



Волгоградский государственный технический  
университет (ВолгГТУ)

Факультетский кластер ФЭВТ ВолгГТУ  
и участие ВолгГТУ в программе  
«Университетский кластер»

# История вычислительного кластера факультета электроники и ВТ (ФЭВТ)

**Лето 2007** – Участие сотрудников кафедры ЭВМ и систем в летнем практикуме Intel по высокопроизводительным вычислениям (Нижний Новгород, ННГУ);

**Осень-Зима 2007** – Создание на базе учебной компьютерной аудитории лаборатории рабочих станций с многоядерными процессорами Intel Core 2 Duo / Dual Core; Проведение новой лабораторной работы по курсу Организация ЭВМ.

**Март 2008** – Участие сотрудников кафедры ЭВМ и систем в семинаре Intel и Microsoft по HPC в Москве и посещение ряда ВУЗов в Санкт-Петербурге

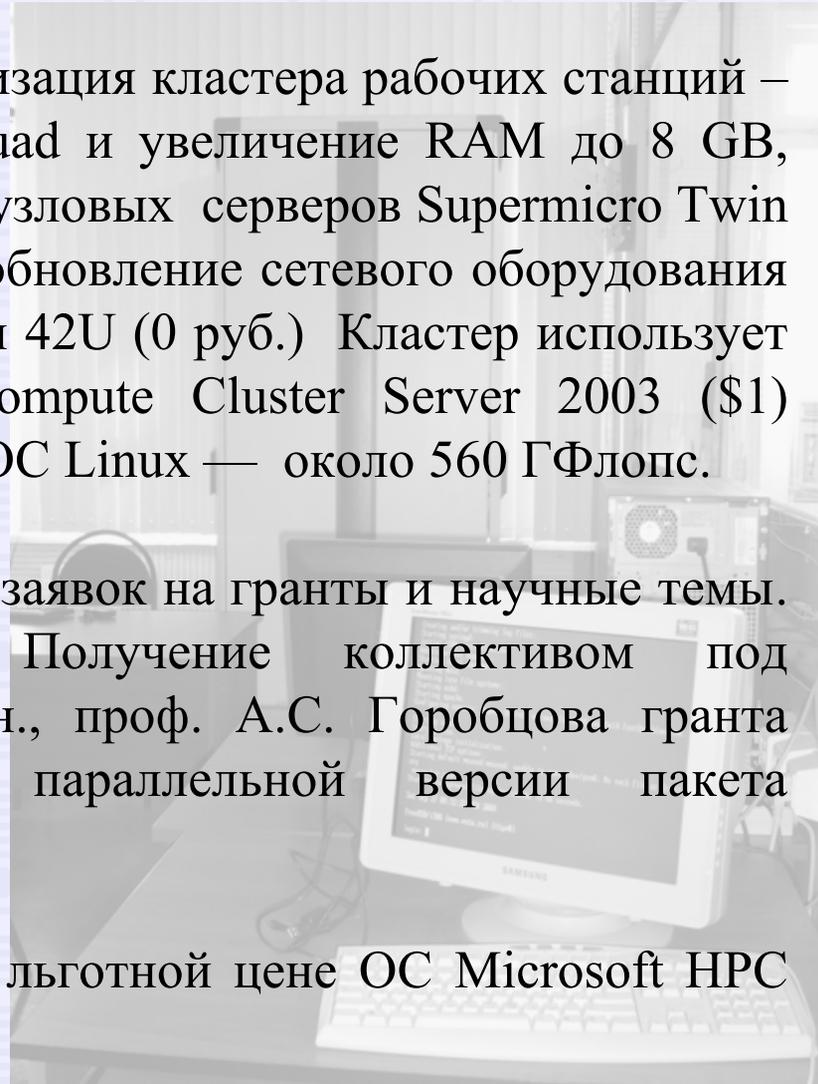
**Весна 2008** – Создание на базе лаборатории учебного кластера рабочих станций на базе ОС Linux Fedora Core с производительностью около 75 ГФлопс (пиковая производительность около 100 ГФлопс). Проведение новой лабораторной работы по курсу Технологии программирования.

