



Enabling Grids for E-science

Введение в ГРИД

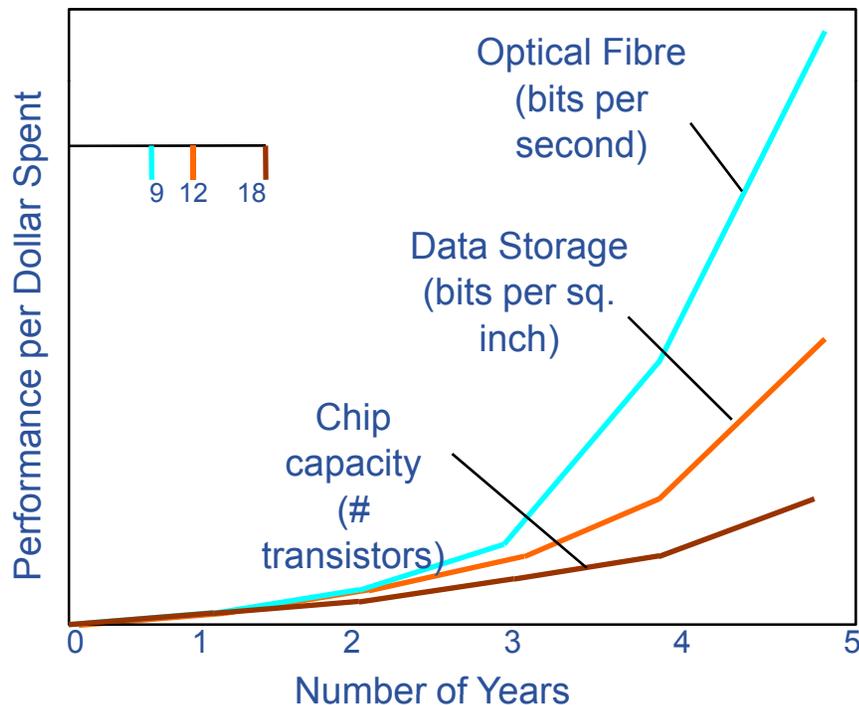
*Олешко С.Б.
Петербургский институт ядерной физики
г.Гатчина*

www.eu-egee.org

• Стремительное развитие сетевой транспортной среды и технологий высокоскоростной передачи данных.

— скорости сетей удваиваются каждые 9 месяцев

- 1986 – 2000 : x 340 000
- 2001 – 2010 : x 4000



• Наличие во многих организациях высокопроизводительных вычислительных ресурсов (часто кластеров)

— вычислительные скорости удваиваются каждые 18 месяцев

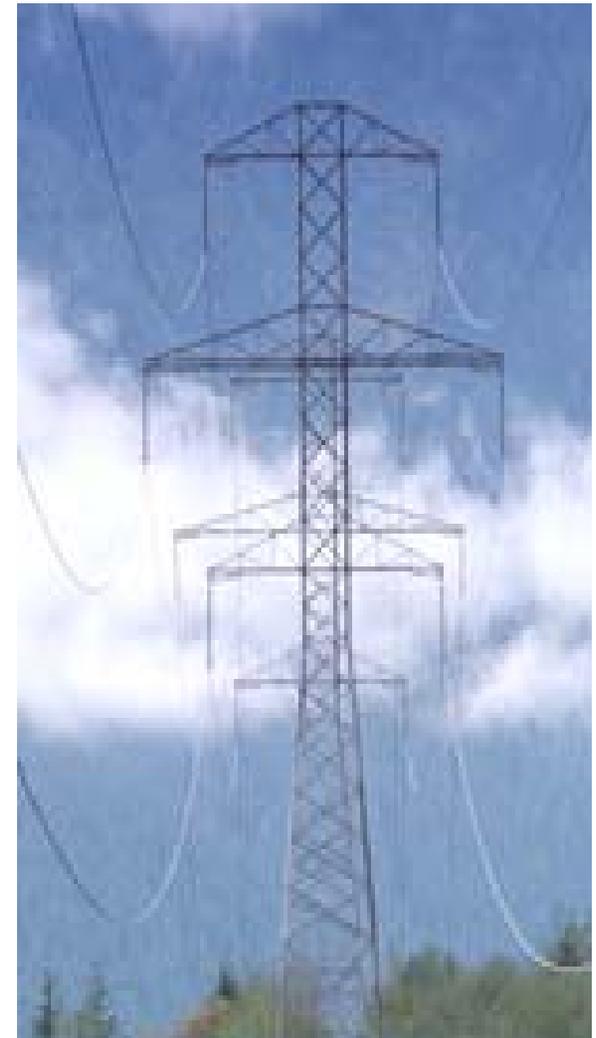
- 1986 – 2000 : x 500
- 2001 – 2010 : x 60

• Развитие традиционных Интернет-технологий

• Необходимость решения сложных научных, инженерных и бизнес-задач

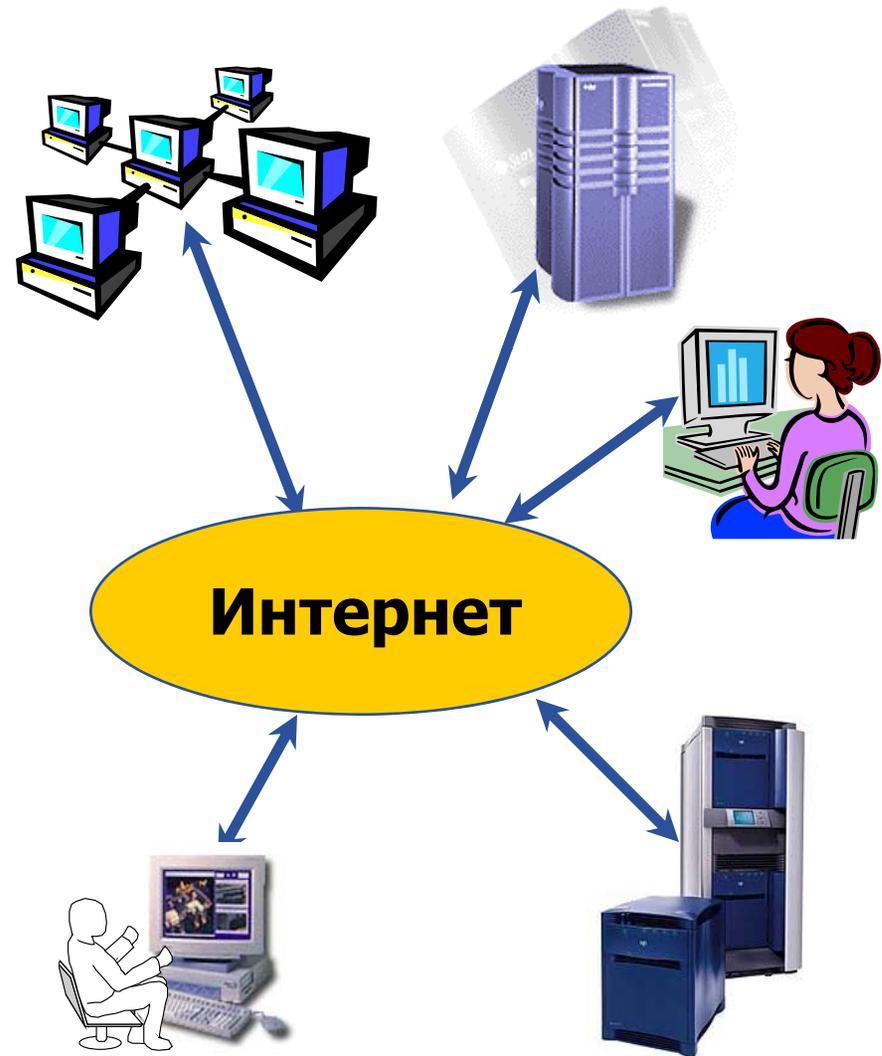
- **1985–1995** Программа Национального Научного Фонда США «National Science Foundation (NSF) Supercomputer Centers». Результат – создание развитой коммуникационной инфраструктуры и нескольких суперкомпьютерных центров для поддержки академических работ и исследований.
- **Октябрь 1997** NSF инициировал новую программу развития информационных технологий – Partnerships for Advanced Computational Infrastructure (PACI). Возникла концепция Грид-инфраструктуры, как некая аналогия электроэнергетической инфраструктуры. Предполагалось, что Grid будет использоваться в основном для того, чтобы задействовать **простаивающие** вычислительные компьютерные ресурсы.
- **1998** Создан (и успешно развивается) инструментальный пакет **Globus Toolkit**. Является технологической базой создания Грид-инфраструктуры (**стандарт de facto**)
- **1999** Сформировалось (и активно действует) **международное научное Грид-сообщество** – Global Grid Forum (GGF)
- **2002** GGF и IBM была представлена новая системная разработка – Open Grid Service Architecture (OGSA), инкорпорировавшая в грид понятия и стандарты веб-сервисов
- **2003** Создано объединение **Enterprise Grid Alliance (EGA)** – адаптация академических разработок по Грид-технологиям к потребностям производителей (Fujitsu, Siemens, HP, Intel, NEC, Oracle, Sun, EMC)
- **2006** GGF и EGA объявили о слиянии и образовании **Open Grid Forum (OGF)**

- Термин **ГРИД** был выбран по аналогии с энергетическими сетями (**electric power grid**)
 - доступ “прозрачен” для конечного пользователя: достаточно подключиться и получить необходимые ресурсы, не заботясь о том, откуда они берутся
 - доступность “отовсюду”
- **World Wide Web** обеспечивает доступ к информации, которая находится в миллионах различных серверов, географически распределённых по всему миру
- В отличие от WWW: **ГРИД** – это новая вычислительная инфраструктура, которая обеспечивает бесперебойный доступ к **вычислительным мощностям и ресурсам хранения данных**, распределённых по всему миру



- **Распределённые вычислительные инфраструктуры существовали и до Грид, но**
 - обычно они представляют собой **локальные или специализированные системы**
 - созданные для одной определённой цели или для отдельной группы пользователей
 - обычно количество пользователей ограничено
 - не допускается совместное использование ресурсов других организаций
- **Грид идёт дальше и предполагает:**
 - Различные типы ресурсов**
 - не всегда одинаковые аппаратная часть, данные, приложения и политика администрирования
 - Различные способы взаимодействия**
 - различные группы приложений хотят взаимодействовать с Грид различными способами
 - Доступ к ресурсам через границы административных доменов для неограниченного количества не локальных пользователей**
 - Динамическая природа ресурсов**
 - Ресурсы часто добавляются/удаляются/изменяются
 - Масштабируемость до всемирных размеров**

- Грид – это множество компьютеров (суперкомпьютеры, кластеры, персональные компьютеры, ...), средств хранения данных, специальных устройств, служб, которые могут динамически входить и покидать Грид-систему.
- Они гетерогенны во всех аспектах
- Они могут быть географически распределены и соединены скоростными сетями передачи данных
- Они могут быть доступны по запросу для некоторого множества пользователей



(Ian Forster: “What is Grid”, 2002 г.)

«Грид – это система, которая:
координирует использование ресурсов при отсутствии
централизованного управления этими
ресурсами
использует стандартные, открытые, универсальные
протоколы и интерфейсы
обеспечивает высококачественное обслуживание»

- “С помощью *Web* мы можем взять из Интернета информацию и документы, а с помощью *Grid* мы можем взять оттуда и другие ресурсы: вычислительная мощность, хранилища данных, программное обеспечение и т.д. ...”.
- **Грид-компьютинг** – это скоординированное разделение ресурсов и решение задач в динамически меняющихся виртуальных организациях со многими участниками
- **Виртуальная организация** – объединение (коллаборация) специалистов из некоторой прикладной области, которые объединяются для достижения общей цели

располагает определенным количеством ресурсов, которые предоставлены зарегистрированными в ВО владельцами

знает кто что делает, и кому не будет позволено делать это снова...

