

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

---

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА

**В.А.Ильин, А.П.Крюков, А.П.Демичев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ГИГАБИТНОМ СЕТЕВОМ ПОЛИГОНЕ  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Препринт НИИЯФ МГУ – 2005 – 32/798**

**Москва 2005**

УДК 519.7

ББК 22.18

**V.A.Ilyin, A.P.Kryukov, A.P.Demichev**

**STUDYING A SYSTEM OF DISTRIBUTED DATA  
PROCESSING ON GIGABIT NETWORK TESTBED  
OF THE MOSCOW UNIVERSITY**

Preprint SINP MSU - 2005 – 32/798

A technological basis has been developed and a gigabit network testbed in the Moscow University has been created pooling the computing resources allocated for this purpose in SINP, RCC and some other divisions of MSU. Computing experiments for studying a system of distributed calculations have been carried out.

e-mail: kryukov@theory.sinp.msu.ru

**В.А.Ильин, А.П.Крюков, А.П.Демичев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ГИГАБИТНОМ СЕТЕВОМ ПОЛИГОНЕ  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Препринт НИИЯФ МГУ - 2005 – 32/798

В рамках данной работы разработана технологическая основа и реализован гигабитный сетевой полигон Московского университета, объединяющий выделенные для этой цели вычислительные ресурсы НИИЯФ, НИВЦ и ряда других подразделений МГУ. Проведены вычислительные эксперименты для изучения системы распределенных вычислений.

e-mail: kryukov@theory.sinp.msu.ru

© В.А.Ильин, А.П.Крюков, А.П.Демичев, 2005  
© НИИЯФ МГУ, 2005

# 1. Гигабитный полигон МГУ

Уникальность МГУ как полигона для исследования и использования технологий распределенной обработки данных определяется:

- разнообразием вычислительных ресурсов, которые могут быть объединены в единую высокоскоростную сеть (РС-кластеры, фермы, рабочие станции, персональные компьютеры и даже суперкомпьютер МСЦ);
- большим (тысячи) числом потенциальных пользователей;
- огромным разнообразием типов задач (в МГУ ведутся исследования практически по всем научным направлениям), которые могут решаться с помощью объединенных вычислительных ресурсов.

При наличии такой сети с подходящим программным обеспечением (ПО) промежуточного слоя для оптимизации режима распределенных вычислений и обработки данных, университет сможет получить максимальную отдачу от имеющихся вычислительных ресурсов. Это является весьма важным, поскольку в МГУ нет мощного единого вычислительного центра, который мог бы удовлетворить потребности всех подразделений в вычислительных ресурсах.

В настоящее время реализован (в рамках Междисциплинарного научного проекта МГУ) лишь прототип такой системы - гигабитный сетевой полигон (Рис. 1), объединяющий следующие ресурсы Научно-исследовательского вычислительного центра (НИВЦ МГУ), Научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ МГУ), физического факультета и факультета вычислительной математики и кибернетики, а также Межведомственного Суперкомпьютерного Центра (МСЦ).

Этот сетевой полигон является основой для практического тестирования, отладки и дальнейшего развития новых различных компьютерных и Грид-технологий.

