

**Е. Новодворский
(ПИЯФ, Гатчина)**

**“GRID” - некоторая аналогия с электрическими сетями (power grid),
предоставляющими всеобщий доступ к электрической мощности.**

- **Экстенсивное развитие** - простое увеличение мощности процессоров, емкости накопителей, пропускной способности каналов практически исчерпало свои ресурсы
- Необходим **качественный, концептуальный скачок** в вычислениях (“мощности по требованию”).
- **Разработки в этом направлении** ведут как академические учреждения, так и компании
- ... IBM
 - ✓ “вычисления по требованию” (on-demand computing) реализуют идеи распределения ресурсов по потребности.
 - ✓ “автономные вычисления” (autonomic computing) должна повысить надежность и управляемость вычислительных систем, снизив при этом сложность их эксплуатации.

- **Вначале**

считалось, что Grid будет использоваться в основном для задействования простаивающих вычислительных компьютерных ресурсов с учетом нужд существующего ПО.

- **Сейчас**

стало ясно, что 80–90% ПО составляют совершенно новые приложения, которые вообще не были бы возможны без Grid..

Пример

У одного немецкого банка процедура расчета инвестиционных рисков занимала 13 часов. Теперь, с использованием технологии Grid на Unix кластере, они рассчитывают риски каждые 15 минут.

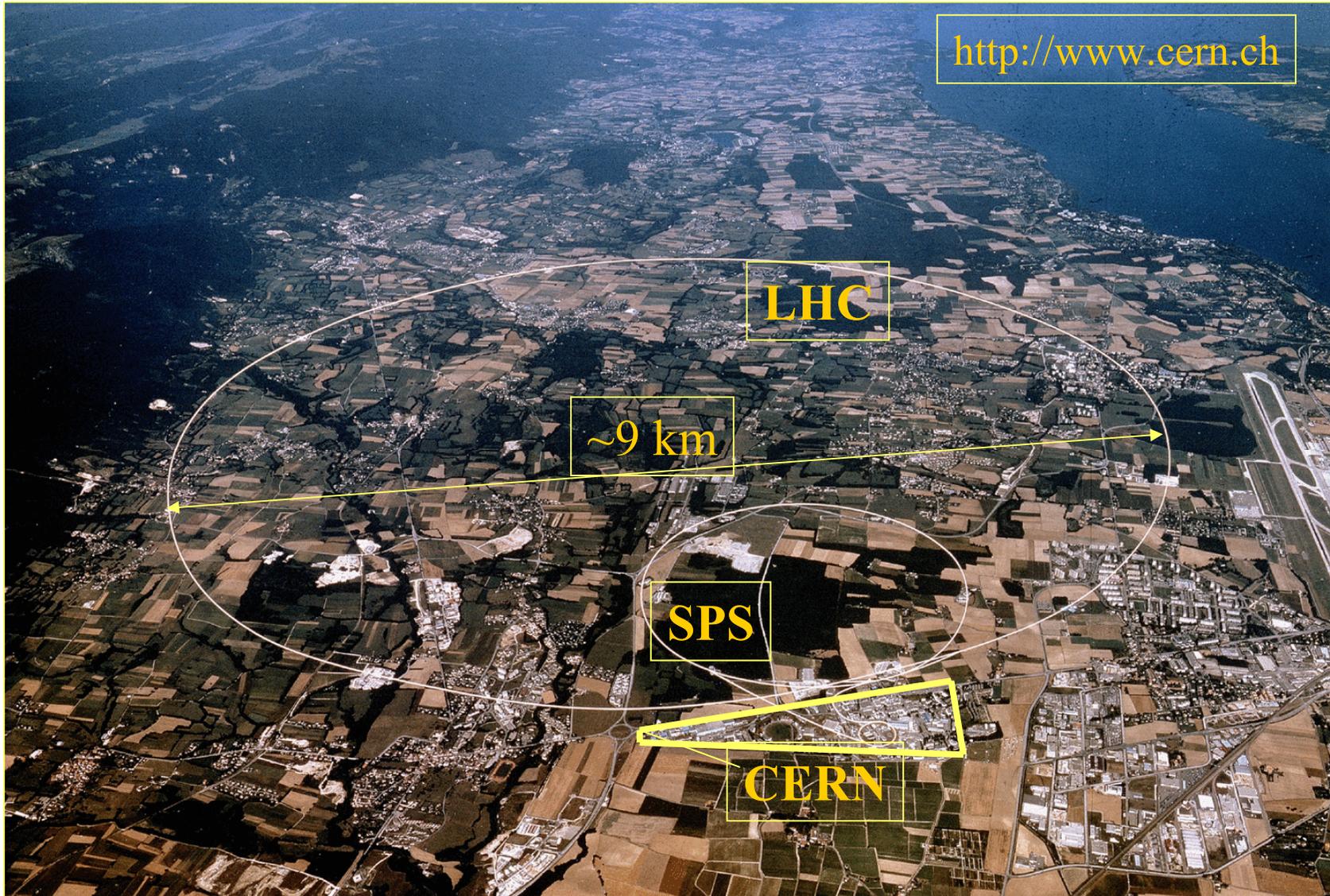
Банк никогда бы не купил компьютер достаточной для таких расчетов мощности и смог позволить себе такую услугу только благодаря технологии Grid”.