# История вычислительного кластера и лаборатории МВС ФЭВТ ВолгГТУ

**Август – Декабрь 2008** – Модернизация кластера рабочих станций – установка процессоров Intel Quad и увеличение RAM до 8 GB, подключение к кластеру 3-х двухузловых серверов Supermicro Twin SuperServer (в форм-факторе 1U), обновление сетевого оборудования (~650 тыс. руб.). Установка стойки 42U (0 руб.) Кластер использует ОС Linux Fedora и Microsoft Compute Cluster Server 2003 (\$1) Производительность кластера под ОС Linux — около 560 ГФлопс.

**Осень 2008** – Подача нескольких заявок на гранты и научные темы. Получение гранта ВолгГТУ. Получение коллективом под руководством декана ФЭВТ, д.т.н., проф. А.С. Горобцова гранта Минобразования на создание параллельной версии пакета инженерного анализа

**Декабрь 2008** – Приобретение по льготной цене ОС Microsoft HPC 2008 для оснащения кластера.



# История вычислительного кластера и лаборатории МВС ФЭВТ ВолгГТУ

**Январь 2009** – Участие представителей ВолгГТУ в работе Первого форума по НРС для вузов, в рамках которого объявлены участники программы «Университетский кластер».

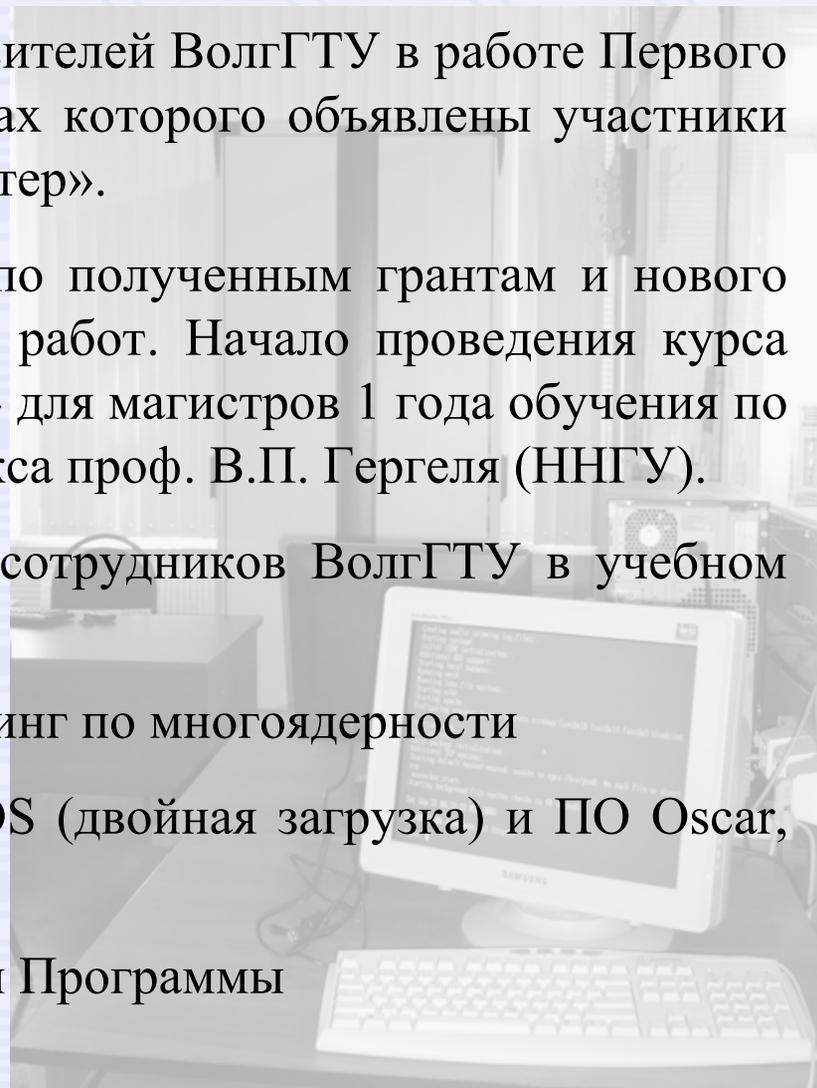
**Февраль 2009** – Начало работ по полученным грантам и нового цикла дипломных и магистерских работ. Начало проведения курса «Параллельное программирование» для магистров 1 года обучения по материалам методического комплекса проф. В.П. Гергея (ННГУ).

