* – Режим доступа: <http://www.coe.uga.edu/itn/>.
26. *Intercultural E-Mail Classroom Connections.* – Режим доступа: <http://wwwstolaf.edu/network/iecc/>.
27. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning.* – Режим доступа: <http://www.springer.com/east/home/education?SGWID=5-40406-70-52582798-0>.
28. *Learning, Media & Technology.* – Режим доступа: <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/1463631X.asp>.
29. *MedInfoRus* – медицинский словарь. – Режим доступа: <http://medinforus.homestead.com/MedInfoRus.html>.
30. *MonALISA: an agent based, dynamic service system to monitor, control and optimize grid based applications.* – Режим доступа: <http://monalisa.cacr.caltech.edu>.
31. *NanoXplorer IDE.* – Режим доступа: <http://nanotitan.com/index.htm>.
32. *National Center for Biomedical Ontology (NCBO).* – Режим доступа: <http://bioontology.org>.
33. *National Library of Medicine (NLM) DTD.* – Режим доступа: <http://dtd.nlm.nih.gov/>.
34. *NetDay National.* – Режим доступа: <http://www.netday.org/>.
35. *Newsweek Distance Learnin.* – Режим доступа: <http://www.newsweekdistancelearning.com/index.ph>.
36. *OBO Foundry.* – Режим доступа: <http://bioportal.bioontology.org/>.
37. *ON-LINE EDUCA.* – Режим доступа: <http://www.onlme-educa.com/>.
38. *On-line Journal of Distance Learning Administration.* – Режим доступа: <http://www.westga.edu/~distance/>.
39. *On-Line Partners Program.* – Режим доступа: <http://www.cep.yale.edu/projects/online.html>.
40. *Open Science Grid (OSG)* – Открытый научный грид. – Режим доступа: <http://www.opensciencegrid.org/>
41. *Physical Sciences Center.* – Режим доступа: <http://www.heacademy.ac.uk/physsci>.
42. *PlanetLab.* – Режим доступа: <http://www.planet-lab.org/>.
43. *Prometric.* – Режим доступа: <http://www.prometric.com>.
44. *Protein Data Bank (PDB).* – Режим доступа: <http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>.
45. *Protein Structure Initiative* – Режим доступа: <http://www.nigms.nih.gov/Initiatives/PSI/>.
46. *Public Library of Science (PLoS).* – Режим доступа: <http://www.plos.org/>.
47. *PubMed Central* – Режим доступа: <ftp://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/pub/pmc>.

48. *PubMed Central*. – Режим доступа: <ftp://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/pub/pmc>.
49. *PubMed Central*. – Режим доступа: <http://publicaccess.nih.gov/>.
50. *PubNet*. – Режим доступа: <http://www.pubnet.org/>.
51. *Purdue University's NanoHub*. – Режим доступа: <http://www.nanohub.org/>
52. *SciVee*. – Режим доступа: <http://www.scivee.tv/>.
53. *SourceForge* – Режим доступа: <http://sourceforge.net/>.
54. *Structural Classification of Protein-Protein Interactions*. – Режим доступа: [www.SCOPPI.org](http://www.SCOPPI.org).
55. *Structural Genomics Knowledgebase*. – Режим доступа: <http://kb.psi-structuralgenomics.org/KB/>
56. *Teachers. Net*. – Режим доступа: <http://teachers.net/>.
57. *Textpresso*. – Режим доступа: <http://www.textpresso.org/>.
58. *The American Center for Study of Distance Education*. – Режим доступа: <http://www.ed.psu.edu/ACSDE>.
59. *The American Journal of Distance Education*. – Режим доступа: <http://www.ed.psu.edu/ACSDE/ajde/your.asp>.
60. *The Biomedical Informatics Research Network (BIRN)*. – Режим доступа: <http://www.nbirn.net/>.
61. *The British Education* – Режим доступа: <http://www.leeds.ac.uk/bei/bei.htm>.
62. *The Computing Research Association (CRA)*. – Режим доступа: <http://www.cra.org>.
63. *The Department of Energy's Earth System Grid (ESG)*. – Режим доступа: <http://www.earthsystemgrid.org/>.
64. *The GENIE Project – Grid ENabled Integrated Earth system model*. – Режим доступа: <http://www.genie.ac.uk>.
65. *The London E-Science Centre*. – Режим доступа: <http://www.lesc.ic.ac.uk/admin/escience.html>.
66. *The National Science Foundation's Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)* – Режим доступа: <http://it.nees.org/>.
67. *The National Science Foundation's TeraGrid*. – Режим доступа: <http://www.teragrid.org/>.
68. *Trust Genome Campus, институт Trust Sanger Institute в Центре Franklin Centre for Public Engagement*. – Режим доступа: <http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/>.
69. UK myGrid project – Режим доступа: <http://www.mygrid.org.uk/>, <http://www.ebi.ac.uk/mygrid/>.
70. *VizieR* (наиболее полная база данных астрономических каталогов и таблиц данных). – Режим доступа: <http://vizier.u-strasbg.fr/>.
71. *Washington University Genome Sequencing Center*. – Режим доступа: <http://genome.wustl.edu/index.cgi>.
72. *World Development Reports. World Bank*. – Режим доступа: <http://www.worldbank.org/>.