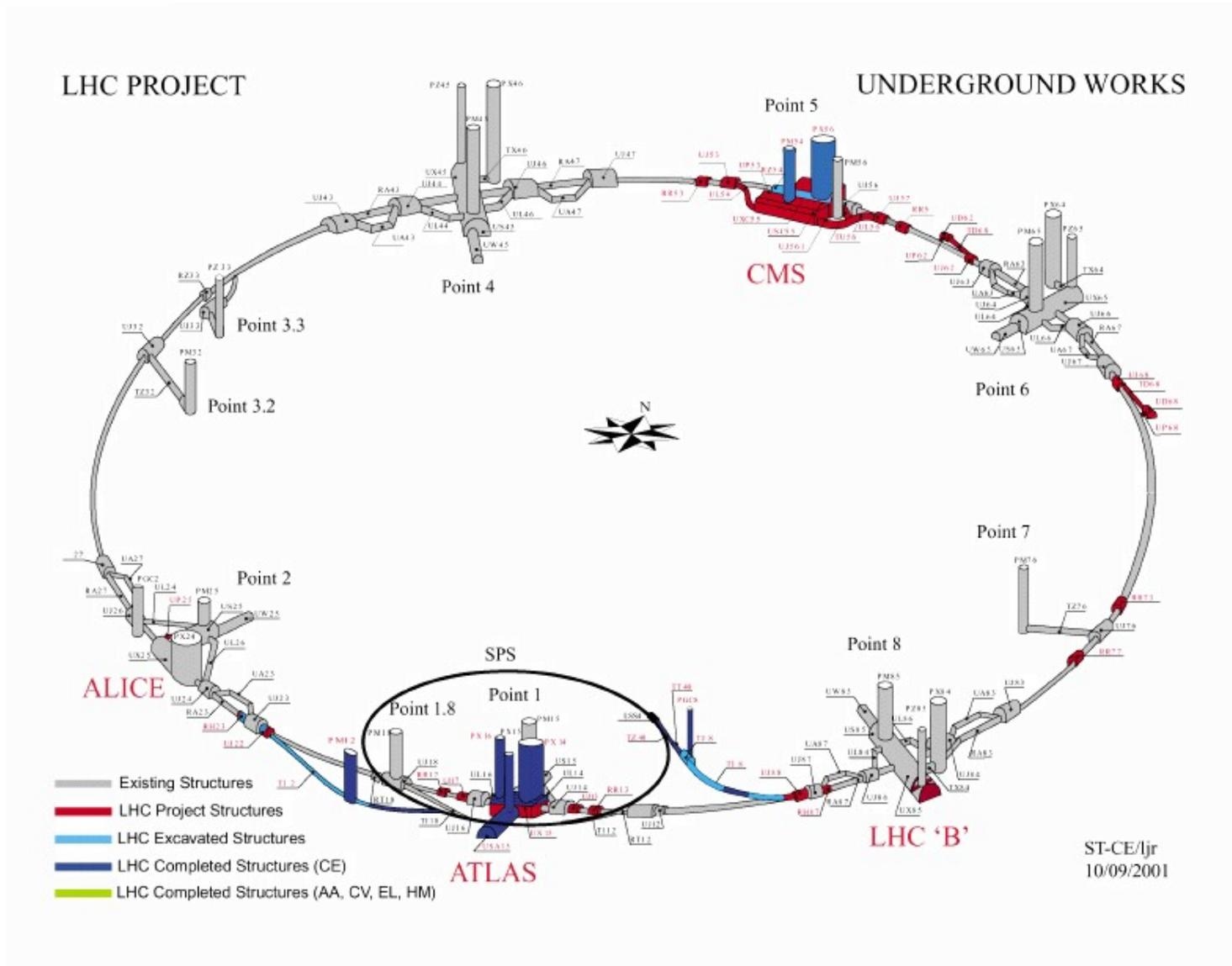
- Начало 90-х - идея создать из многочисленных суперкомпьютерных центров США очень большой **Метакомпьютер**, так чтобы пользователи могли получать практически неограниченные ресурсы для вычислений и хранения данных.
- **ЦЕРН инициатор создания системы распределенных компьютерных вычислений GRID.**
 - ✓ Первая фаза проекта GRID для ускорителя LHC (Большой адронный коллайдер - Large Hadron Collider) была одобрена на Совете ЦЕРН.

Четыре гигантских детектора этого ускорителя будут накапливать больше чем 10 миллионов гигабайт данных в течение каждого года о событиях, происходящих при столкновении частиц. Это эквивалентно содержанию, примерно, 20 миллионов компьютерных компакт-дисков.

- ✓ Почти 10 тысяч ученых из сотен университетов мира группируются в виртуальные сообщества, чтобы анализировать данные с ускорителя LHC.

За одну секунду на экспериментальных установках этого ускорителя будет происходить более одного миллиарда соударений.





но они имеют тенденцию быть

специализированными системами,

предназначенными для целей одного или группы пользователей

Разные типы ресурсов

Не всегда одинаковые оборудование, данные и приложения

Разные типы взаимодействий

Группы пользователей или приложений хотят взаимодействовать с Grid разными способами