**Апрель – Май 2009** – Обучение сотрудников ВолгГТУ в учебном центре ИСП РАН

**Май 2009** — НРС День Intel и тренинг по многоядерности

**Лето 2009** – Установка ОС CentOS (двойная загрузка) и ПО Oscar, настройка системного ПО

**Ноябрь 2009** – Подключение к сети Программы

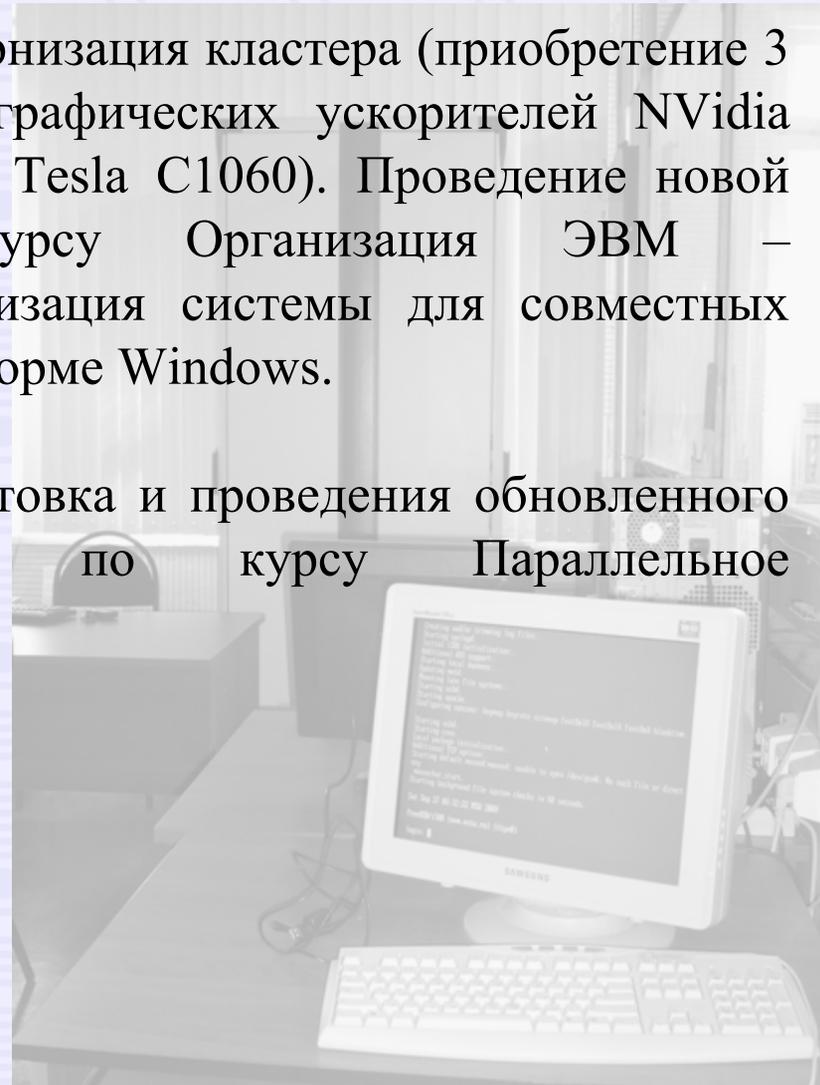


# История вычислительного кластера и лаборатории МВС ФЭВТ ВолгГТУ

**Сентябрь – Декабрь 2009** – Модернизация кластера (приобретение 3 узлов на базе Intel Core i7, 8 графических ускорителей NVidia GTX260 и 2 ускорителей NVidia Tesla C1060). Проведение новой лабораторной работы по курсу Организация ЭВМ – Программирование GPGPU. Реализация системы для совместных вычислений MPI + CUDA на платформе Windows.

**Февраль – Апрель 2010** – Подготовка и проведения обновленного цикла лабораторных работ по курсу Параллельное программирование.