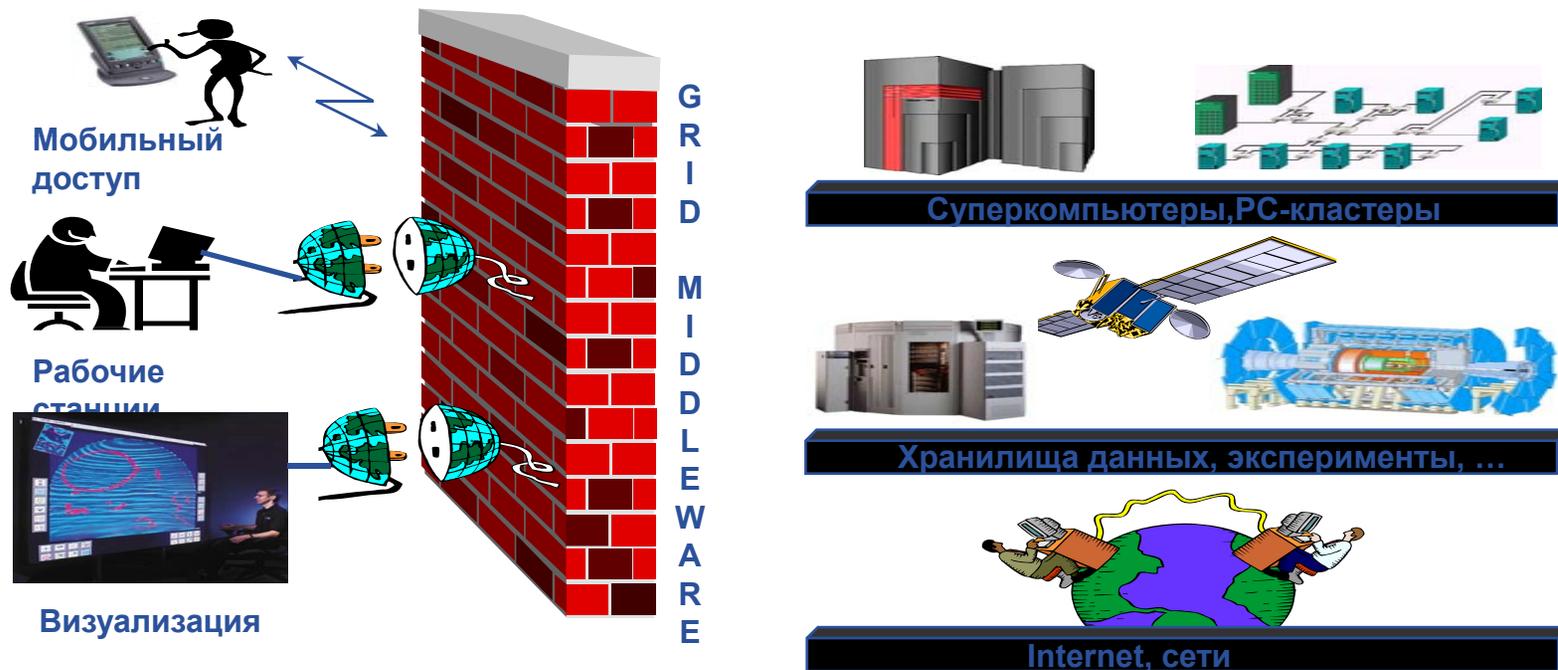
контролирует доступ к описанным ресурсам

устанавливает самостоятельно правила работы для своих участников

может образовываться динамически и иметь ограниченное время существования

обычно **включает** географически распределенных пользователей

- “Прозрачное” взаимодействие между гетерогенными ресурсами (принадлежащих различным, географически распределённым организациям), приложениями и пользователями возможно только при помощи...
 - использования специализированного программного обеспечения, называемого **middleware**



- Middleware “скрывает” технические детали Грид-инфраструктуры и обеспечивает безопасную интеграцию/распределение ресурсов
 - интернет-протоколы не обеспечивают безопасный механизм доступа к разделяемым ресурсам

- **Используя ПК или workstation**

- Для входа – имя (account) и пароль (“Аутентификация”)
- Использование прав, разрешенных вам (“Авторизация”)
- Запуск заданий
- Управление файлами: создание, чтение/запись, список директорий

- **Компоненты системы связываются по шине**

- **Операционная система**

- **Один административный домен**

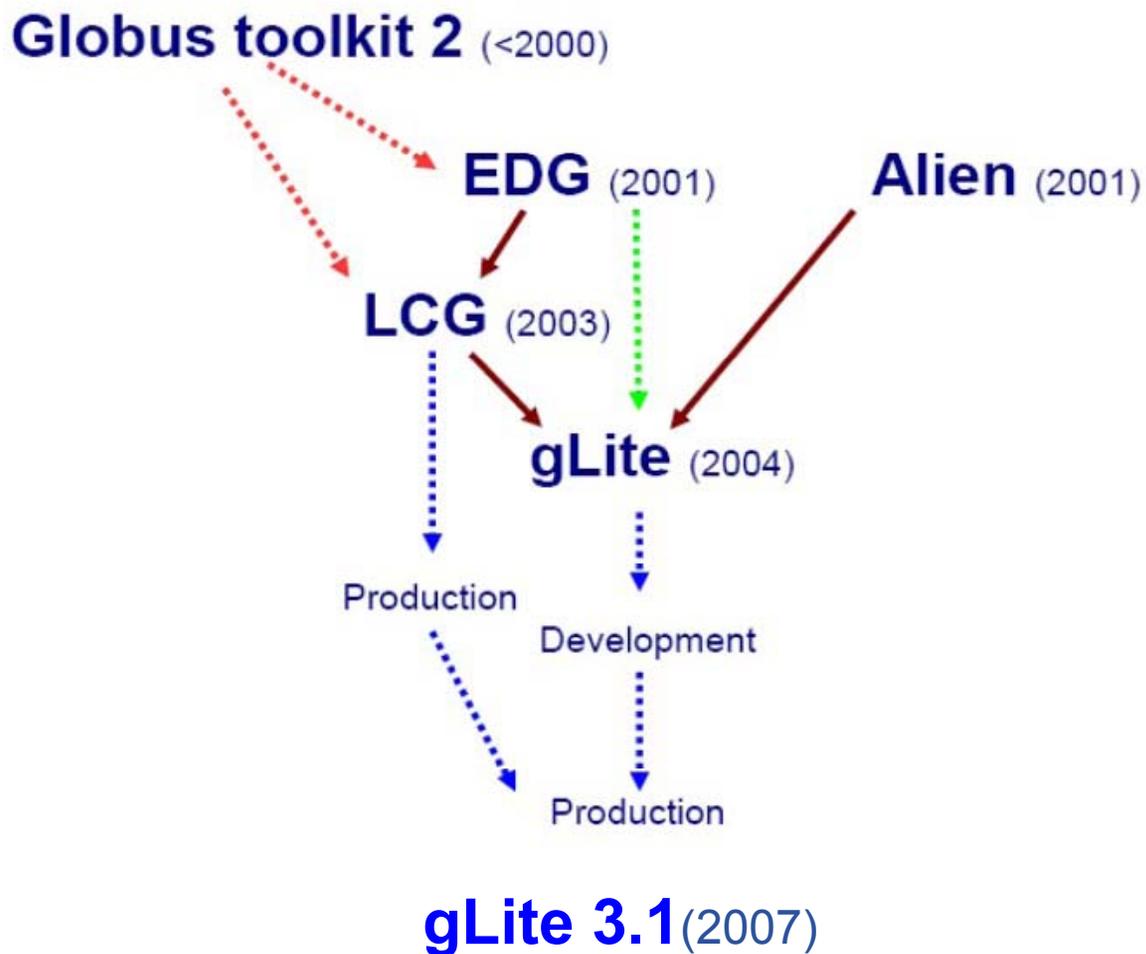
- **Используя Грид**

- Для входа – единый цифровой сертификат (“Аутентификация”)
- Использование прав, делегированных вам (“Авторизация”)
- Запуск заданий
- Управление файлами: создание, чтение/запись, список директорий

- **Сервисы связываются через Интернет**

- **ППО (middleware)**

- **Множество административных доменов**





User Interface (UI): Для пользователя - точка входа в Грид



Resource Broker (RB) (Workload Management System (WMS)):
Определяет соответствие между требованиями задания и доступными Грид-ресурсами



Information System: Содержит характеристики и статус ресурсов



File and replica catalog: местоположение файлов в Грид и их реплик



Logging and Bookkeeping (LB): Статус заданий, выполняющихся в Грид



Computing Element (CE): Очередь заданий на вычислительном узле, где может выполняться задание пользователя



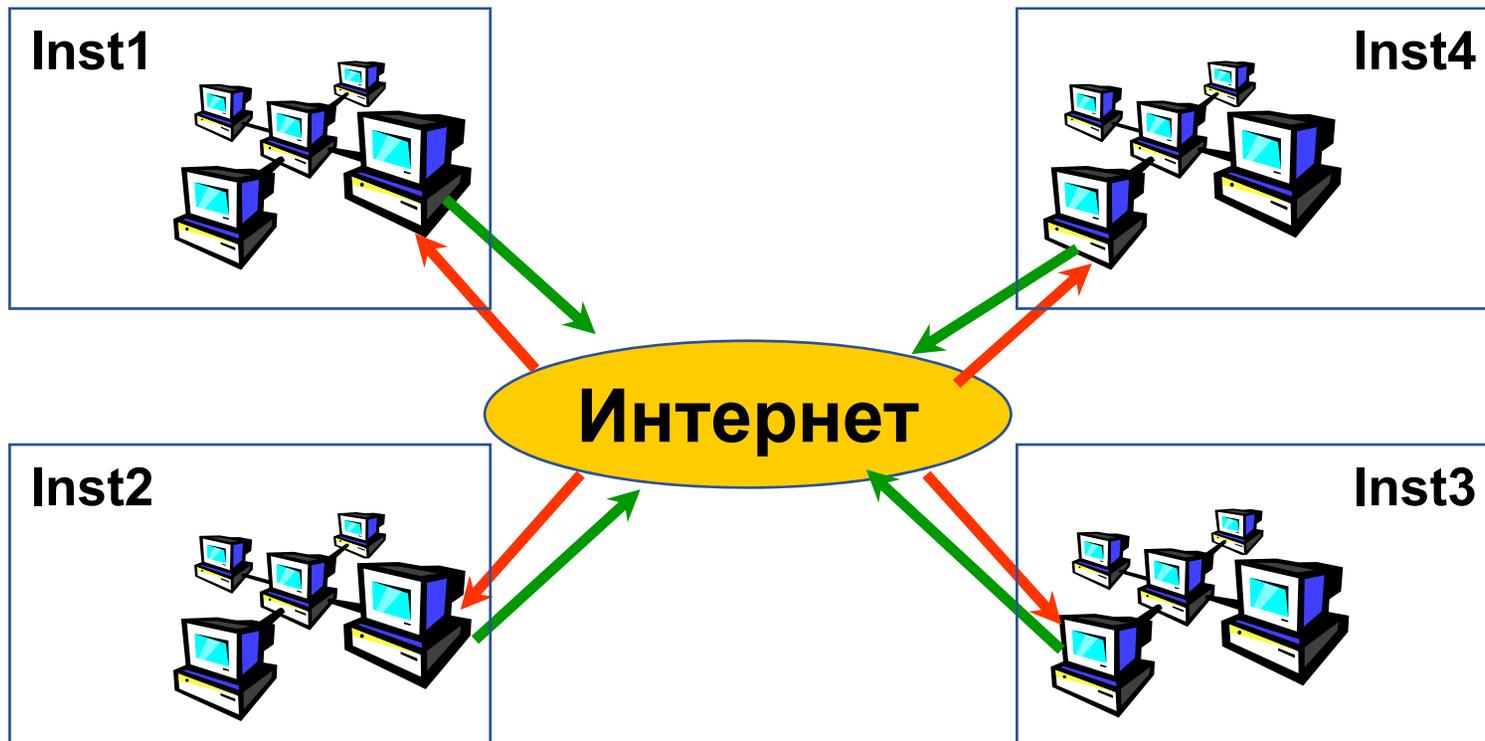
Storage Element (SE): Сервер хранения данных, где сохраняются Грид файлы (чтение/запись/копирование) или их реплики