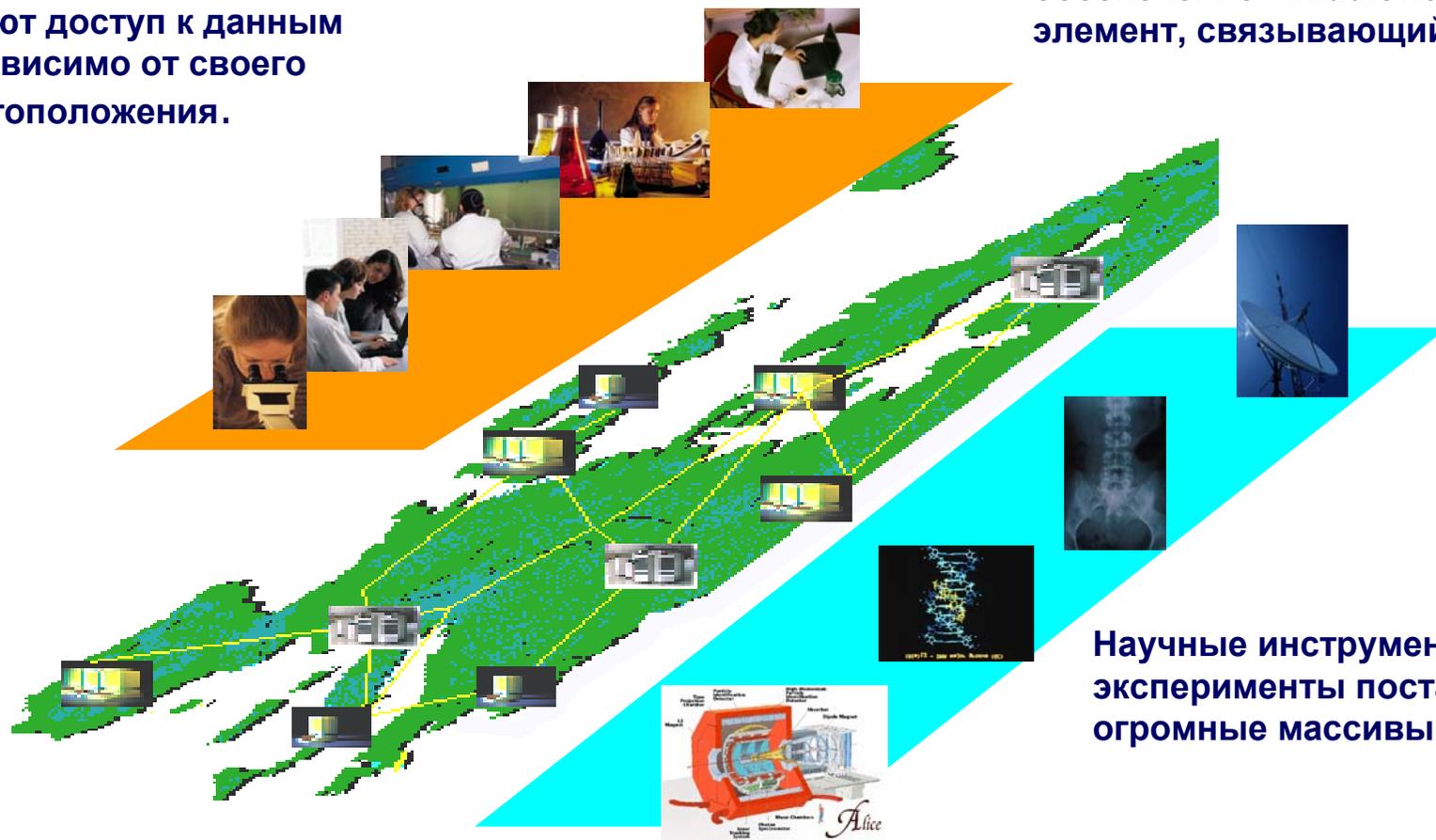
Динамичная природа

Ресурсы и пользователи часто добавляются/удаляются/изменяются

- ✓ Если нельзя считать в миллион раз быстрее, то можно считать медленно, но на миллионе компьютеров одновременно.
- ✓ Вести расчеты сразу на многих компьютерах можно и через Интернет, но для этого вы должны сначала договориться с владельцами компьютеров.
- ✓ Включаясь в Grid, вы изначально отдаете все свои свободные вычислительные мощности в общее пользование.
- ✓ Grid в качестве Интернета-2 намного удобнее и эффективнее.
- ✓ Подключившись к Grid, человек превращает свой самый обычный, дешевый компьютер в супермашину с астрономическими возможностями.

Пользователи используют ресурсы, общаются с коллегами, имеют доступ к данным независимо от своего местоположения.

Объединенные сетью центры обработки данных и соответствующее программное обеспечение "middleware" как элемент, связывающий ресурсы



Научные инструменты и эксперименты поставляют огромные массивы данных

- ✓ **создание компьютерной инфраструктуры нового типа**, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов на основе управляющего и оптимизирующего программного обеспечения (middleware) нового поколения.
- ✓ **создание набора стандартизированных служб** для обеспечения надежного, совместимого, дешевого и всепроникающего доступа к географически распределенным высокотехнологичным информационным и вычислительным ресурсам - отдельным компьютерам, кластерам и суперкомпьютерным центрам, хранилищам информации, сетям, научному инструментарию и т.д.
- ✓ **междисциплинарный характер GRID**. Имеется довольно много общего в вычислительных потребностях различных областей научных исследований - развиваемые технологии применяются в физике высоких энергий, космофизике, микробиологии, экологии, метеорологии, различных инженерных приложениях.

- ✓ **виртуализация ресурсов** — концепция разделения и совместного использования логических и физических устройств в сети.
- ✓ **среда**, в которой объединены находящиеся в разных местах глобальной телекоммуникационной сети вычислительные установки и которая предназначена для выполнения распределенных приложений, использующих ресурсы этих установок.
- ✓ технология **распределенных вычислений в Интернете**
- ✓ опирается и развивает **традиционные технологии Интернет**
- ✓ впервые серьезно ставится вопрос о **гарантированном качестве обслуживания**.
- ✓ **третье поколение Интернета**.

Второе поколение - взаимодействие между двумя компьютерами: с одного мы можем присоединиться к другому и осуществить некую транзакцию.

Третье поколение - со своего компьютера вы сможете заставить работать на себя сеть компьютеров.



**Неизменное увеличение
производительности микропроцессоров**

Можно купить много-гигафлопную систему
менее чем за €800

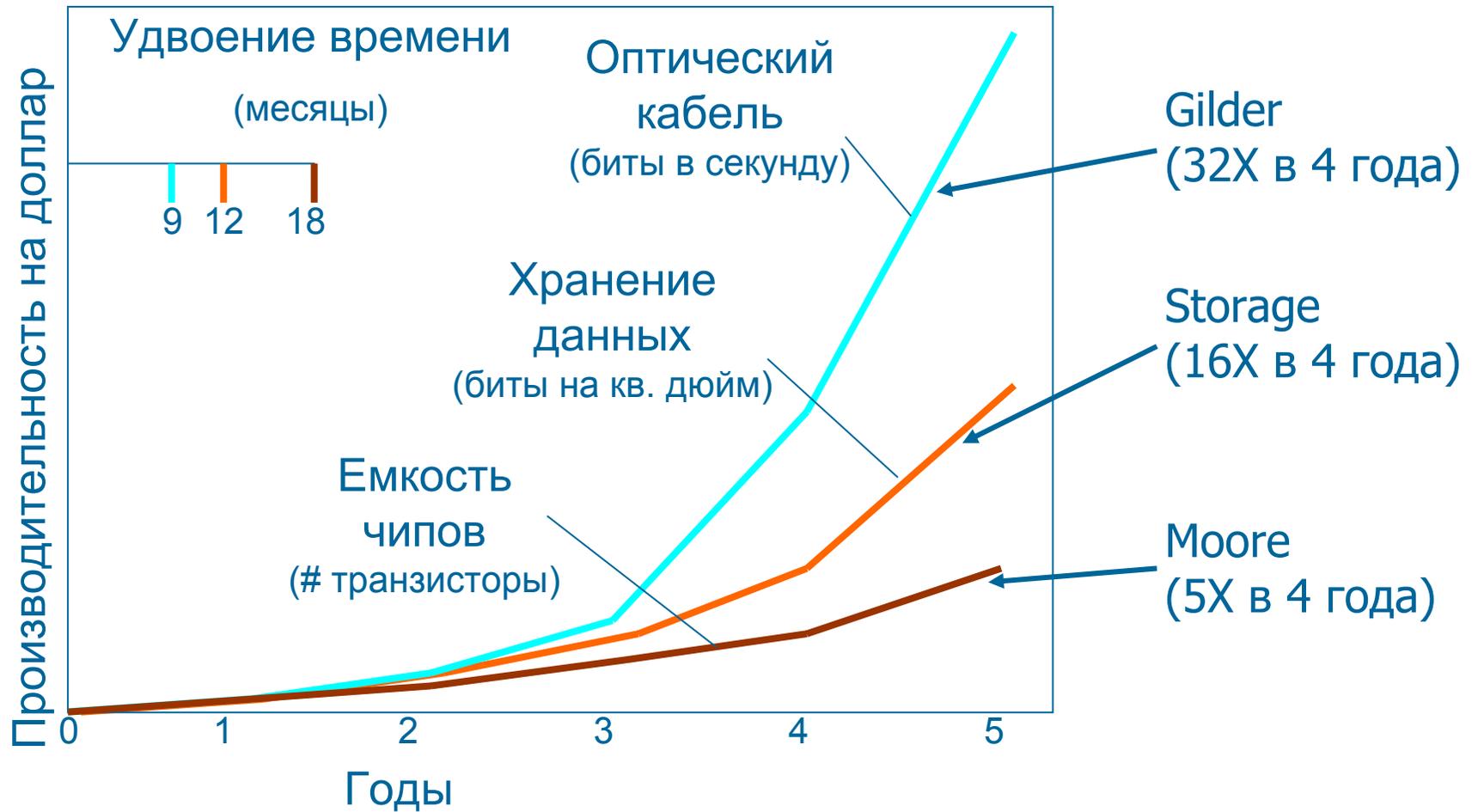
**Желание расширить границы
научного открытия вычислительным
анализом и моделированием e-Science**