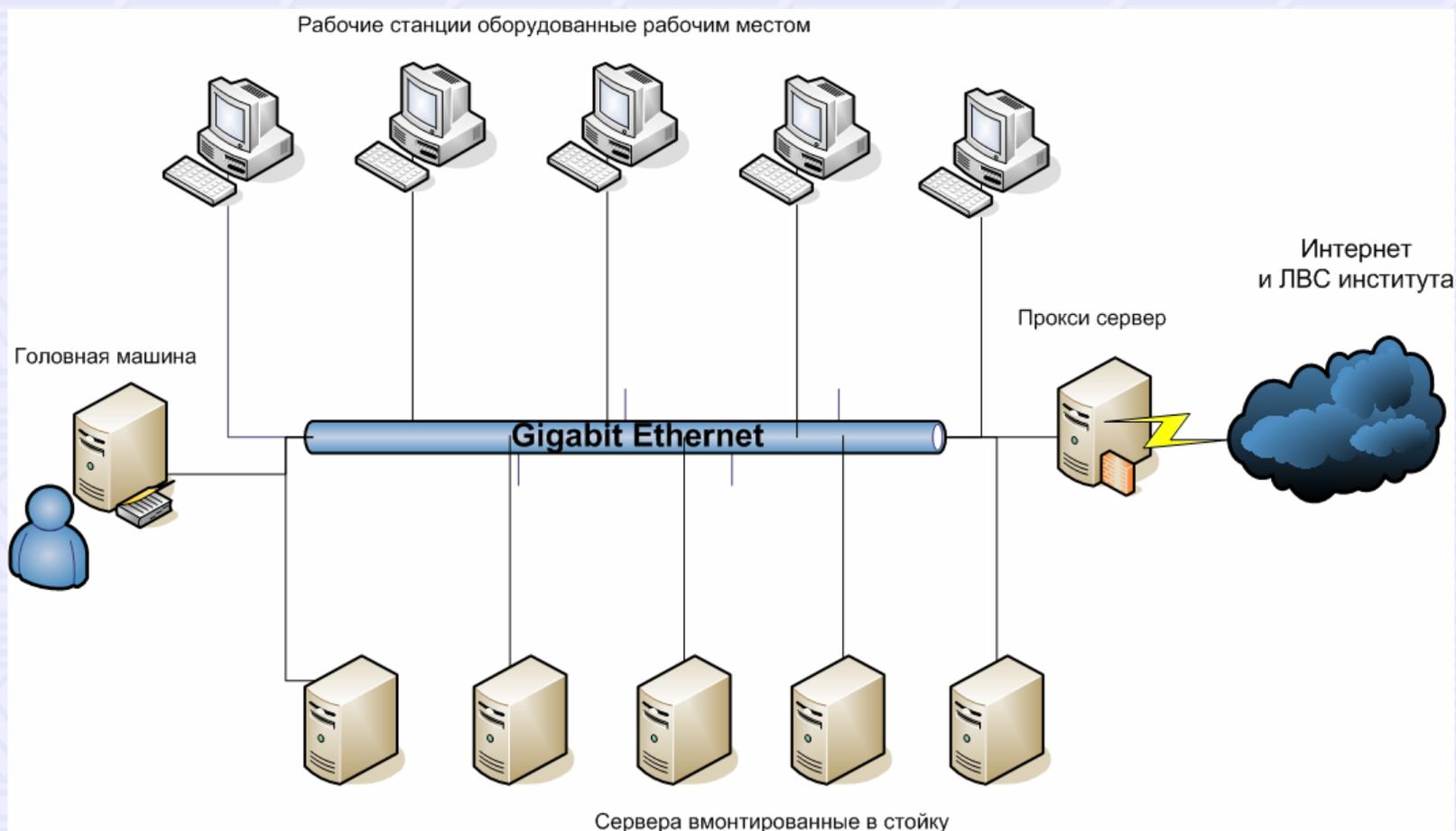
**TO BE CONTINUED ?...**



# Часть кластера – обычный класс рабочих станций (лаборатория МВС)



# Структура вычислительного кластера ФЭВТ ВолгГТУ



# Характеристики вычислительного кластера ВолгГТУ

- 5 узлов на базе Core Quad 9300 2.5 ГГц
- 7 узлов на базе 2\*Хеон E5420
- 3 узла на базе Core i7
- управляющий узел Aquarius
- 10 ускорителей NVidia
- управляющая и коммуникационная сети на базе Gigabit Ethernet
- Пиковая производительность от 0,88 TFLOPS до 8 TFLOPS (одинарная точность и GPU)



# Системное программное обеспечение : Cent'OS и Windows Server 2008 HPC

- Существует возможность загрузки узлов кластера под одной из двух операционных систем: Cent'OS или Windows Server 2008 HPC