73. *World Wide Web foundation*. – Режим доступа: <http://www.webfoundation.org/>.
74. *Worldwide LHC Computing Grid collaboration (WLCG)* – Всемирная коллаборация по вычислительным сетям для LHC. – Режим доступа: <http://www.cern.ch/lcg/>.
75. *YourGenome.org*. – Режим доступа: <http://www.yourgenome.org/>.
76. Белковый банк данных – *Protein Data Bank (PDB)*. – Режим доступа: <http://www wwpdb.org/>.
77. Библиотеки *Lund University Libraries (Швейцария)* – *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. – Режим доступа: <http://www.doaj.org/doi?func=home>.
78. Биоинформационный сервер *Argonne GNARE system (GeNome Analysis and Research Environment)*. – Режим доступа: [http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare\\_home.cgi](http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare_home.cgi).
79. Биоинформационный сервер *Argonne GNARE system (GeNome Analysis and Research Environment)* – Режим доступа: [http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare\\_home.cgi](http://compbio.mcs.anl.gov/gnare/gnare_home.cgi).
80. Вестник образования. – Режим доступа: <http://www.informika.ru/text/magaz/herald/>.
81. Википедия. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
82. Виртуальная обсерватория – (*Virtual Observatory*). – Режим доступа: (<http://www.worldwidetelescope.org/>).
83. Высшее образование в России. – Режим доступа: <http://www.informika.ru/text/magaz/higher/>.
84. Государственный депозитарий ЭИ. – Режим доступа: <http://www.inforeg.ru>.
85. Европейская лаборатория молекулярной биологии (*European Molecular Biology Laboratory Nucleotide Sequence Database in Europe (EMBL)*) – Режим доступа: <http://www.ebi.ac.uk/embl/>.
86. Интернет-портал по грид-технологиям. – Режим доступа: <http://www.gridclub.ru/>.
87. Информационно-аналитический сервер Минобрнауки России «Дистанционное образование: состояние и развитие». – Режим доступа: <http://de.unicor.ru/index.htm>.
88. Исследовательский совет Управления науки и технологии Великобритании (*Research Councils at the Office of Science and Technology (OST)*). – Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/feature/misc/webfeat/vis2008/>.
89. Каталог тестовых программ. – Режим доступа: <http://www.test.com>.
90. Крупнейшая астрономическая электронная библиотека (*Astrophysics Data System (ADS)*). – Режим доступа: <http://adswww.harvard.edu/>.
91. Научная электронная библиотека *e-library*, созданная при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp>.