Доступность надежной высокоскоростной сети

В Европе сеть GEANT связывает
32 страны со скоростью до 10Gbps (и выше)
В UK прошли от 100Mbps -> 10Gbps с 2000 г
1Gbps обычно доступны для настольных систем



традиционные технологии Интернет



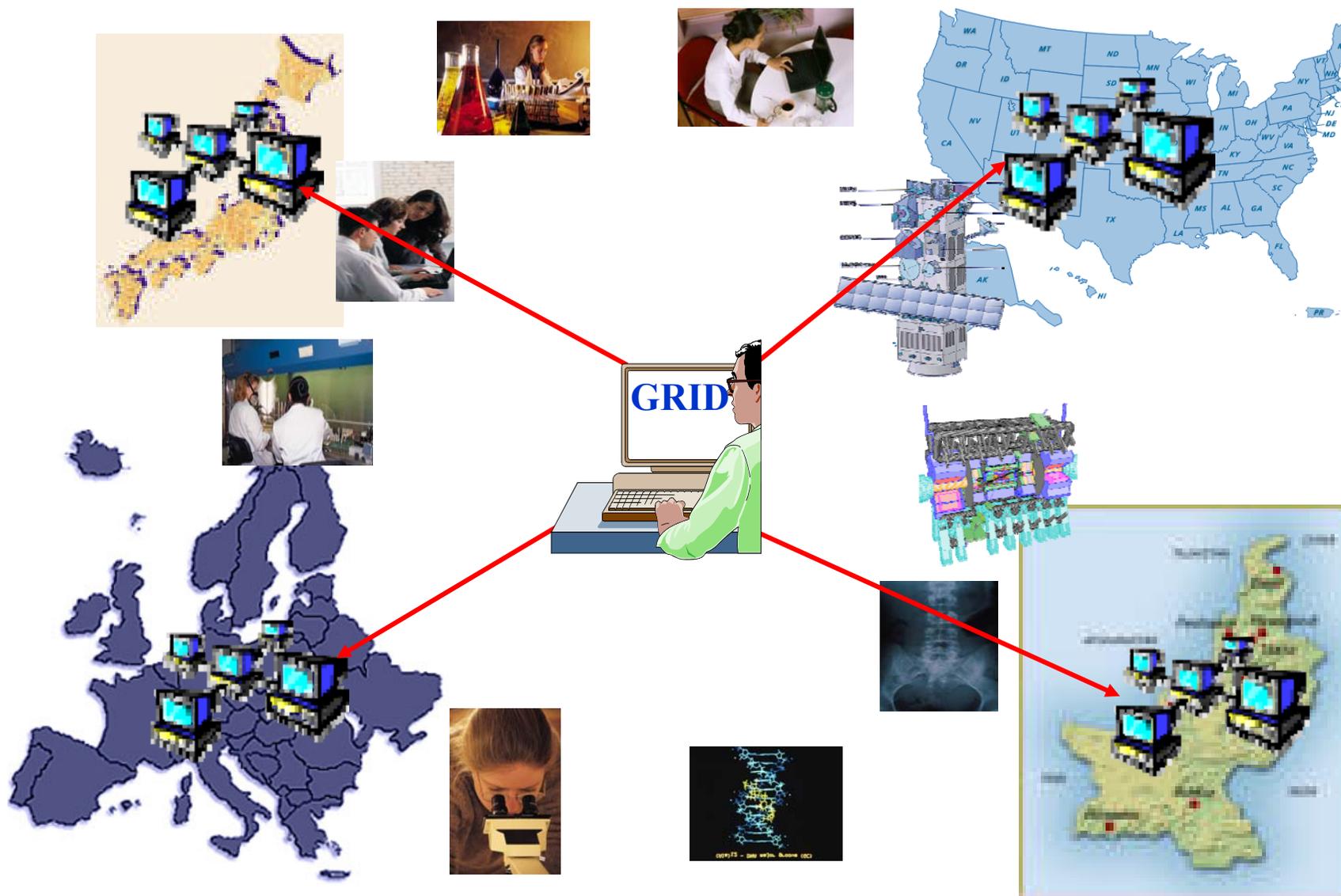
Triumph of Light – *Scientific American*. George Stix, January 2001

NA3 Induction Courses, Санкт-Петербург, 24 октября, 2006 г.

новое направление, позволяющее использовать

- ✓ **вычислительную мощность и**
- ✓ **системы хранения данных в гетерогенных системах.**

Что характеризует Грид?



Гетерогенные ресурсы



- Нужно **разделять данные** между тысячами ученых с разными интересами
- Нужно быть уверенным в том, что все **данные доступны всегда и везде**
- Нужна **масштабируемость и надежность** в течение более, чем 10 лет
- Нужны копии при **разных политиках доступа**
- Нужна **гарантия безопасности данных**



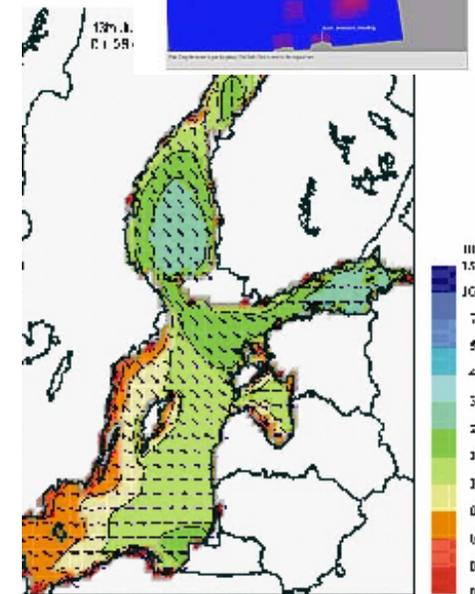
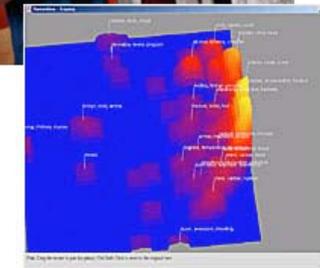
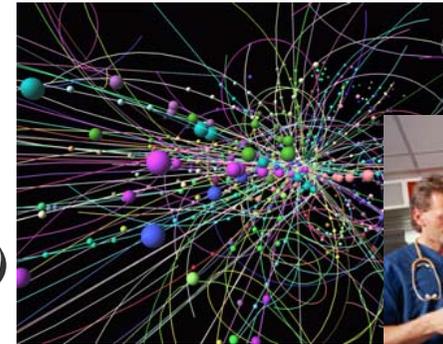
- Grid позволяет вдохнуть новую жизнь в уже существующие технологии.
- Grid является основой для новых приложений, ранее не реализуемых.