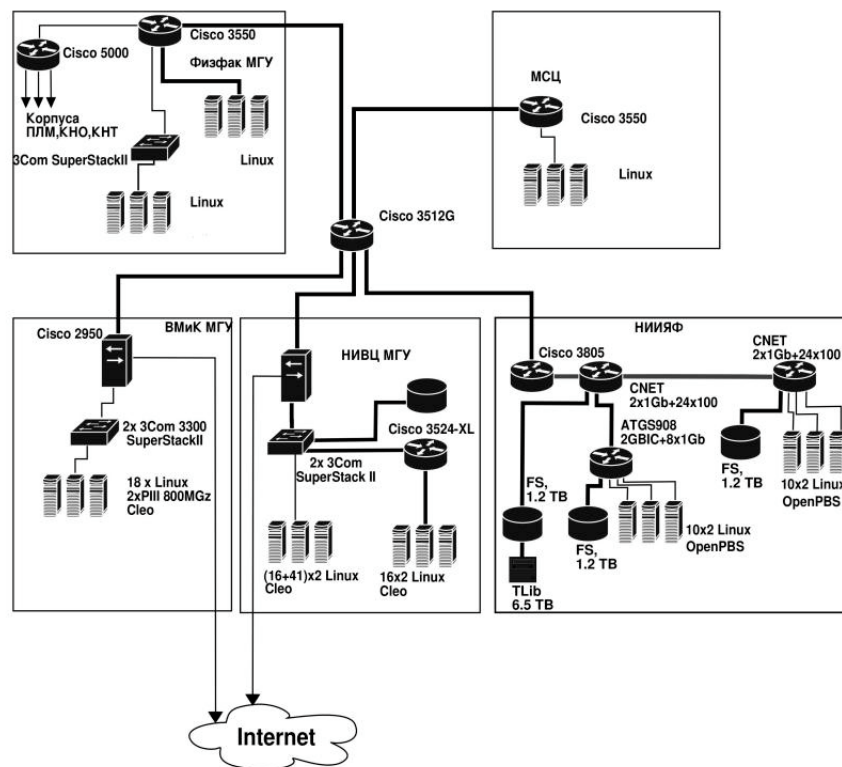


Рис.1. Схема гигабитного сетевого полигона МГУ

## 2. Подключение кластеров НИИЯФ и НИВЦ в качестве компьютерных элементов Грид-сегмента LCG-2 в МГУ

Протонный ускоритель “Большой Адронный Коллайдер” (БАК), запуск которого планируется в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН, Швейцария) в 2007 году, станет крупнейшим в мире. Уникальной особенностью проекта БАК является огромный объем ожидаемых экспериментальных данных, порядка 10 - 14 петабайт в год. Проблема обработки такого потока первичной информации (причем обрабатывать и анализировать эти экспериментальные данные будут исследователи из многих стран, общим числом порядка десяти тысяч из сотен институтов и университетов), с неизбежностью требует использования методов распределенных вычислений и Грид-технологий.

Развитие Грид-сегмента на основе ПО промежуточного слоя LCG [1], разрабатываемого международным коллективом в рамках проекта БАК, является одной из задач выполняемых на базе Гигабитного полигона МГУ. В данном разделе дается краткая характеристика состояния проблемы и приведены предварительные результаты тестирования, которое было проведено на кластерах НИИЯФ и НИВЦ.

В настоящее время в грид сегмент МГУ входят НИИЯФ и НИВЦ (Рис. 2).

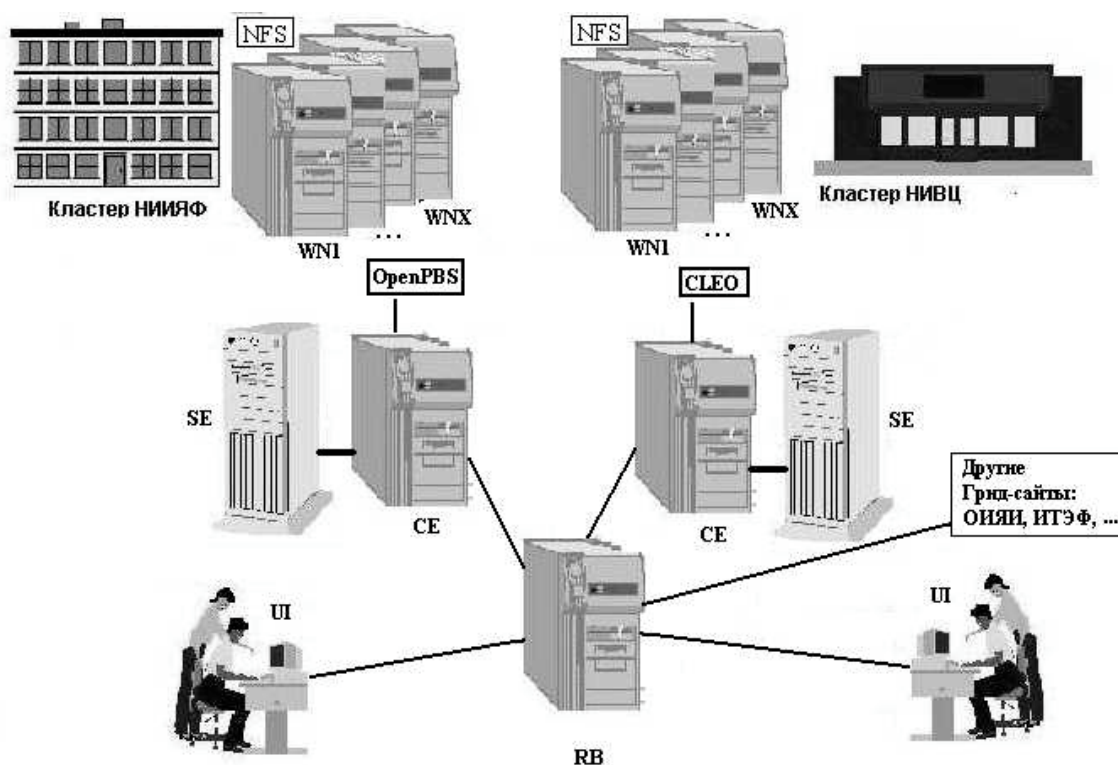


Рис.2 Структура Грид-сегмента МГУ

Для обеспечения работы Грида на сайтах НИИЯФ и НИВЦ было установлено ПО промежуточного слоя LCG-2 со следующими основными сервисами: брокер ресурсов (RB), вычислительный элемент (CE), интерфейс пользователя (UI), рабочие узлы (WN), информационная система (BDII).