- Windows Server 2008 HPC предоставлена фирмой Microsoft и используется для решения на кластере задач на платформе Windows
- Cent'OS необходима для участия в кластера в проекте «Университетский кластер»



# Использование кластера в учебном процессе

В учебной аудитории, оснащенной кластером, проводятся лабораторные работы по дисциплинам:

**Организация ЭВМ** - «Программирование многопроцессорных систем и использование векторных команд», «Программирование GPGPU».

**Технологии программирования** – «Технологии и инструменты параллельного программирования».

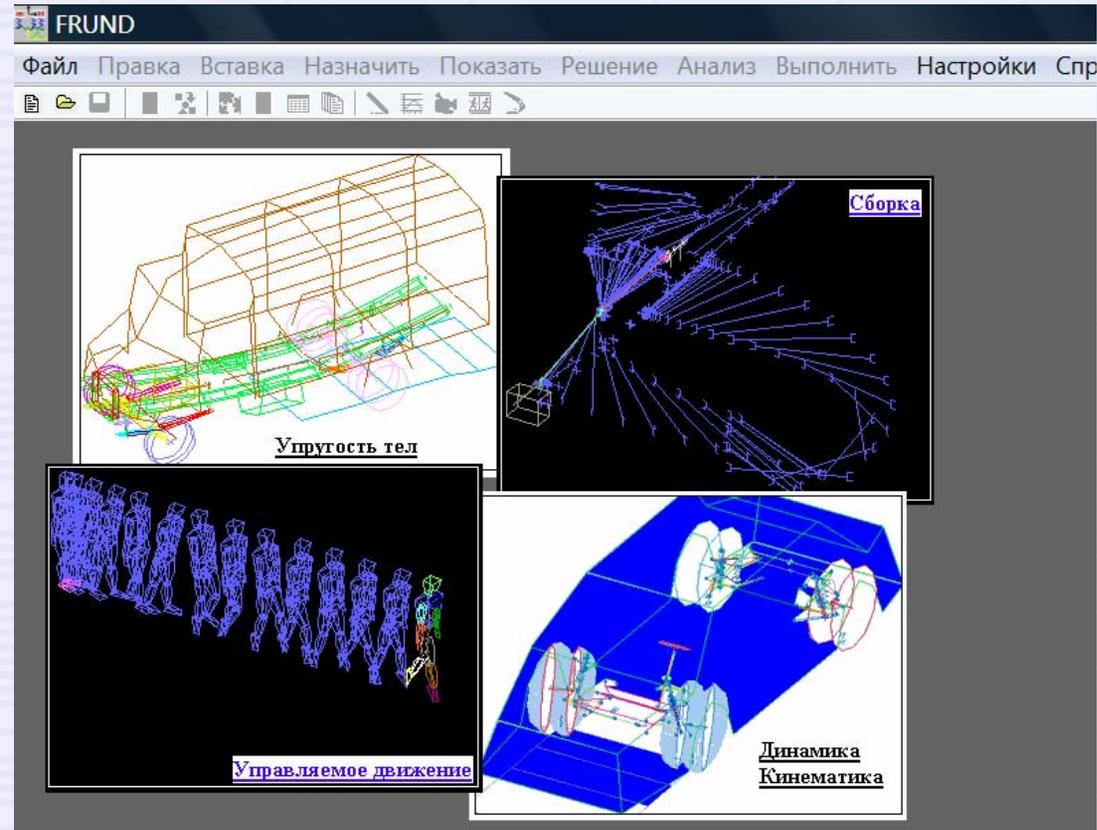
**Параллельное программирование.** Курс использует материалы проф. В.П. Гергея (ННГУ) и собственный практикум.