- **Ускоритель CERN**
- **UK Science Grid**
- **Национальный маммографический проект в Великобритании**
- **Молекулярная биологии** для моделирования структуры белка, анализа последовательностей ДНК
- **Бизнес** — нефтяная отрасль, геологоразведка
- **В банковском деле**
- **В автомобильной промышленности** Grid позволяет ускорить и удешевить расчет виртуальных краш-тестов
- **Airbus и Boeing** используют технологию для постоянного контроля состояния двигателей и других агрегатов и узлов самолета - показания датчиков, непрерывно собирающих информацию, через спутник передаются на землю, где анализируются в сетях Grid
- **В телекоммуникационной** отрасли потенциальной областью использования Grid являются онлайн-игровые системы, такие, как Butterfly.net
- **IBM** активно использует технологию Grid для внутренних нужд (моделирование при создании микропроцессоров следующих поколений, таких, как Power5 и Power6”

- **Distributed.net** - решение крупных переборных задач. <http://www.distributed.net/>
- **GIMPS** - поиск простых чисел Мерсенна (т.е. простых чисел вида 2^P-1). С начала проекта было найдено 4 таких простых числа. <http://www.mersenne.org/>
- **SETI** - поиск внеземных цивилизаций с помощью распределенной обработки данных, поступающих с радиотелескопа. Для участия в проекте зарегистрировались около 920 тыс. человек. <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>
- **TERRA ONE** - объединение персональных компьютеров, подключенных к Интернет, для решения задач анализа информации, предоставляемой различными заказчиками. www.cerentis.com
- **Legion** - разработка объектно-ориентированного программного обеспечения для построения виртуальных мета-компьютеров, включающих до нескольких миллионов хостов, объединенных высокоскоростными сетями. <http://legion.virginia.edu/>
- **Condor** - распределяет независимые подзадачи по существующей в организации сети рабочих станций, заставляя компьютеры работать в свободное время <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
- **Globus** - построение инфраструктуры для "computational grids", включающей в себя вычислительные системы, системы визуализации, экспериментальные установки. В рамках проекта проводятся исследования по построению распределенных алгоритмов, обеспечению безопасности и отказоустойчивости мета-компьютеров. <http://www.globus.org>.
- **EU Data GRID (EDG)** - для физики высоких энергий, биоинформатики и системы наблюдений за Землей.

- Прикладной уровень для каждого класса задач имеет свои особенности и предполагает взаимодействие с другими уровнями модели с использованием либо стандартных либо собственных средств и сервисов (например, на основе наборов SDKs и интерфейсов APIs)

- **Физика высоких энергий**
(симуляция, реконструкция, анализ, ...)
- **Медицина/Здравоохранение**
(отображение, диагностика и лечение)
- **Биоинформатика** (геном человека, ...)
- **Нанотехнологии** (разработка новых материалов на молекулярном уровне, ...)
- **Инженерия** (авиационная безопасность, ...)
- **Природные ресурсы и Окружающая среда** (прогноз погоды, ...)



- ❑ **Телекоммуникационный центр "Наука и общество"**
- ❑ **Биологи:**
 - Институт молекулярной биологии РАН
 - Институт биологии гена РАН
 - Институт биомедицинской химии РАН
- ❑ **Физики:**
 - Институт теоретической и экспериментальной физики
 - НИИ ядерной физики МГУ
 - Институт Космических исследований РАН
 - Объединённый институт ядерных исследований (Дубна)
 - Институт физики высоких энергий (Протвино)
 - Петербургский Институт Ядерной Физики (Гатчина)
- ❑ **Химики:**
 - Институт химической физики РАН
 - Институт органической химии РАН
- ❑ **Медики:**
 - Институт иммунологии МЗ
 - Институт вирусологии РАН
 - Институт биохимии РАН
 - Институт вакцин и сывороток РАН
 - Научный центр хирургии РАН
- ❑ **Международный институт теории прогнозов**

GRID

- **Распределенная программно-аппаратная компьютерная среда**, с принципиально новой организацией вычислений и управления потоками заданий и данных.
- Такая компьютерная инфраструктура предназначена **для объединения вычислительных мощностей различных организаций**.

На основе технологии GRID

- **Формируются региональные и национальные вычислительные компьютерные инфраструктуры** для создания объединенных интернациональных ресурсов, предназначенных для решения крупных научно-технических задач.
- В идеальном случае **пользователя не будет интересовать где находятся используемые им ресурсы**.

Среди основных направлений использования GRID на данный момент можно выделить:

- **организация эффективного использования ресурсов** для небольших задач, с утилизацией временно простаивающих компьютерных ресурсов;
- **распределенные супервычисления**, решение очень крупных задач, требующих огромных процессорных ресурсов, памяти и т.д.;
- **вычисления с привлечением больших объемов географически распределенных данных**, например, в метеорологии, астрономии, физике высоких энергий;
- **коллективные вычисления**, в которых одновременно принимают участие пользователи из различных организаций.

□ Связь

Взаимодействие в GRID-среде может происходить в самых разных режимах: от передачи сообщений точка-точка до широкого вещания, причем, такие приложения как, например, управление инструментами могут одновременно использовать несколько режимов.

□ Информационное обслуживание

□ Безопасность

Безопасность в GRID-среде включает вопросы аутентификации, авторизации, разграничения прав и пр. Пользователь аутентифицирует себя всего один раз за сессию, создавая “мандат”, по которому процессы получают ресурсы от имени пользователя без какого-либо его дополнительного вмешательства.

□ Управление ресурсами –

- ✓ обнаружение и выделение ресурсов
- ✓ аутентификация
- ✓ авторизация
- ✓ создание процессов
- ✓ другие действия по подготовке ресурсов к использованию в сетевом приложении.

□ Локальное управление ресурсами и заданиями.

- **Предоставление информации:**
 - Самой Grid
 - Главным образом для пакетов middleware
 - Пользователь может запросить её, чтобы понять состояние **Grid**
 - Приложению Grid
 - Для пользователей
- **Гибкая инфраструктура**
 - Возможность справиться с узлами в распределенной среде с ненадежной сетью
 - Динамическое дополнение и удаление информационных источников
 - Система безопасности способна адресовать доступ к информации на высоком уровне степени детализации
 - Возможность определить новые типы данных
 - Масштабируемость
 - Хорошая производительность
 - Стандартизация

- Безопасность важна для Grid:
 - В частности в коммерции
- Вопрос безопасности должен быть решен с самого начала



“Мы должны решить вопросы безопасности с самого начала, но решим что с ней делать позже”

- Безопасность Grid основывается на PKI - Public Key Infrastructure (или асимметричная криптография)
 - Требования: аутентификация и авторизация
- Базовые точки:
 - Пользователи – CA (Certificate Authorities) – провайдер ресурсов

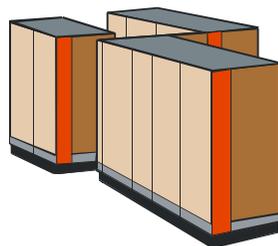
Пользовательский интерфейс (UI)



Служба информации (IS)



Вычислительный элемент (CE)



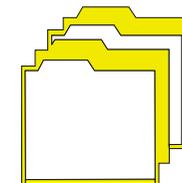
выполняет фактические вычисления, на нем установлено программное обеспечение для выполнения заданий конечных пользователей.