Особенностью структуры является использование отдельной базовой структуры сервисов, что позволяет функционировать грид сегменту МГУ независимо от остальной грид структуры LCG. Тем не менее, Грид-сегмент МГУ интегрирован в общую структуру LCG и способен как принимать, так и распределять задания на всех доступных для LCG

сайтах. Основной проблемой подсоединения кластера НИВЦ к Грид-сегменту явилось проблема сопряжения ПО LCG с системой управления пакетными заданиями (УПЗ) CLEO [2], разработанной коллективом НИВЦ, которая не входит в список поддерживаемых LCG систем УПЗ. Совместными усилиями сотрудников НИИЯФ и НИВЦ был создан набор модулей (на языке Perl), обеспечивший стыковку ПО LCG-2 и УПЗ CLEO, который реализует функции

- постановки задачи в очередь;
- получения данных о задаче в очереди;
- отмены запуска задачи.

В качестве аргумента каждой функции передаётся объект с параметрами задачи. При вызове этих функций модуль формирует командную строку для стандартного клиента системы Cleo (qclient3.pl) и исполняет её. Поэтому для запуска и контроля выполнения заданий на кластере НИВЦ могут использоваться стандартные Globus- или LCG-команды, например, globus-job-run, globus-job-submit, edg-job-submit, и т.д.

Для тестирования совместной работы двух сайтов НИИЯФ и НИВЦ в рамках Грид-сегмента МГУ запускались два типа тестов:

- базовый тест “Hello world”;
- тестовая задача генерации событий cmskin для детектора CMS Большого Адронного Коллайдера (БАК) в ЦЕРН.

Первый тест позволяет проверить правильность функционирования базовых сервисов Грид-сегмента. Второй тест позволяет проверить функционирование Грид-сегмента в условиях приближенным к тем, которые будут наблюдаться в процессе проведения массового счета. Для проведения тестирования на машинах кластера НИВЦ, помимо ПО LCG, было развернуто прикладное ПО CMS.

В соответствии с процедурой, принятой в коллаборации CMS, для проведения тестирования был получен специальный тестовый идентификатор, с помощью которого осуществляется запрос входных данных для программы CMSKIN с центральной базы данных RefDB в ЦЕРНе. Для автоматизации запуска множества заданий использовалось специализированное ПО CMSprod [3], разработанное в INFN-Padua, Италия.

Тест CMSKIN представляет собой генерацию и отбор 10000 событий процесса рождения двух t-кварков в Стандартной модели фундаментальных взаимодействий. Для проверки работоспособности Грид сегмента было запущено одновременно 10 заданий CMSKIN, которые были успешно выполнены системой УПЗ CLEO на рабочих узлах. Мониторинг состояния очереди на кластере выполнено через Интернет. Тестирование в условиях массового счета на сетевом полигоне МГУ позволили исследовать требования со стороны грид систем для обработки данных к сетевым ресурсам.

### 3. Заключение

Проведенные эксперименты продемонстрировали возможность решения на полигоне больших и сложных реальных задач с использованием распределенных вычислительных ресурсов.

Дальнейшее успешное развитие проекта гигабитного полигона в МГУ сможет обеспечить:

1. создание сетевой компьютерной среды для эффективного использования вычислительных ресурсов подразделений МГУ при решении крупных научных задач;
2. получение опыта разработки, инсталляции и эксплуатации передовой технологии метакомпьютинга;

3. основу для создания учебных курсов для студентов МГУ по современным технологиям распределенных вычислений.
4. формализовать требования со стороны грид систем для обработки данных к сетевым ресурсам.

Авторы выражают глубокую благодарность Вл.В.Воеводину и С.А.Жуматий за плодотворное сотрудничество и полезные обсуждения.

Работа выполнена при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (Государственный контракт № 02.434.11.1006), а также фондов РФФИ (04-07-90342, 05-07-90292) и INTAS (INTAS-CERN-03-52-4297).

#### Литература

- [1] <http://lcg.web.cern.ch/LCG/>
- [2] <http://spb.parallel.ru/cluster/batch.html>
- [3] <http://nsmirnov.home.cern.ch/nsmirnov/iam/cms/cmsprod.html>

**Вячеслав Анатольевич Ильин,  
Александр Павлович Крюков,  
Андрей Павлович Демичев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ГИГАБИТНОМ СЕТЕВОМ ПОЛИГОНЕ  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Препринт НИИЯФ МГУ - 2005 – 32/798

Работа поступила в ОНТИ 05.12.2005.