Типы грид-систем с позиций решаемых задач

- **Вычислительный Грид для максимальной скорости вычислений за счет распределения задач между различными центрами (Computational Grid)**
 - Высокопроизводительные вычисления (HPC)
 - сокращение времени выполнения задания, допускающего параллельные вычисления
 - требование: **поддержка параллельных вычислений**
 - Высокоэффективные вычисления (HTC)
 - выполнение как можно большего количества схожих заданий за определённый период
 - требование: **использование “свободных” ЦПУ полностью или частично**
- **Грид для интенсивной обработки огромных массивов данных (Data Grid)**
 - Как правило, с использованием физически распределённых баз данных
- **Семантический Грид для оперирования данными из различных баз данных (Semantic Grid)**
 - Интеграция пользователей из различных областей знаний для решения сложных задач

- Донор ресурсов = D
- Пользователь ресурсов = U
- Соответствие между двумя сторонами Грид:
 - $U \sim D$ \Rightarrow базовая модель Грид
 - $U \gg D$ \Rightarrow производственная модель Грид
 - $U \ll D$ \Rightarrow "настольная" модель Грид

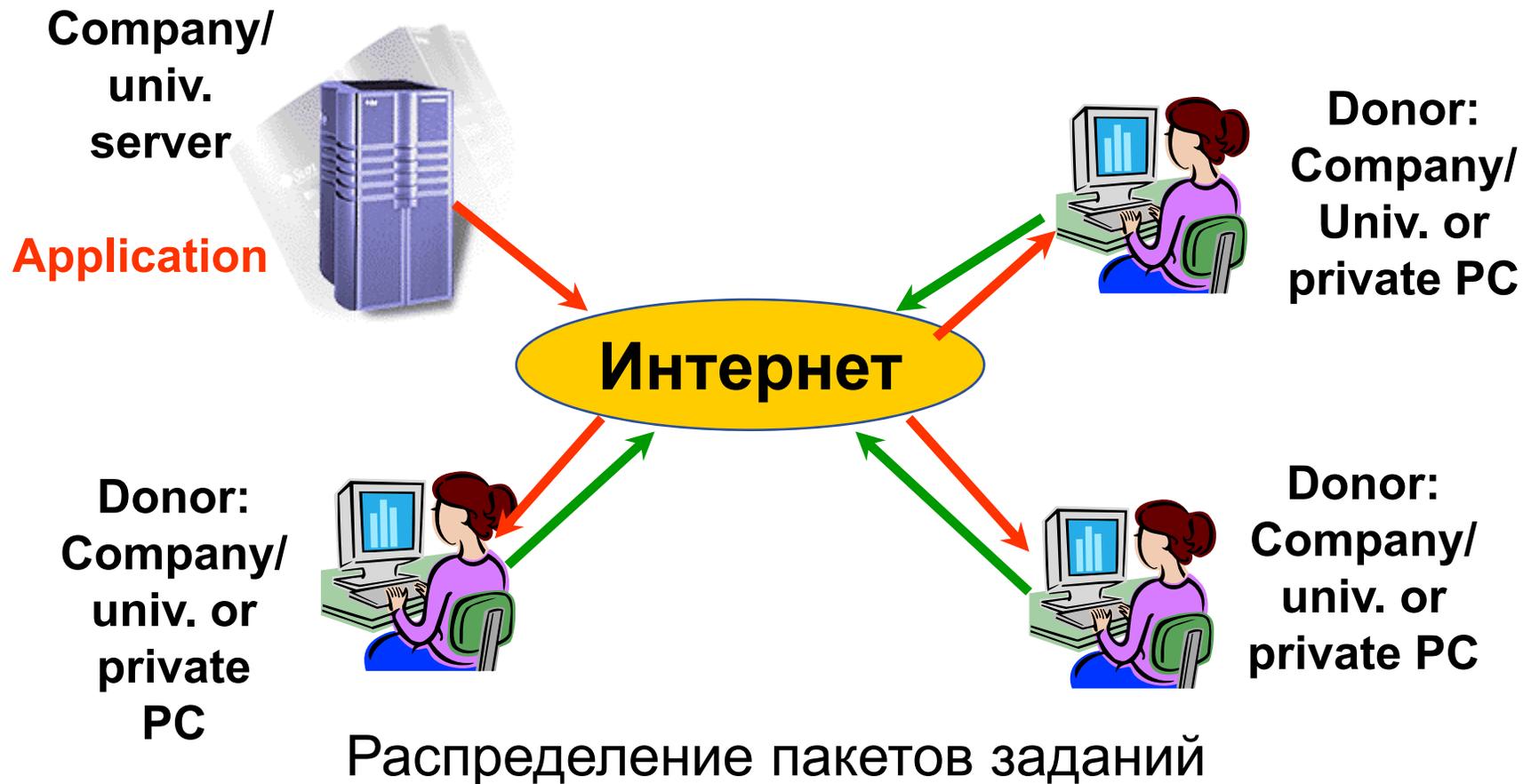
Предоставление свободных ресурсов



Потребление ресурсов

- Каждый может предоставлять ресурсы
- Гетерогенные ресурсы, которые динамически могут присоединяться и удаляться
- **Каждый** (принадлежащий к институтам-участникам) может использовать предоставленные ресурсы для решения своих **собственных** заданий
- Симметричное соответствие между донорами и потребителями:
$$U \sim D$$
- **Примеры:**
 - GT-2 (Globus Toolkit- 2) grids
 - JGrid (проект построения Грид на основе технологии Jini, Венгрия)
- **Проблемы:**
 - установка и обслуживание клиентской и серверной частей является слишком сложным
 - большие проблемы с надёжностью и защищённостью

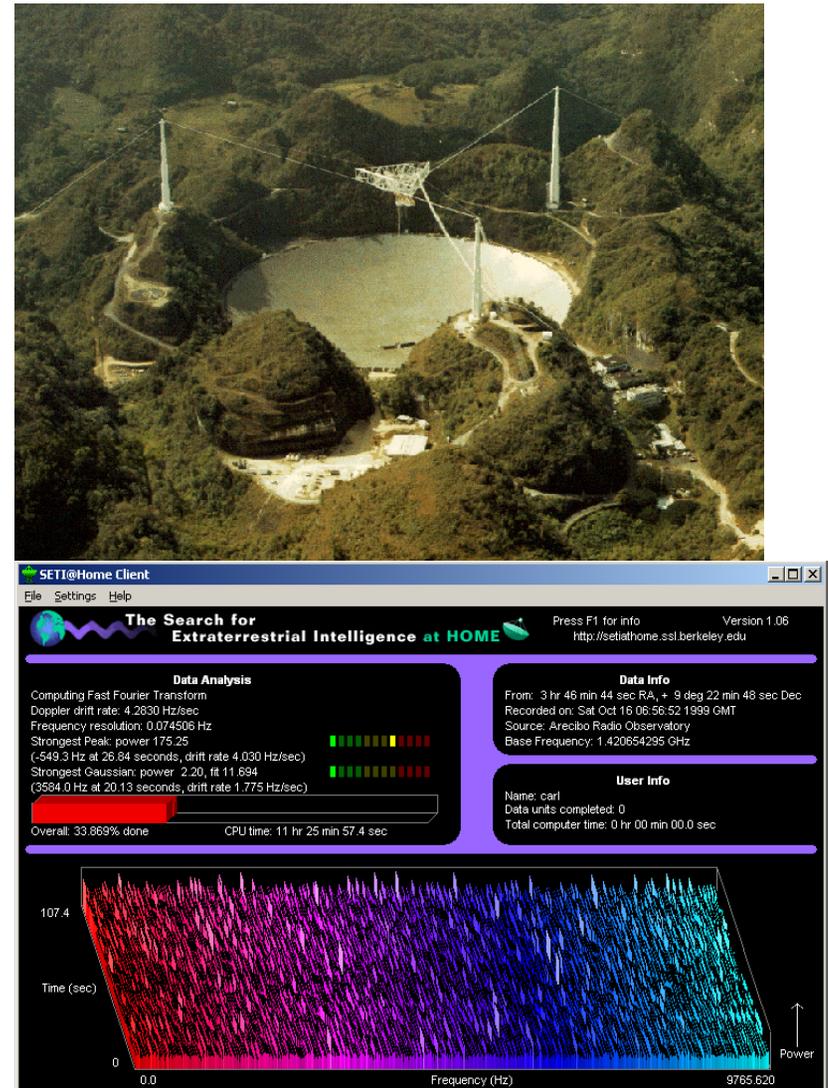
Динамическое выделение ресурсов



eGEE Характеристики “настольной” модели

- Каждый может предоставлять ресурсы
- Гетерогенные ресурсы, которые динамически могут присоединяться и удаляться
- Только один или ограниченное множество проектов может использовать ресурсы -> Упрощение
- На ресурсах присутствует только клиентская часть, окончательная обработка происходит на сервере -> Упрощение
- Асимметричное соответствие между донорами и потребителями:
$$U \ll D$$
- Проекты:
 - BOINC (SETI@home), GIMPS, Distributed.net
- **Преимущества:**
 - Предоставление ресурса (ПК) является предельно простой
 - Установка и обслуживание серверной части гораздо более простая, чем в случае производственного Грид

- Обработка данных, полученных радиотелескопом Аресибо
- Около 5 млн. участников
- 1200 CPU лет в день
- Постоянная вычислительная мощность ~34 TF (примерно такая, какая достигнута в Симуляторе Земли в Японии)
- Высокая степень гетерогенности ресурсов - >77 различных типов процессоров



Проект “Дубна-Грид”, нацеленный на создание Грид-среды на основе незагруженных вычислительных ресурсов офисных компьютеров, установленных в компьютерных классах средних школ города и Университета “Дубна”.

DUBNA - GRID

ОИЯИ

город Дубна

- Канал 100 Мбит/сек ОИЯИ - Университет
- Каналы 100 Мбит/сек Университет - школы
- Мосты и шлюзы в Университете и структуре городской сети

ПРОЕКТ "ДУБНА - ГРИД"

[главная страница](#)
[новости](#)
[информация](#)
[партнеры](#)
[контакты](#)
[ссылки](#)

В Лаборатории информационных технологий Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) совместно с Университетом “Дубна”, при участии Лундского университета (Швеция), Чикагского университета (США) и дирекции Программы наукограда Дубна разработан проект “Дубна-Грид”, нацеленный на создание Грид-среды на основе незагруженных вычислительных ресурсов офисных компьютеров, установленных в компьютерных классах средних школ города и Университета “Дубна”. Каждая из сотрудничающих сторон в этом проекте имеет свои специфические задачи. Так, ОИЯИ заинтересован в привлечении дополнительных вычислительных средств для выполнения научно-исследовательских работ, проводимых в рамках как уже действующих экспериментов, так и экспериментов, готовящихся на ускорителе LHC (Large Hadron Collider) в CERN – ATLAS, ALICE, CMS.