92. Научно-методический журнал «Информатика и образование». – Режим доступа: <http://www.math.msu.su/InfoMir/INFO/Welcome.html>.
93. Национальная лаборатория Argonne (*Argonne National Laboratory*). – Режим доступа: <http://wit.mcs.anl.gov/WIT2/>.
94. Национальная медицинская лаборатория США Национального института здоровья США (*US National Institutes of Health (NIH) – National Library of Medicine (NLM)*). – Режим доступа: <http://www.nlm.nih.gov/>.
95. Национальный институт здоровья США – *US National Institutes of Health (NIH)*. – Режим доступа: <http://www.nih.gov/>.
96. Национальный центр по биотехнологической информации – отдел в Национальной медицинской лаборатории (*National Library of Medicine (NLM)*) Национального института здоровья США (*US National Institutes of Health (NIH) – National Center for Biotechnology Information (NCBI)*). – Режим доступа: [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov).
97. Национальный центр по биотехнологической информации (*National Center for Biotechnology Information (NCBI)*). – Режим доступа: [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov).
98. Объединение педагогических изданий «Первое сентября». – Режим доступа: <http://www.1september.ru/>.
99. Оригами ДНК – Режим доступа: <http://www.sanger.ac.uk/Teams/Team104/>.
100. Программа NASA – *Earth Observing System*. – Режим доступа: <http://nasa.gov/>.
101. Программа в открытом доступе для проведения научных исследований в области биотехнологии – (*nanoXplorer IDE*). – Режим доступа: <http://nanotitan.com/index.htm>.
102. Программа в открытом доступе для проведения научных исследований в области биотехнологии – (*nanoXplorer IDE*). – Режим доступа: <http://nanotitan.com/index.htm>.
103. Российский портал открытого образования. – Режим доступа: <http://www.openet.ru>.
104. Российское виртуальное общество. – Режим доступа: <http://www.inasan.rssi.ru/rus/rvo/index.html>.
105. Сайт виртуальных обсерваторий. – Режим доступа: <http://www.interquanta.biz/vos/>.
106. Система WIT (*What is there*). – Режим доступа: <http://wit.mcs.anl.gov/WIT2/>.
107. Совет по научным исследованиям Великобритании – *Research Councils UK*. – Режим доступа: <http://www.rcuk.ac.uk/default.htm>. «*Your Genome.org*». – Режим доступа: <http://www.yourgenome.org/>.
108. Совет по научным исследованиям Великобритании (*Research Councils UK*). – Режим доступа: <http://www.rcuk.ac.uk/default.htm>.
109. ЦЕНТР ИНФОРМАТИЗАЦИИ МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ (Центр «Информика»). – Режим доступа: <http://www.informika>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### СПИСОК ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

1. *CoSMIC: Combinatorial Sciences and Materials Informatics Collaboratory*, <http://mse.iastate.edu/cosmic/>, – Международный исследовательский и образовательный центр, базирующийся в Университете штата Йова (*Iowa State University*), в партнерстве с Международным университетом Флориды (*Florida International University*) и Университетом Мериленда (*University of Maryland*) – международный консорциум университетов и лабораторий.
2. *DISUN: Data Intensive Scientific University Network*, <http://www.disun.org/>, – грид-основанные кластеры и хранилища, распределенные среди четырех институтов, изучающих проблемы физики высоких энергий. В частности, эксперименты с мюонным соленоидом – *The Compact Muon Solenoid (CMS)* проходили при поддержке *DISUN*.
3. *Ecoinformatics.org*, <http://www.ecoinformatics.org/>, – сообщество экологов и специалистов в области информатики, функционирующее на принципах создания программного обеспечения и стандартов для открытого доступа. Язык экологических метаданных – продукт этого сообщества.
4. *GriPhyN: Grid Physics Network*, <http://www.griphyn.org/>. *GriPhyN* – один из главных элементов системы *the Open Science Grid (OSG)*.
5. *ICPSRC: Inter – University Consortium for Political and Social Research*, <http://www.icpsr.umich.edu/>, – межуниверситетский консорциум по политическим и социальным исследованиям, который поддерживает и обеспечивает доступ к архивам данных по социальным наукам.
6. *iVDGL: International Virtual Data Grid Laboratory*, <http://www.ivdgl.org/>, – международная виртуальная лаборатория, проводящая исследования в области физики и астрономии.
7. *LHC: Large Hadron Collider and LCG: Large Hadron Collider Computing Grid The Large Hadron Collider*, <http://lhc.web.cern.ch/lhc/>, – самое большое научное оборудование на планете, расположенное в центре *CERN* вблизи Женевы.
8. *ILTER: Long-Term Ecological Research Network*, <http://lternet.edu/>, – интернет-коллоборация (26 сайтов), проводящая научные исследования в области динамики экосистем.
9. *NCEAS: National Center for Ecological Analysis and Synthesis*, <http://www.nceas.ucsb.edu/fmt/doc?/frames.html>, *NCEAS and the National Evolutionary Synthesis Center (NESCent)*, <http://www.nescent.org/>, – хранилище данных и коллаборация по экологии и эволюционной биологии.
10. *NEES: George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation* (<http://www.nees.org/>) – национальная сеть из 15 экспериментальных установок, совместно используемого оборудования, централизованного хранилища данных, программного обеспечения для моделирования землетрясений, связанные высокоскоростным Интернетом *NEESgrid*.