Кластер применяется при подготовке **выпускных работ** всех форм обучения и аспирантов.

# Использование кластера в научных исследованиях

- На кластере решается ряд задач моделирования физических процессов (например, **моделирование электронных потоков**).
- Построение **параллельной версии САЕ системы** моделирования многотельной динамики ФРУНД
- **Исследование самих вычислительных комплексов** и грид-систем с использованием новых имитационных моделей
- Активно ведется поиск практических задач, ведется сотрудничество с кафедрами ВолгГТУ и других вузов Волгограда

# Система многотельного моделирования ФРУНД



ФРУНД (Формирование и Решение Уравнений Нелинейной Динамики) – пакет программ на Фортране, САЕ система (система инженерных расчетов)

# Система многотельного моделирования ФРУНД

Совместно с кафедрой высшей математики ведется работа по построению **параллельной версии** системы ФРУНД с использованием технологий MPI, OpenMP, MKL, CUDA

Разработана система декомпозиции больших моделей и синхронизации их параллельного расчета на узлах кластера, позволяющая преодолевать ограничения унаследованного ПО ФРУНД на сложность моделей и ускорять вычисления. Эксперименты показывают возможность ускорения в 10 и более раз на 30 ядрах.

# Расчет электронного потока

- Одной из задач, решаемых на кластере, является моделирование динамики электронного потока в скрещенных электрическом и магнитном полях
- Эта задача имеет важное практическое значение для СВЧ-индустрии и требует для своего решения больших вычислительных мощностей, при этом отличается достаточно простой постановкой
- Программа была разработана в сотрудничестве кафедры физики и кафедры ЭВМ и систем ФЭВТ

# Масштабируемость задачи расчета потока электронов

- Проведена адаптация последовательной программы расчета электронного потока для существующей техники
- Достигнуто ускорение расчета в 60 раз на 72 ядрах вычислительного кластера
- Полученные результаты были выставлены на конкурс «Максимальная масштабируемость», проведенный компанией Intel в 2009 году, и получили хорошую оценку.

# Перспективы

- Совершенствование удаленного доступа к кластеру
- Исследования по совместному использованию в кластере обычных узлов, GPU и узлов на базе ПЛИС.
- Более активное использование ресурсов кластера в учебном процессе и НИР в том числе за счет привлечения широкого круга исследователей
- Перенос основных разработок на платформу Linux и эксперименты по решению задач большой размерности на ресурсах программы Университетский кластер