Университет “Дубна” имеет обширную программу развития образовательного процесса и подготовки специалистов для работы с новейшими информационными технологиями. Кроме того, университет заинтересован в организации научно-исследовательской программы с участием аспирантов, студентов университета и Учебно-научного центра ОИЯИ по вопросам, связанным с информационными технологиями. Университеты Лунда и Чикаго заинтересованы в совместном тестировании и использовании различных Грид-систем и решения задач обработки данных с экспериментов на LHC.

Город Дубна, как наукоград России, заинтересован в создании вычислительной инфраструктуры для наукоемких производств и научных исследований в городе. Решение подобных задач в рамках городской структуры, возможно, планируется впервые в мировой практике.

© ОИЯИ. Лаборатория информационных технологий

Предоставление свободных ресурсов

режим 7/24



Динамический запрос ресурсов

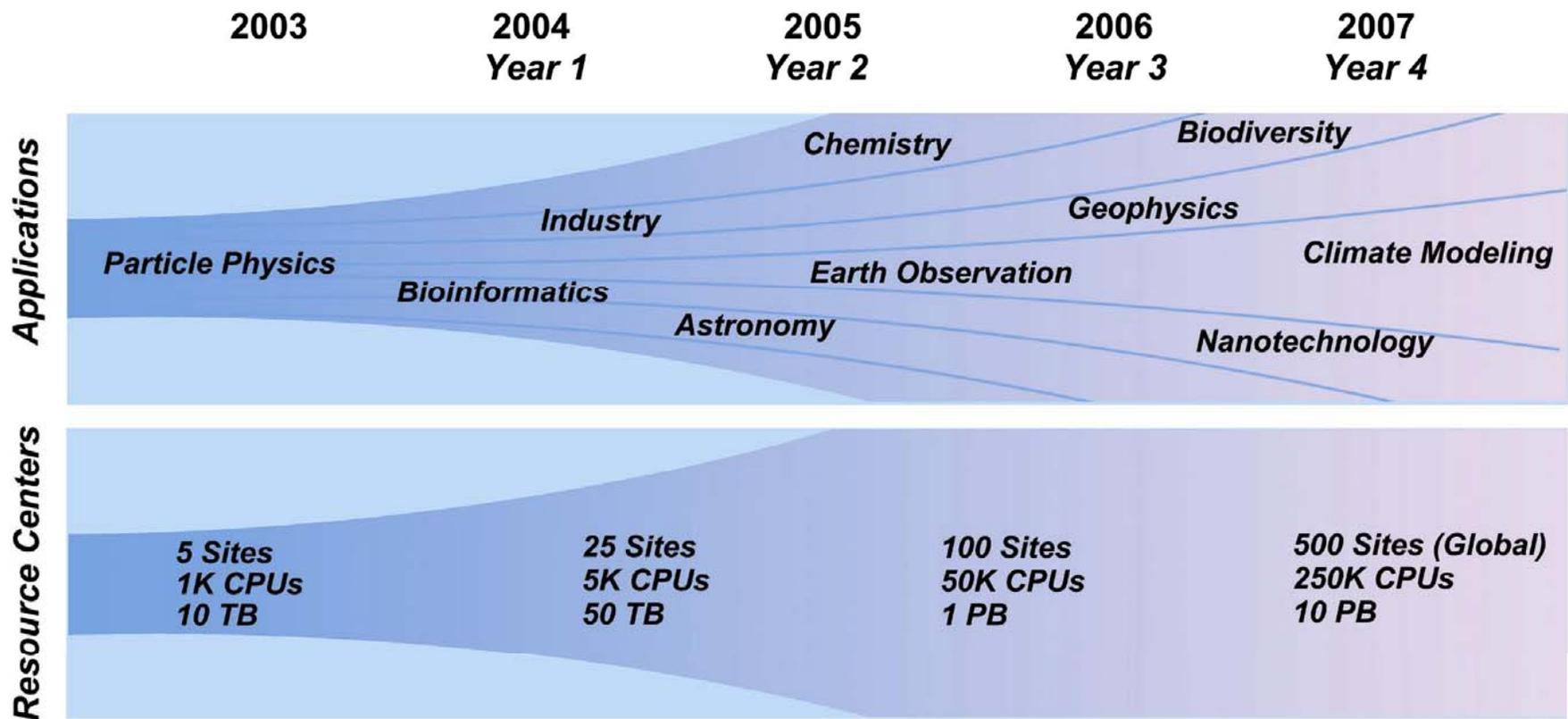
- Донором может быть только “профессиональный” поставщик ресурсов, который может обеспечить надёжное обслуживание (7/24)
- Обычно - гомогенные ресурсы
- Каждый может использовать предоставленные ресурсы для решения своих **собственных** заданий
- Асимметричное соответствие между донорами и потребителями:

$$U \gg D$$

- **Проекты:**
 - **WLCG** (World LHC Computing Grid)
 - **EGEE** (Enable Grid for E-science)
 - **NorduGrid** (Европа)
 - **TeraGrid** (США)

- Обеспечить создание высокопроизводительной продукционной GRID инфраструктуры, ее поддержку и развитие
- Предоставлять круглосуточный доступ к вычислительным ресурсам независимо от их географического положения
- Объединить национальные, региональные и тематические грид-разработки в единую цельную грид-инфраструктуру для поддержки научных исследований
- Привлекать пользователей из различных сфер деятельности (медицина, экономика, культура,...) и обеспечить им высокий уровень обучения и поддержки

Апрель 2004: проект стартовал

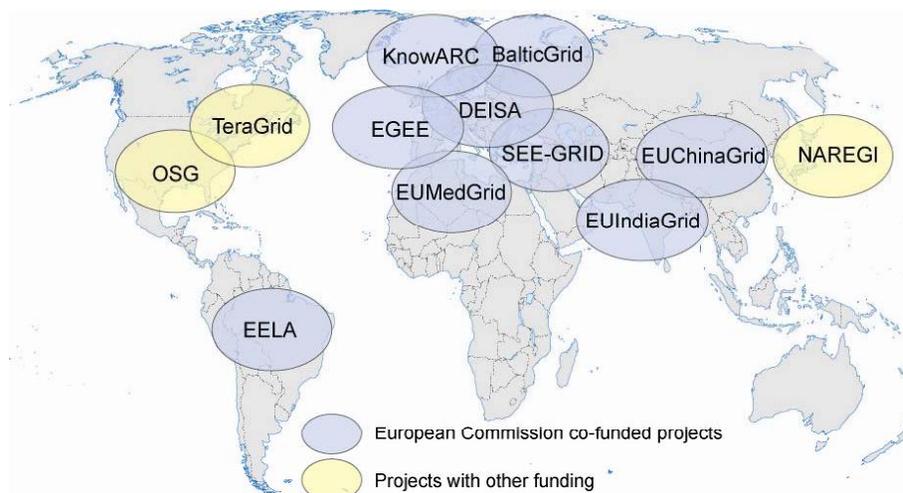


- Более 90 партнёров
 - 36 стран
 - 12 федераций
- Ведущие международные и национальные Грид проекты в Европе, США, Азии



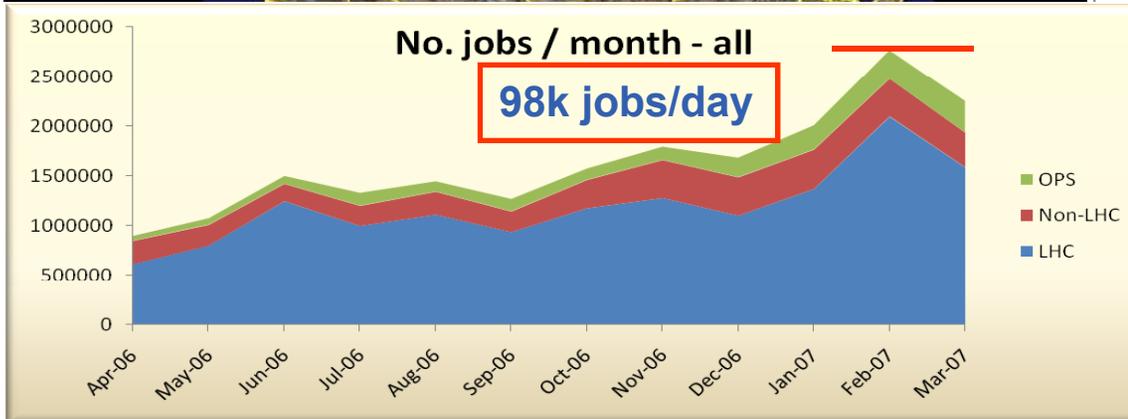
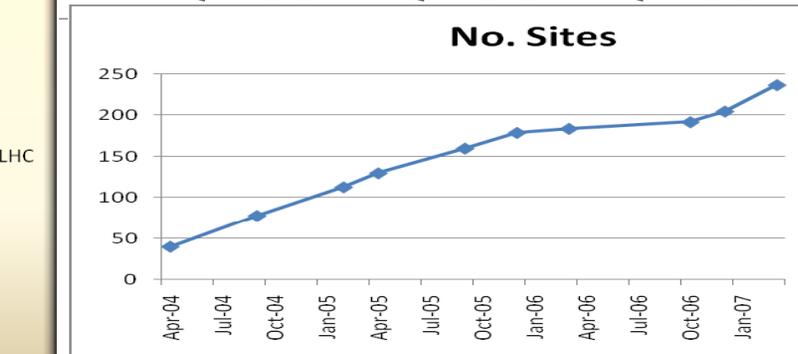
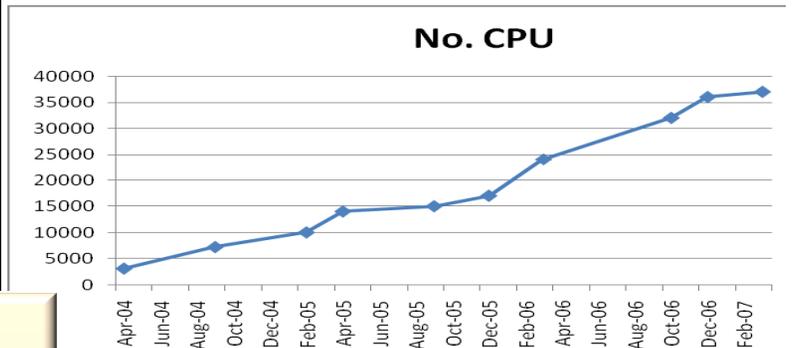
Всего ~80 потенциальных стран-партнёров, участвующих в партнёрских и других проектах:

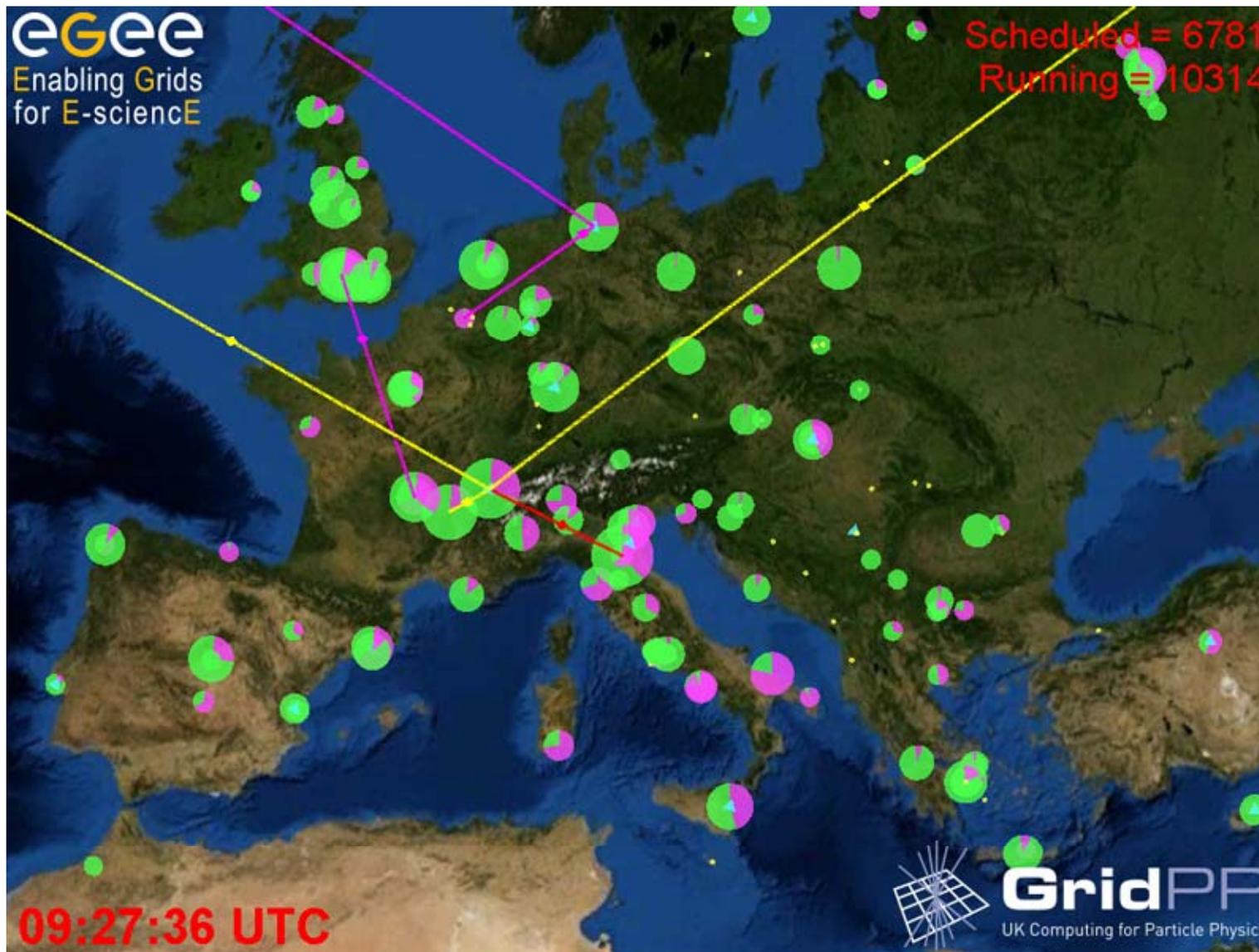
- BalticGrid, SEE-GRID, EUMedGrid, EUChinaGrid, EUIndiaGrid, EELA, Naregi, OSG, TeraGrid



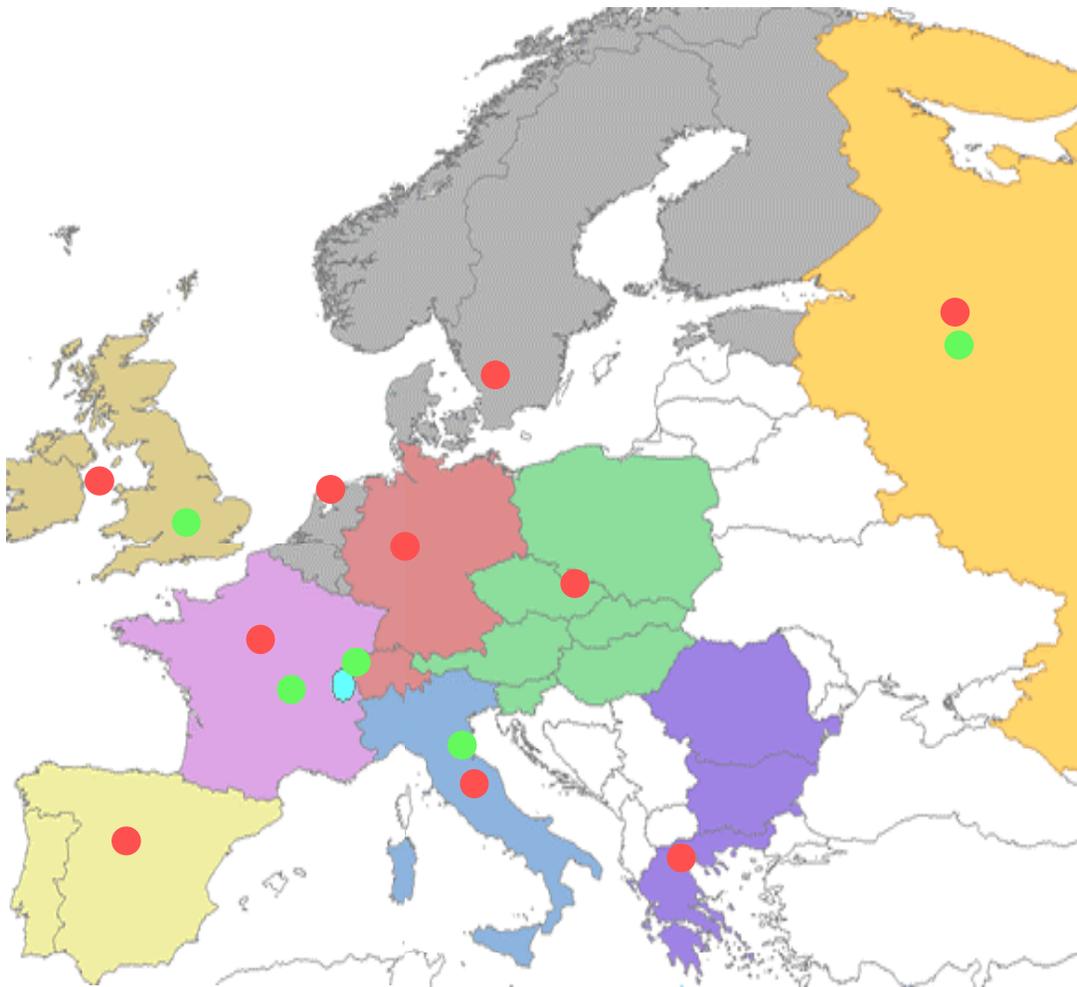


- 237 центров в 45 странах
- ~36 000 CPU
- ~ 5 PB дисковой памяти, + тара MSS
- распределённое управление
- >200 ВО из различных областей науки