11. *NNIN: National Nanotechnology Infrastructure Network*, <http://www.nnin.org/>, – обеспечивает пользователям совместный открытый, в том числе и удаленный доступ.

12. *OSG: Open Science Grid*, <http://www.opensciencegrid.org/>, – национальный грид в области физики, объединяющий проекты *GriPhyN*, *iVDGL* и *DOE's PPDG*. *OSG* консорциум объединяет университетские и национальные лаборатории, а также взаимодействует с другими национальными и международными инфраструктурами, предоставляя возможность доступа к ресурсам ученым со всего мира.

13. *QuarkNet Cosmic Ray eLAB Project*, <http://www11.i2u2.org:8080/elab/cosmic/project.jsp>, – распределенная образовательная лаборатория для коллаборации студентов-физиков и преподавателей, специализирующихся в области анализа космических лучей.

14. Участники проекта *e-LAB* взаимодействуют с учеными-компьютерщиками, которые используют грид-технологии.

15. *SCEC CME: Southern California Earthquake Center Community Modeling Environment*, <http://epicenter.usc.edu/cmeportal/>, – геофизическая и IT-коллаборация, целью которой является анализ сейсмоактивности и геофизическое моделирование.

16. *UltraLight*, <http://ultralight.caltech.edu/web-site/ultralight/html/index.html>, – коллаборация экспериментальных физиков и сетевых инженеров для проведения анализа огромного количества глобально распределенных данных.

17. *Veconlab: The Virginia Economics Laboratory*, <http://veconlab.econ.virginia.edu/admin.htm/>, – фокусируется на теории игр и социальных взаимодействиях в экономике и близких областях. Сервер *Veconlab* предоставляет около 40 интернет-программ, которые могут быть использованы для проведения интерактивных научных экспериментов в области социологии, проводимых в целях обучения или исследований.

18. *Vlab: The Virtual Laboratory for Earth and Planetary Materials*, <http://www.vlab.msi.umn.edu/>, – междисциплинарный консорциум в области развития теории планетарных материалов. Компьютерное определение свойств геофизических важных материалов в экстремальных условиях обеспечивает точную информацию по интерпретации, например, сейсмических данных в контексте геофизических процессов.

19. *CHESS: Cornell High Energy Synchrotron Source*, <http://www.chess.cornell.edu>, – предоставляет пользователям проводить исследования с использованием реального синхротрона в области физики, химии, биологии и наук об окружающей среде. Есть специальный ресурс Национального института здоровья США (*NIH Research Resource*) *MacCHESS* для проведения научных исследований, <http://www.macchess.cornell.edu/>, поддерживающий исследования в области белковой кристаллографии.

20. *CHRNS: Center for High Resolution Neutron Scattering*, <http://www.ncnr.nist.gov/programs/CHRNS/>, – развивает возможности для ис-

пользования в научных исследованиях реального оборудования для изучения рассеяния нейтронов.