Элемент хранения (SE)



обеспечивает единообразный доступ к любым накопителям данных. Может управлять дисковыми массивами, массовой памятью и т.п. Скрывает детали и обеспечивает единообразный доступ к данным.

Каталог реплик (RC,RLS)



Поддерживает базу данных о местах хранения оригинальных файлов и всех их копий.

Брокер ресурсов (RB)



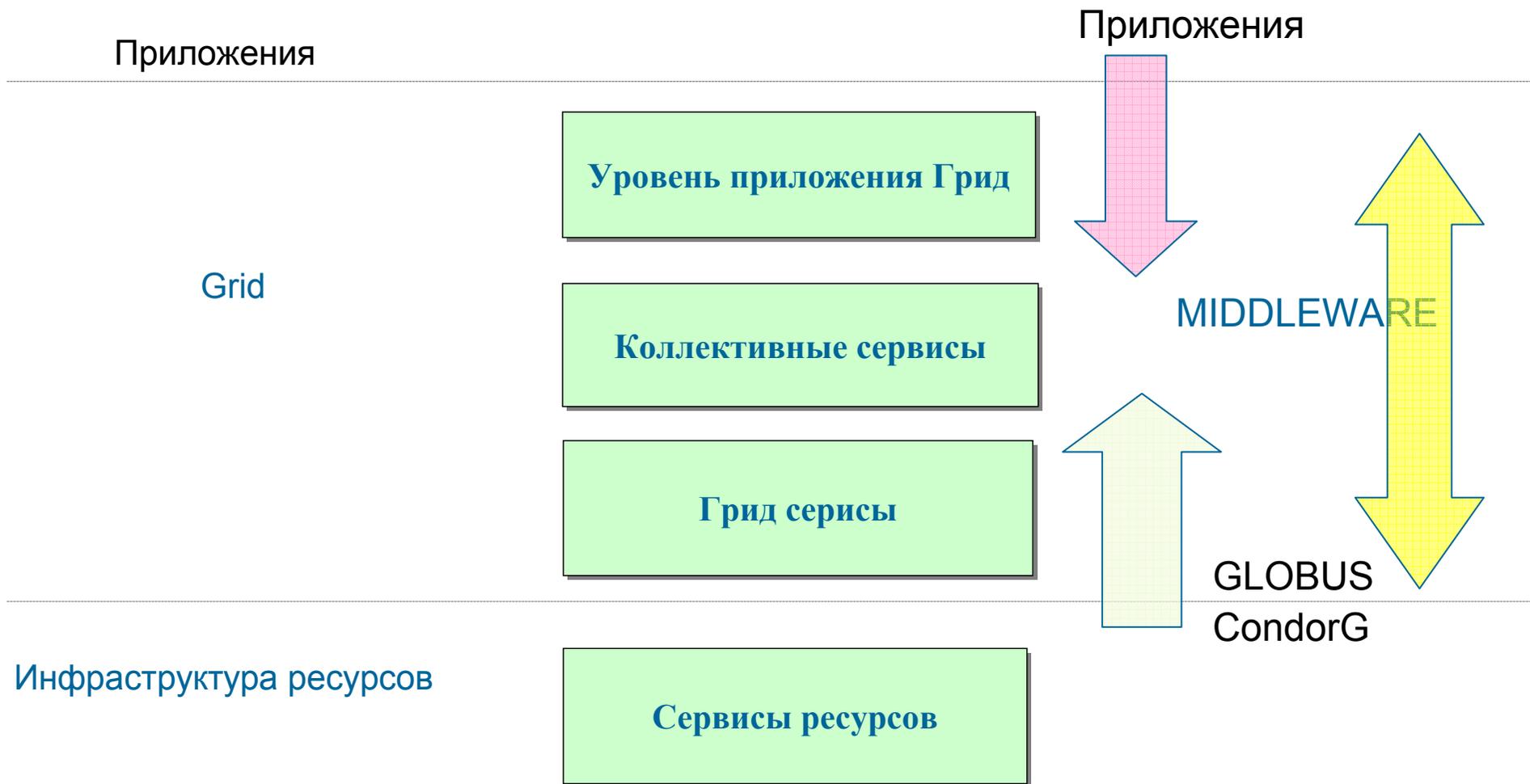
принимает задание от пользователя согласует требования к ресурсам, содержащиеся в описании задания, с имеющимися в наличии свободными ресурсами и направляет задание на подходящий сайт.

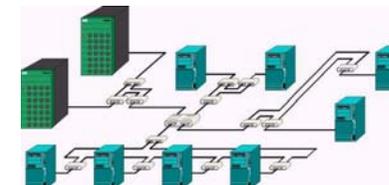
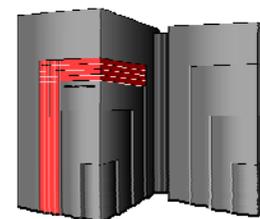
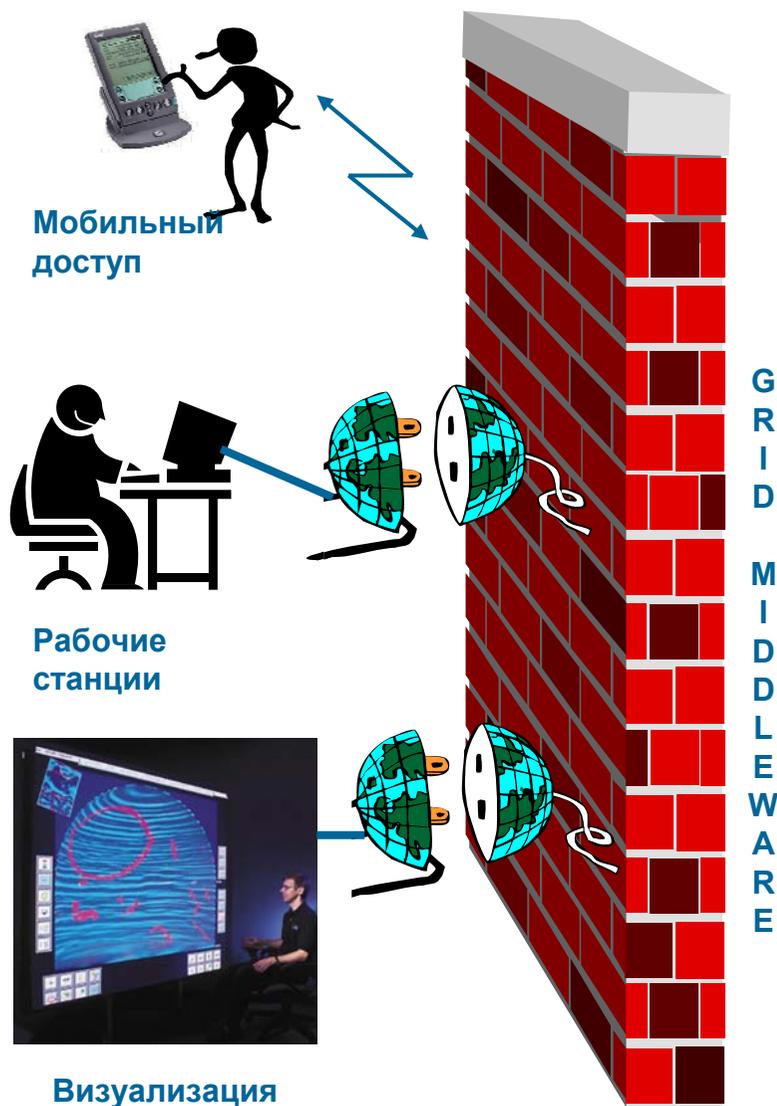
много организаций, объединённых для решения проблем в режиме скоординированного распределения своих ресурсов