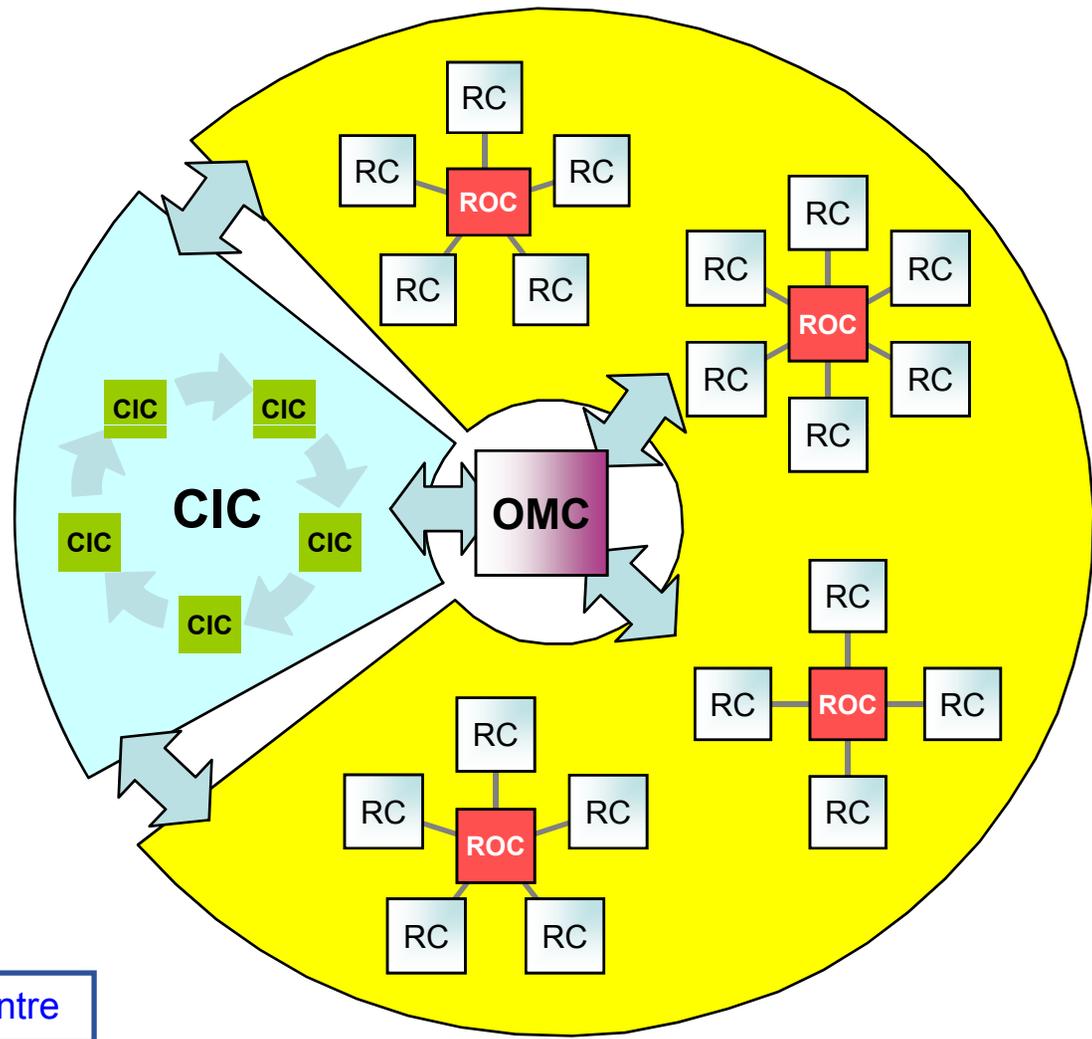






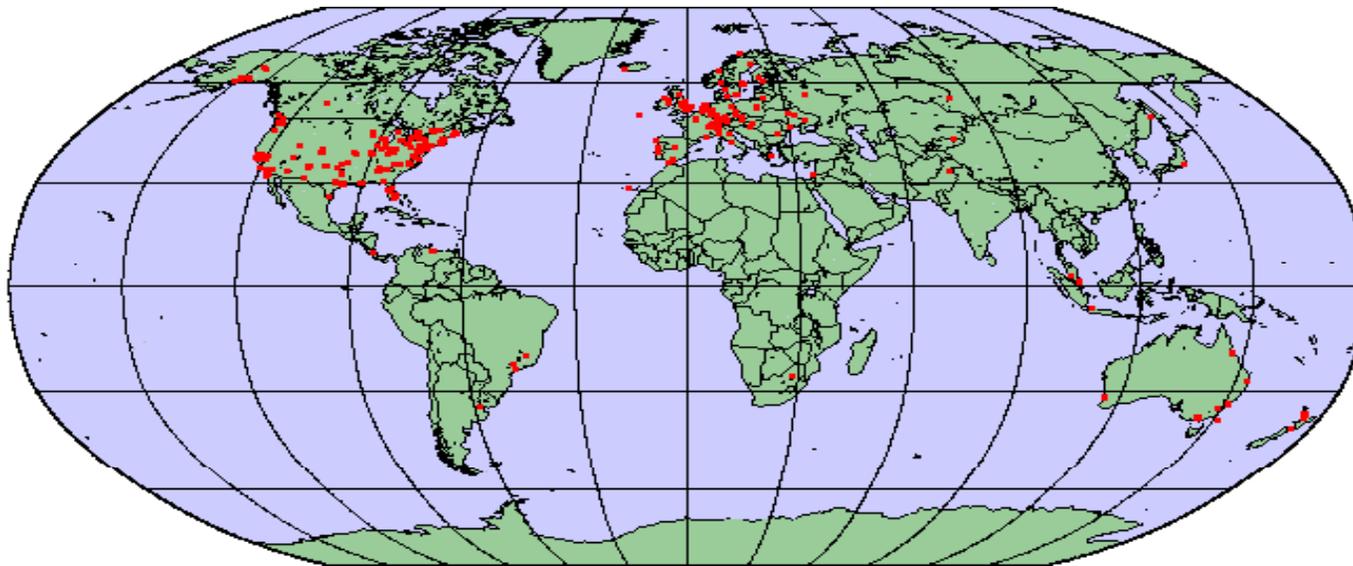


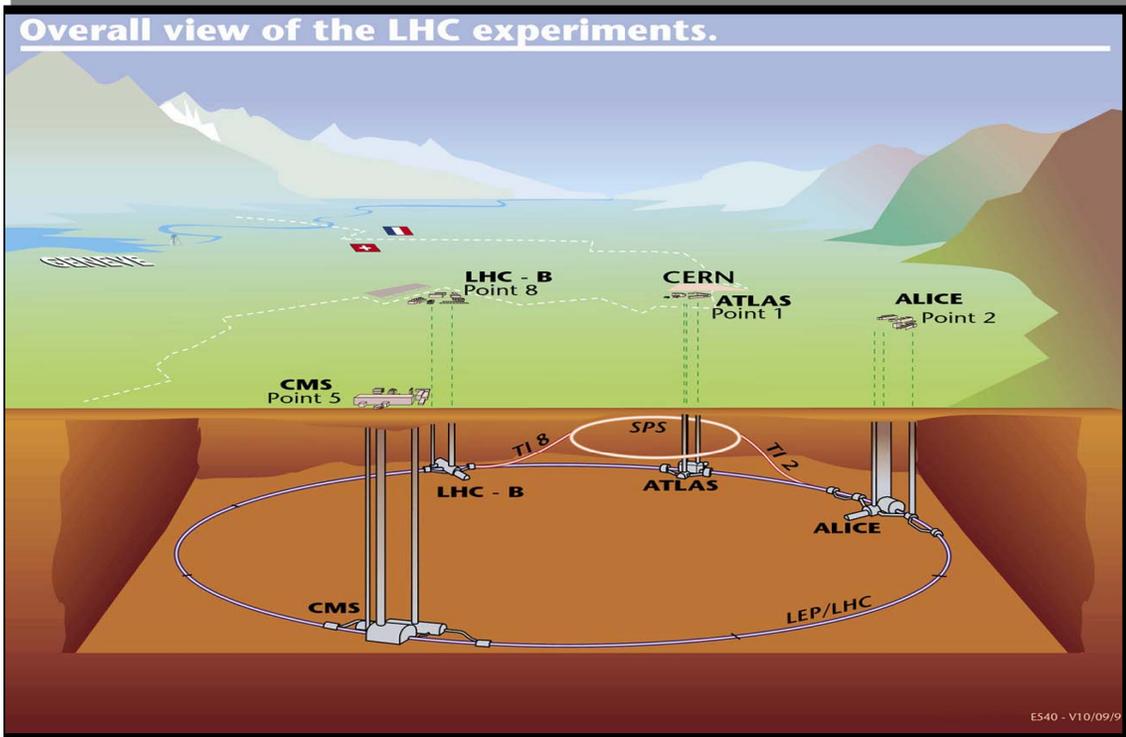
- **Операционный центр управления (ОМС)**
 - ЦЕРН - общая координация
- **Центры базовой инфраструктуры (СІС) - 5 центров** (Великобритания, Франция, ЦЕРН, Италия, Россия)
 - обеспечение постоянной (24x7) работы базовых grid-служб, мониторинг системы;
 - реализация и контроль за выполнением правил, выработанных ОМС
 - обеспечение поддержки узлов 2-го уровня
- **Региональные операционные центры (ROC) ~ 11 центров**
 - поддержка пользователей и администраторов ресурсов
 - координация региональных ресурсов



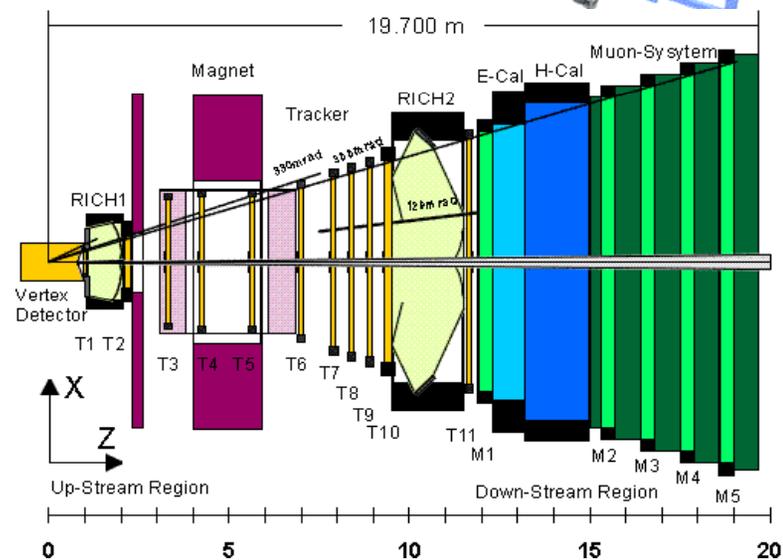
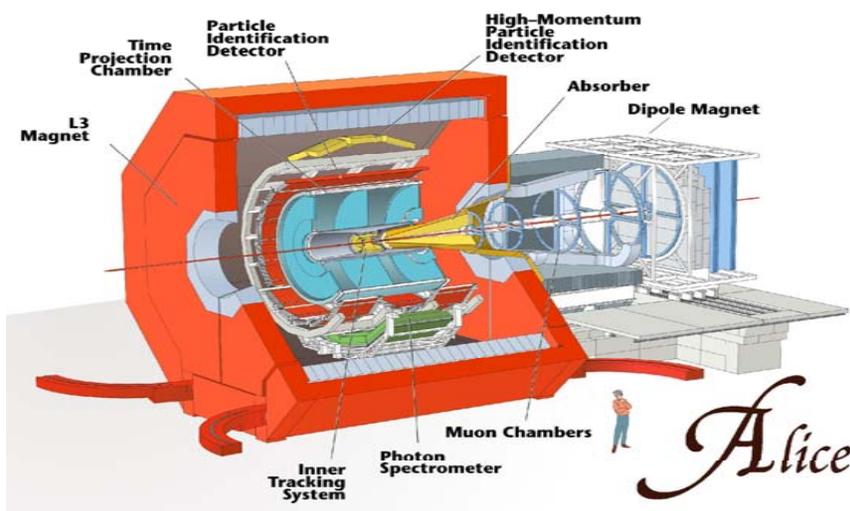
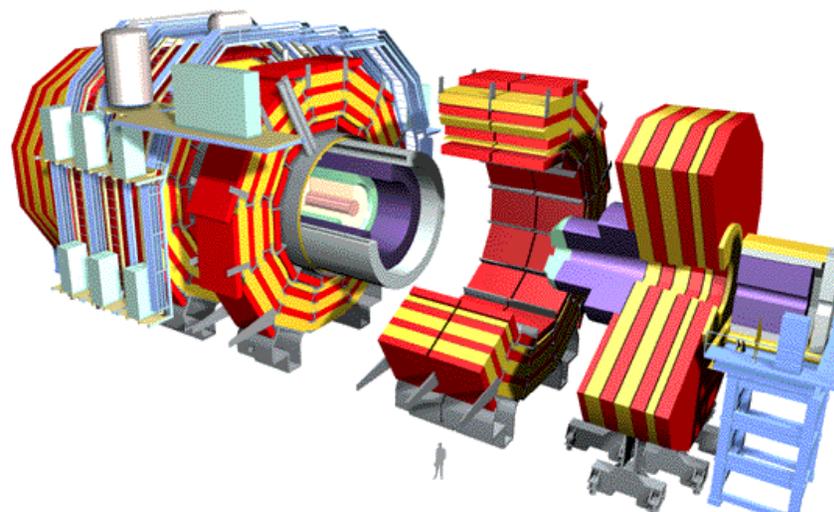
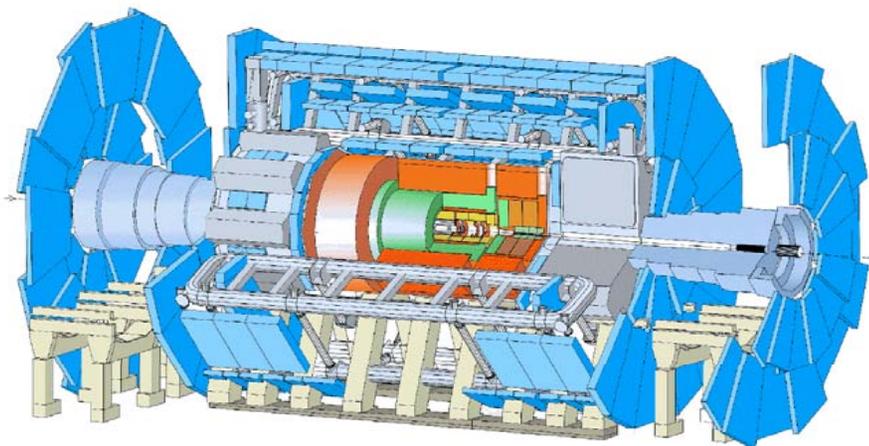
RC = Resource Centre

- Расположен на границе Швейцарии-Франции. Крупнейший в мире исследовательский центр по ФВЭ
- Работают представители ~500 университетов и институтов (штат~2500чел., 6500 визитеров из ~40 стран)
- Сделано много открытий и разработано много новых технологии, включая WWW.
- Большинство Нобелевских лауреатов по физике последних лет так или иначе связаны с ЦЕРН.