21. *EarthScope*, <http://www.earthscope.org/>, – ресурс, развивающий современные аналитические и телекоммуникационные технологии наблюдений для исследований структуры и эволюции континента Северной Америки и физических процессов, контролируемых землетрясения и извержения вулканов.

22. *IceCube*, <http://www.icecube.wisc.edu/>, – международная обсерватория на Северном полюсе.

23. *IRIS: Incorporated Research Institutions for Seismology*, <http://www.iris.edu/>, – исследовательский консорциум университетов по коллекционированию, изучению и предоставлению базы сейсмографических данных.

24. *LIGO: Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory United States, Hanford, Washington, u Livingston, Louisiana*, <http://www.ligo.caltech.edu>

25. *Microbial Observatories*, <http://www.nsf.gov/bio/pubs/awards/mo.htm>, – обсерватория, изучающая микробное разнообразие.

26. *NEON: National Ecological Observatory Network*, <http://www.neoninc.org/>, – Национальная исследовательская платформа и виртуальная лаборатория для изучения роли биосферы Земли посредством оценки структуры, функции и развития биологических систем как региональных, так и континентальных.

27. *NHMFL: National High Magnetic Field Laboratory*, <http://www.magnet.fsu.edu/index.aspx>, – виртуальная лаборатория, разрабатывающая оборудование на основе сильных магнитных полей, которые могут быть применены для исследований в области физики, биологии, биоинженерии, химии, геохимии, биохимии, инженерии.

28. *ORION and OOI: Ocean Research Interactive Observatory Networks*, <http://orionprogram.org/>, и <http://www.orionocean.org/OOI/default.html> – сеть обсерваторий, занимающихся океанографическими исследованиями и образованием с интерактивным доступом к системам, исследующим океан.

29. *AToL: The Tree of Life*, <http://atol.sdsc.edu/>, поддерживает исследования в области реконструкции эволюционной истории всех организмов.

30. *CASA: Center for Adaptive Sampling of the Atmosphere*, <http://www.casa.umass.edu/>, – развивает новые недорогие сети радаров для наблюдений за погодой, которые могли бы выполнять простейшие процедуры в режиме реального времени для того, чтобы оптимизировать поступающую информацию и обеспечивать беспрецедентную точность деталей, например, суровых штормов.

31. *CCMC: The Community Coordinated Modeling Center*, <http://ccmc.gsfc.nasa.gov/>, – обеспечивает доступ к современному научному моделированию космоса.

32. *CEDAR: Coupling, Energetics and Dynamics of Atmospheric Regions*, <http://cedarweb.hao.ucar.edu/cgi-bin/ion-p?page=cedarweb.ion>, – нацелен на изучение характеристик и понимание атмосферных явлений. Дея-

тельность включает коллаборацию научных проектов, полевые исследования, школы с участием студентов.

33. *CIG: Computational Infrastructure for Geodynamics*, <http://www.geodynamics.org/>, – организация, развивающая исследования в области наук о Земле, разрабатывающая научное геофизическое программное обеспечение.

34. *CLIVAR: Climate Variability and Predictability*, <http://www.clivar.org/>, – международная исследовательская программа, исследующая изменения климата и атмосферных явлений. Является частью более широкой программы *World Climate Research Programme (WCRP)*.

35. *CUAHSI HIS: The Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science, Inc.*, <http://www.cuahsi.org/>, – объединяет около 100 университетов, развивает инфраструктуру и сервисы, поддерживающие научные исследования в области гидрологии. Технологический партнер проекта *CUAHSI Hydrologic Information System (HIS)* – суперкомпьютерный центр Сан-Диего.

36. *C-ZEN: Critical Zone Exploration Network*, <http://www.czen.org/>, – проводит междисциплинарные исследования в области изучения онтологии экстремальных зон, например, с ограниченной вегетацией.

37. *DEISA: Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications*, <http://www.deisa.org/>, – консорциум, являющийся лидирующим национальным суперкомпьютерным центром, оказывающим поддержку широкому спектру научных исследований и технологий.