- **Пользователь должен быть членом виртуальной организации (ВО)**
- **ВО**
 - Контролирует доступ к CE, SE
 - Обычно включает географически распределенных людей
 - Знает, кто что делает и кому нельзя это делать... Безопасность.
- **Примеры ВО:**
 - НЕР коллаборации, биологи, астрономы,...

- **Вычислительные ресурсы:**
 - ✓ функции определения типа Hardware и Software;
 - ✓ механизмы запуска программ, мониторинга, управления завершением программ;
 - ✓ состояния загрузки процессоров, очередей и т.п.
- **Ресурсы файловой памяти:**
 - ✓ механизмы приема/передачи файлов (включая возможности компрессии);
 - ✓ средства резервирования и освобождения файлового пространства;
 - ✓ функции определения типа Hardware и Software;
 - ✓ мониторинг доступного пространства и скоростей обмена.
- **Сетевые ресурсы:**
 - ✓ механизмы определения и назначения ресурсов (включая запросы на приоритеты и резервацию).
- **Хранилище кодов:**
 - ✓ Специализированный ресурс для работы с различными версиями исходных и объектных кодов.
- **Каталоги:**
 - ✓ Специализированный ресурс для работы с порядком доступа и обновлением каталогов (например, реляционные базы данных).
 - ✓ Снятие или ограничение делегированных прав).

- Обслуживание директорий (определение участниками доступных ресурсов VO и/или их свойств)
- Службы приписки, планирования и выделения ресурсов
- Службы мониторинга и диагностики ресурсов
- Службы репликации данных (обеспечение наивысшей производительности при доступе к данным – время реакции, надежность, стоимость)
- Средств контроля и корректировки загрузки ресурсов
- Службы определения и выбора оптимальных версий Software для различных вычислительных платформ
- Серверов авторизации (проведение политики выделения ресурсов и политики безопасности)
- Службы подсчета потребленных ресурсов (в т.ч. для оплаты)
- Службы поддержки больших коллабораций





Суперкомпьютера, РС-кластеры



Хранилища данных, эксперименты, ...



Internet, сети

□ Обеспечивает общие услуги Grid

- ✓ Информация
- ✓ Управление Заданиями
- ✓ Управление Данными
- ✓ Безопасность
- ✓ Регистрация
- ✓ Мониторинг