- Длина окружности ускорителя – 27 км.
- Запуск – в 2008 году







- 40 000 000 столкновений в секунду
- После фильтрации, остаётся только 100 событий в секунду
- Объём оцифрованных данных для одного события ~ 1 Мб
- За год необходимо записать 10^{10} событий = 10 Петабайт данных в год

1 Мегабайт (1MB)
 Цифровая фотография
 1 Гигабайт (1GB) = 1000MB
 DVD фильм
 1 Терабайт (1TB) = 1000GB
 Объём всех книг, изданных за год в мире
 1 Петабайт (1PB) = 1000TB
 Производит за год один эксперимент БАК
 1 Экзобайт (1EB) = 1000 PB
 Объём информации, которую производит за год всё человечество

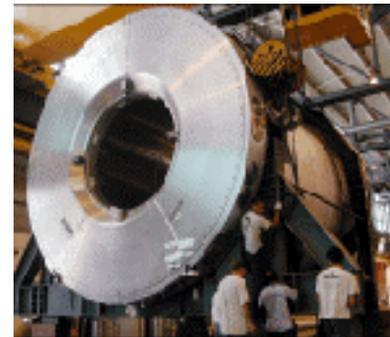
CMS



LHCb



ATLAS



ALICE



- Объём получаемых данных БАК соответствует 20 миллионам записанных CD дисков в год. **Где их хранить?**
- Анализ данных LHC потребует вычислительных мощностей, эквивалентных мощности 100000 самых современных процессоров. **Где их взять?**
- Ресурсы ЦЕРН уже сейчас составляют более 1000 2-х процессорных ПК и 8 Пб памяти на дисках и на лентах. **Но этого мало!!!**

Выход – объединение вычислительных ресурсов физиков всего мира

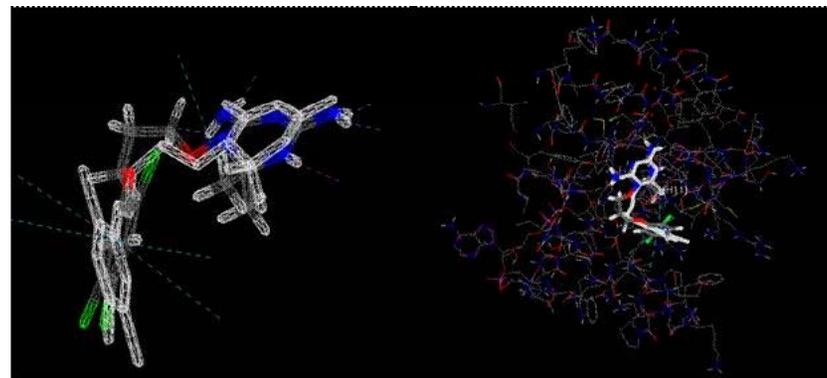
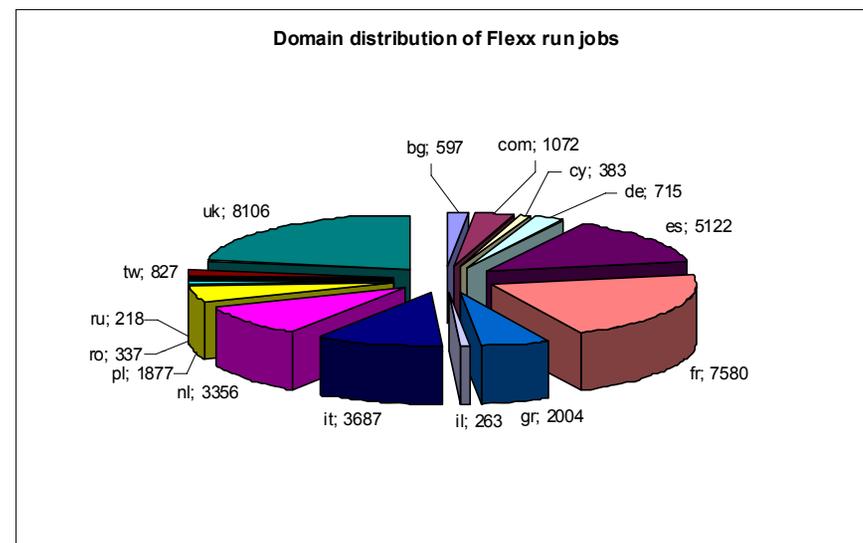


- Эксперименты на LHC предполагают беспрецедентное использование компьютеров для хранения и обработки данных.
- LHC Computing GRID (LCG проект) и GRID технологии являются ответственностью CERN. ППО LCG-2 было выбрано как стартовая версия для EGEE (EGEE-0).

По этим принципам CERN является головным партнером в EGEE проекте.

- для экспериментов на ускорителе LHC (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) - LCG
- биомедицина и биоинформатика
 - ✓ GATE - медицинская томография и планирование процедур радиотерапии
 - ✓ gPTM3D - Грид-ориентированные методы сбора, обработки и анализа трёхмерных радиологических изображений человеческих органов,
 - ✓ Mammogrid - проект, посвящённый созданию всеевропейской базы данных маммограмм
 - ✓ GPS@ : портал по биоинформатике, посвящённый различным средствам для анализа белков
 - ✓ CDSS - клиническая система поддержки принятия решений
 - ✓ моделирование взаимодействия потенциальных лекарств с белками-мишенями (проект WISDOM)

- Приложение Drug Discovery, позволяющее вычислять вероятность прямого контакта между потенциальным лекарством и белком-мишенью
- Первый в истории биомедицины сеанс массовой обработки данных (малярия)
 - Исследовано 46 миллионов посадочных лиганд
 - Получено более 1 Тб данных
 - Использованы ~1000 компьютеров из 15 стран, что составляет ~ 80 машино/лет
 - Средний фактор ускорения – 600
- Второй сеанс (птичий грипп)
 - Использованы ~5000 компьютеров из 27 стран, что составляет ~ 420 машино/лет
 - Получено более 2 Тб данных
 - Средний фактор ускорения – 2000



- **Науки о Земле:**
 - ✓ наблюдения за поверхностью Земли со спутников,
 - ✓ гидрология – проникновение морской воды в прибрежный водоносный слой,
 - ✓ климатология – прогнозирование наводнений,
 - ✓ физика Земли - численное моделирование землетрясений.
- Геофизика (промышленное приложение Geocluster)
- Астрофизика (проекты MAGIC, Planck, ANTARES, NEMO)
- Термоядерный синтез (проект ITER)
- Вычислительная химия (проекты CHARON, CompChem)
- Археология
- Финансовые приложения (проект EGRID)

(Всего свыше 200 виртуальных организаций)

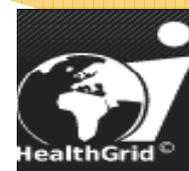
Проекты, представленные на конференции EGEE'07



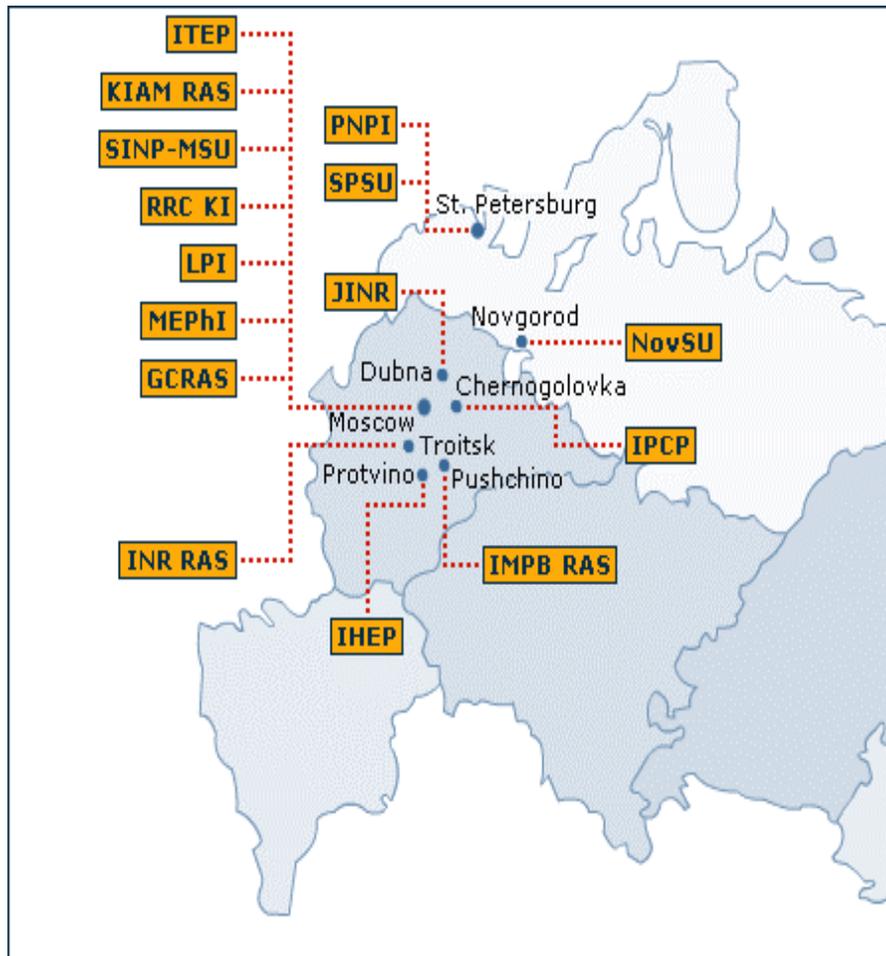
EGEE

EGEE-II

EGEE-III



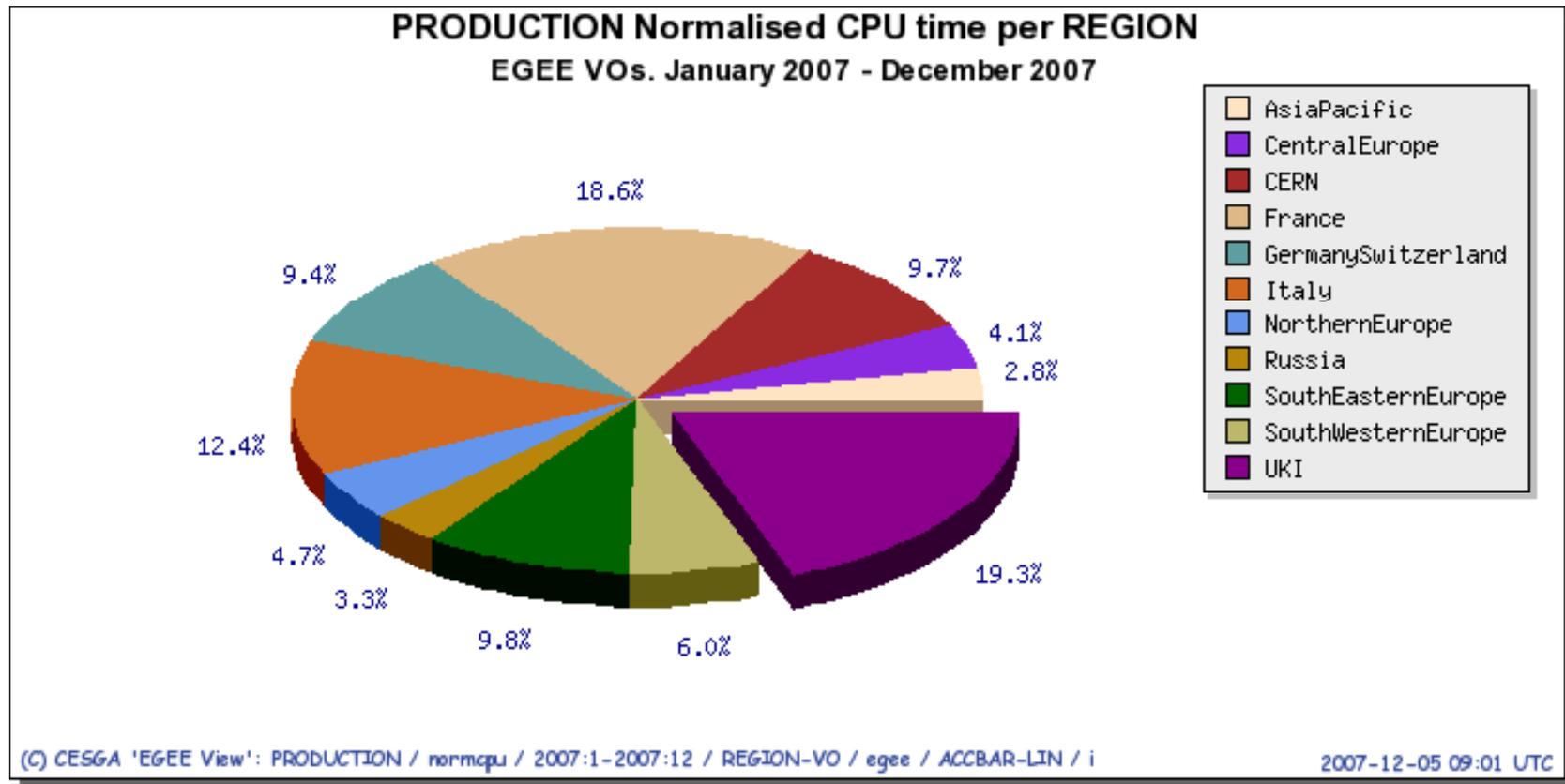
- Англия UK National Grid Service <http://www.ngs.ac.uk>
- Австрия Austrian Grid Initiative <http://www.austriangrid.at>
- Бельгия BEgrid <http://www.begrid.be/>
- Болгария Bulgarian Grid Consortium, BGGC, <http://www.grid.bas.bg/consortium.htm>
- Хорватия CRO-GRID <http://www.srce.hr/crogrid/>
- Чехия METACentrum <http://meta.cesnet.cz>
- Эстония Estonian Grid, working under Estonian Educational and Research Network (EENet) <http://grid.eenet.ee>
- Финляндия CSC – Scientific Computing Ltd., <http://www.csc.fi>
- Франция EGEE-FranceGermanyD-Grid, <https://www.d-grid.de/index.php?id=1&L=1>
- Греция HellasGrid, HG, <http://www.hellasgrid.gr>
- Ирландия Grid-Ireland <http://www.grid.ie/>
- Израиль Israel Academic Grid (IAG) <http://iag.iucc.ac.il>
- Италия Italian Grid Infrastructure, IGI, <http://www.italiangrid.org>
- Литва Lithuanian Grid LitGrid <http://www.litgrid.lt>
- Голландия Netherlands National Science Grid, internally known as BIGGRID project
- Норвегия Norwegian Grid (NorGrid), <http://www.norgrid.no>
- Польша PL-Grid, <http://plgrid.cyfronet.pl> (public part in preparation)
- Португалия Iniciativa Nacional Grid – INGRID <http://www.gridcomputing.pt/>
- Румыния RoGrid URL: <http://www.rogrid.ro> (old version)
- **Россия Russian Data Intensive Grid (RDIG): <http://www.egee-rdig.ru>**
- Сербия SerbiaAcademic and Educational Grid Initiative of Serbia AEGIS <http://aegis.phy.bg.ac.yu>
- Украина Ukrainian Grid, UGrid <http://grid.ntu-kpi.kiev.ua/>
- Швеция Swedish Grid, SweGrid, <http://www.swegrid.se/> and <http://www.snicsvr.se/>
- Турция TR-Grid National Grid Initiative, TR-Grid NGI <http://www.grid.org.tr>
- Германия(D-initiative)