38. *EGEE: The Enabling Grids for E-sciencE*, <http://public.eu-egee.org/>, организован Европейской комиссией для развития грид-технологий и грид-инфраструктуры, которая была бы доступна ученым 24 часа в сутки. Объединяя 30 стран и 150 сайтов Европы. *EGEE* поддерживает развитие программного обеспечения для научных исследований в различных областях: науке о Земле, физике высоких энергий, биоинформатике, астрофизике и др.

39. *GCAT: Genomic Consortium for Active Teaching*, <http://www.bio.davidson.edu/projects/gcat/gcat.html>, – консорциум институтов, интегрирующих геномные методы.

40. *GEON: The Geosciences Network*, <http://www.geongrid.org/>, – создает сервис-ориентированную архитектуру для поддержки исследований в области геоинформатики, обеспечивает возможность использования преимуществ киберинфраструктуры для обучения исследователей, преподавателей, студентов и практиков через специальный портал – *GEON Portal*.

41. *GLOBEC: U.S. GLOBEC (GLOBal oceanECosystems dynamics)*, <http://www.pml.ac.uk/globec/>, – направлен на поддержку изучения изменений климата, в частности, морских экосистем.

42. *IPBIR: Integrated Primate Biomaterials and Information Resource*, <http://www.ipbir.org/>, – исследования в области геномики и популяционной генетики.

43. *LEAD: Linked Environments for Atmospheric Discovery*, <http://lead.ou.edu/>, – изучение экстремальных погодных явлений.

44. *MARGINS*, <http://www.nsf-margins.org/Home.html>, – изучает процессы, происходящие на континентальных границах, где суша встречается с океаном. Данные, полученные от коллаборации научно-исследовательских групп, доступны благодаря сервисам *Data Management System and web-based services*.

45. *NCAR: National Center for Atmospheric Research*, <http://www.ncar.ucar.edu/>, – федеральный центр по изучению атмосферы Земли, ее взаимодействия с Солнцем, океаном, биосферой и человеком. Центр является партнером многих университетов и исследовательских центров. *NCAR* – яркий пример использования всех функций виртуальной организации, разработавшей, например, систему наблюдения за Землей, <http://www.ncar.ucar.edu/stratplan/initiatives.html>.

46. *NCED: National Center for Earth-surface Dynamics*, <http://www.nced.umn.edu/>, – изучает физические, биологические, геохимические, антропогенные процессы на поверхности Земли.

47. *NCN: Network for Computational Nanotechnology*, <http://www.ncn.purdue.edu/>, – разрабатывает подходы и инструментарий в области нанoeлектроники.

48. *PEATNET: Peatland Ecosystem Analysis and Training Network*, <http://www.peatnet.siu.edu/>, – международный междисциплинарный проект по изучению экосистем.

49. *RIDGE*, <http://ocean-ridge.ldeo.columbia.edu/general/html/home.html,%20%20> – исследовательская программа по изучению океана.

50. *SAHRA: The Center for Sustainability of semi-Arid Hydrology and Riparian Areas*, <http://www.sahra.arizona.edu/>, – центр по изучению и управлению водными ресурсами безводных и полузасушливых мест.

51. *SBN: Seamount Biogeosciences Network*, <http://www.earthref.org/SBN/>, – исследования в широком диапазоне научных исследований, которые, например, включают изучение подводных гор.

52. *Suominet: Real Time Integrated Atmospheric Water Vapor and TEC from GPS*, <http://www.suominet.ucar.edu/>, – исследования атмосферы Земли.

53. *TeraGrid*, [www.teragrid.org](http://www.teragrid.org), – открытая научная инфраструктура.

54. *TESS: Time-sharing Experiments for the Social Sciences*, <http://www.experimentcentral.org/>, – исследования в области социальных наук.

55. *UNAVCO*, <http://www.unavco.org/>, – консорциум, поддерживающий разработку и применение инструментария для исследования дефектов кристаллов.