Сервисы ресурсов

Управление
ресурсами

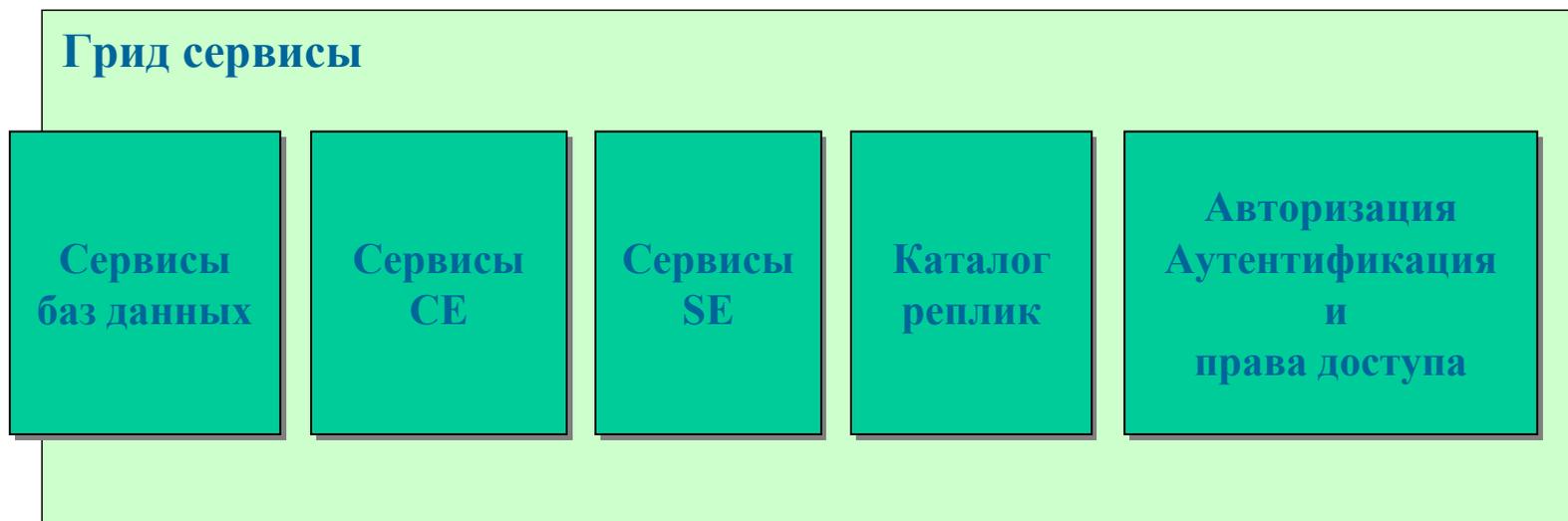
Управление
конфигурацией

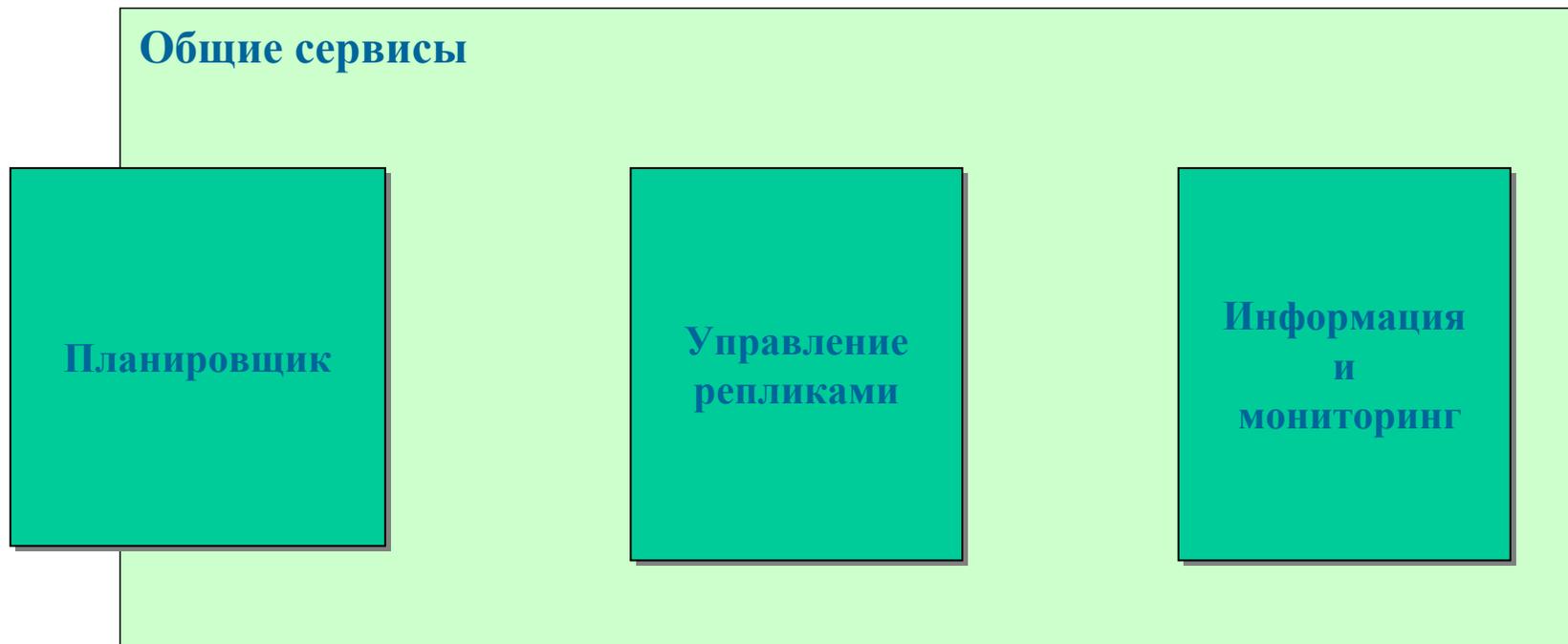
Мониторинг и
отказоустойчивость

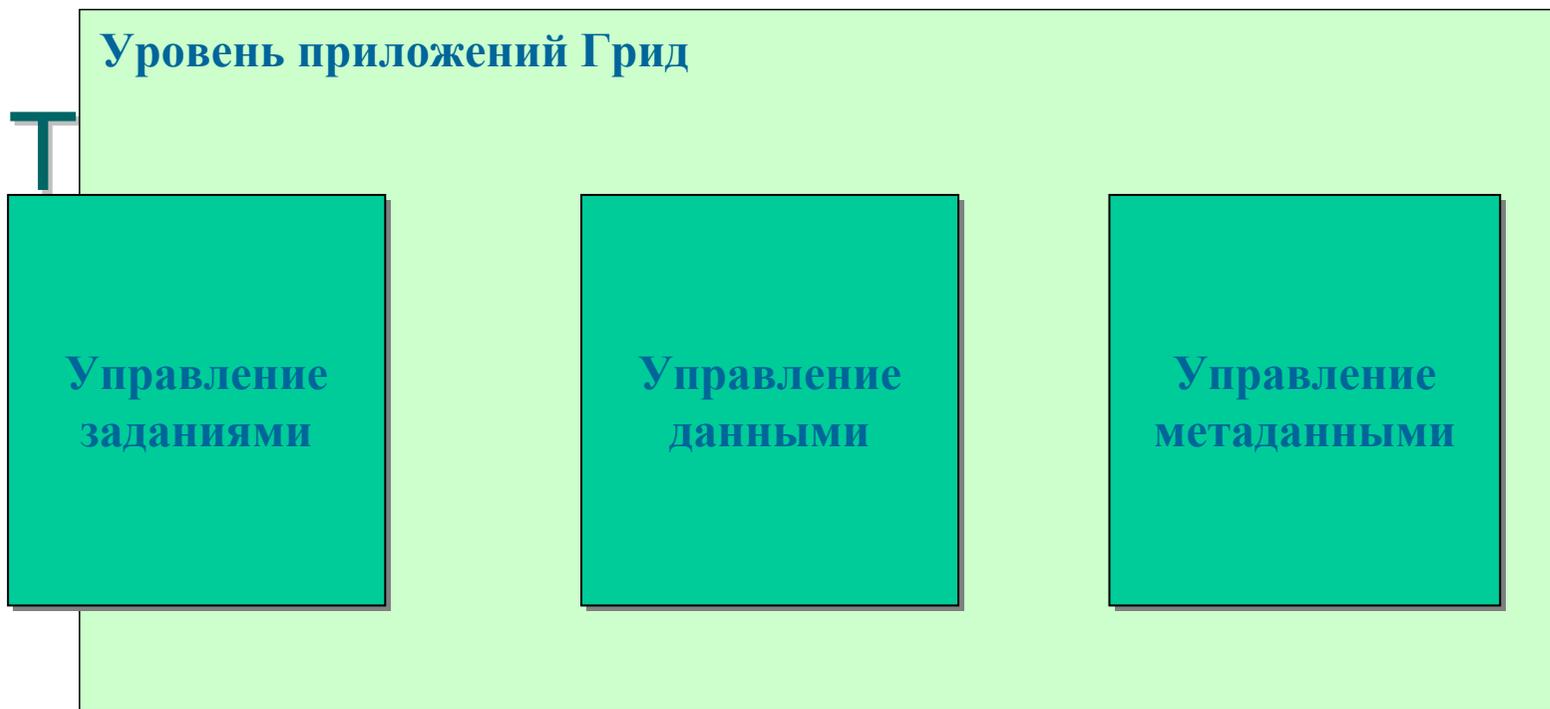
Инсталляция
узлов &
управление

Управление
хранением

- определение состояния ресурсов (конфигурация, текущая загрузка, политика – например, стоимость)
- определение условия доступа к ресурсам, включая качество обслуживания, резервирование, формы оплаты и т.д.







| | |
|---------------------------------|--|
| European DataGrid (EDG) | www.edg.org |
| LHC Computing GRID (LCG) | cern.ch/lcg |
| CrossGRID | www.crossgrid.org |
| DataTAG | www.datatag.org |
| GridLab | www.gridlab.org |
| EUROGRID | www.eurogrid.org |
| EGEE | public.eu-egee.org |
| RDIG | www.egee-rdig.ru |

Спасибо за внимание!