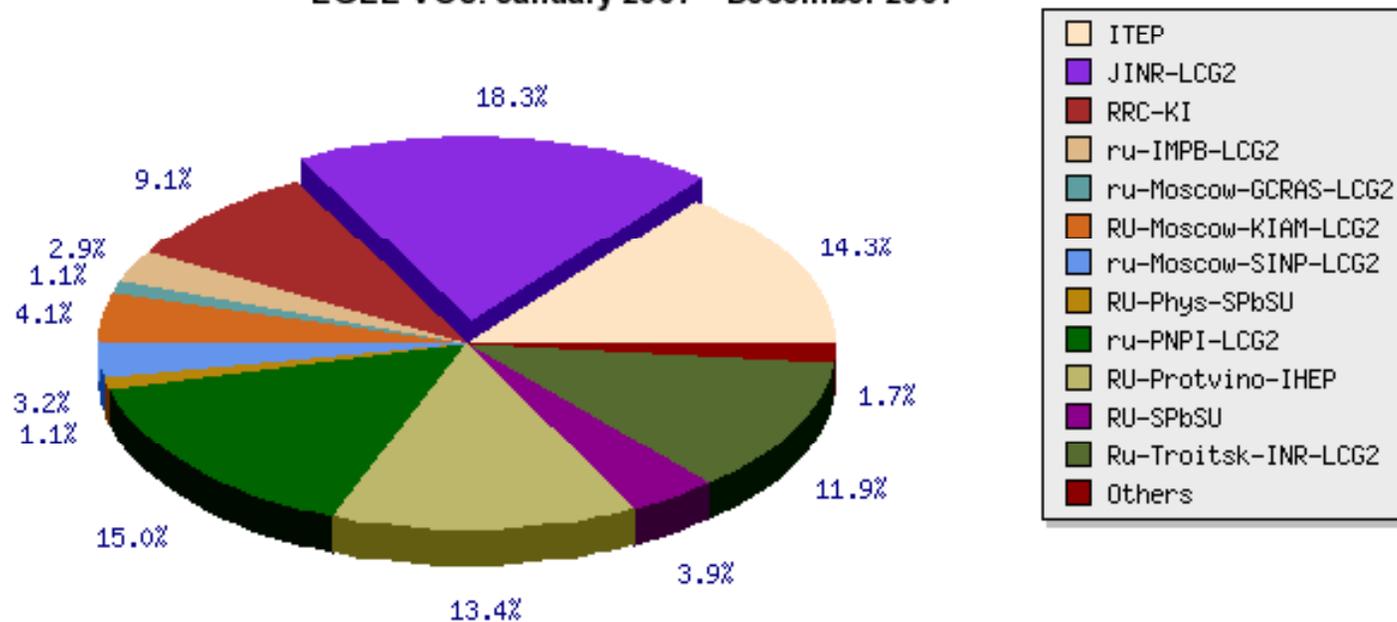
В целях обеспечения полномасштабного участия России в этом проекте был образован консорциум РДИГ (Российский ГРИД для интенсивных операций с данными – Russian Data Intensive GRID, RDIG) для эффективного выполнения работ по проекту и развитию в России инфраструктуры EGEE, с вовлечением на следующих этапах проекта других организаций из различных областей науки, образования и промышленности.

Консорциум РДИГ, согласно принятой в проекте EGEE структуре, входит в проект в качестве региональной федерации “Россия” (“Russia”).

Сейчас в РДИГ (<http://www.egee-rdig.ru>) входят 15 институтов (в 2004 году - 8)



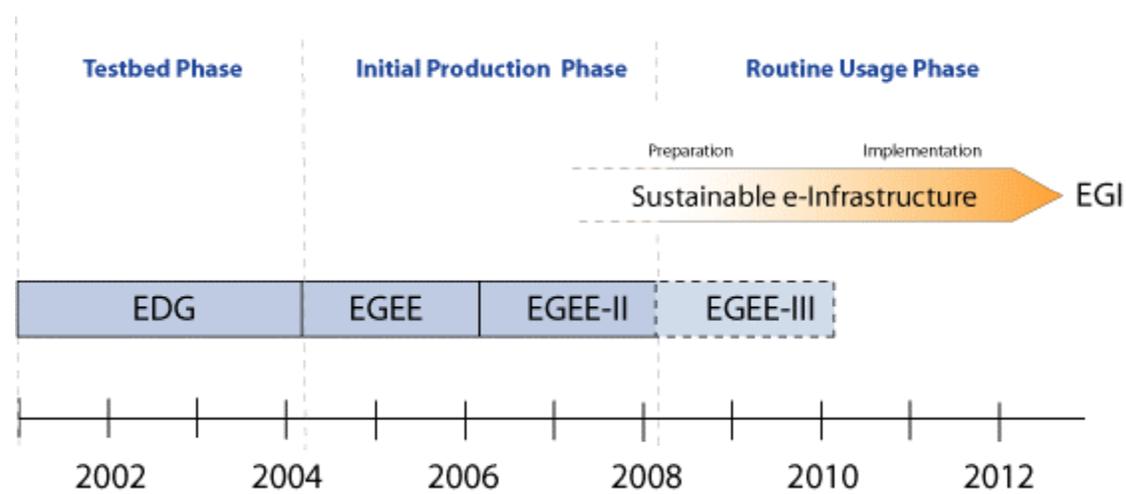
Russia Total number of jobs per SITE
EGEE VOs. January 2007 - December 2007



(C) CESSGA 'EGEE View': Russia / njobs / 2007:1-2007:12 / SITE-DATE / egee / ACCBAR-LIN / i

2007-12-05 09:01 UTC

- Необходимость подготовки постоянной, общей Грид инфраструктуры
- Поддержка долговременной Европейской e-инфраструктуры, независимо от выполняемых краткосрочных (1-2 года) проектов
- Координация интеграции и взаимодействия между Национальными Грид Инфраструктурами (NGI)
- Управление Европейским уровнем производственной Грид инфраструктуры для широкого круга научных дисциплин совместно с NGIs.





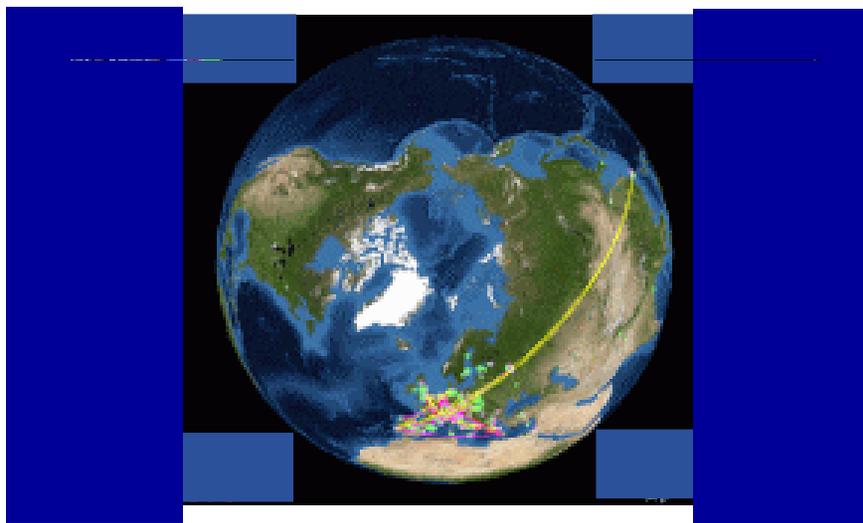
Как стать пользователем Грид EGEE

- Необходимо иметь account на UI локального кластера
 - обращаться к администратору кластера
- Получить цифровой сертификат. Для RDIG – Центр Сертификации (Certification Authority, CA) - <http://ca.grid.kiae.ru/RDIG/>
 - потребуется контакт с лицом, ответственным за регистрацию в вашем институте – Registration Authority
- Вступить в виртуальную организацию
 - виртуальные организации LCG – http://lcg-registrar.cern.ch/virtual_organization.html
 - виртуальные организации RDIG – <http://grid.sinp.msu.ru/grid/roc/voinrdig>

- <http://www.eu-egee.org> - проект EGEE-II
- <http://egee.lib.ed.ac.uk/> - репозиторий материалов (EGEE Digital Library)
- <http://www.egee-rdig.ru/> - RDIG консорциум
- <http://roston.jinr.ru:8080/accounting/> - мониторинг RDIG
- <http://www.gridclub.ru/> - GRIDCLUB.RU :: Интернет-портал по грид-технологиям
- <http://egee.sinp.msu.ru> - НИИЯФ МГУ
- <http://egee.pnpi.nw.ru/> - ПИЯФ РАН



*Добро пожаловать
работать в ГРИД!*



Спасибо за внимание