

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**Московский физико-технический институт (государственный университет)**

**(МФТИ)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

\_\_\_\_\_ Кудрявцев Н.Н.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**ОТЧЕТ  
О ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЕ**

по Государственному контракту № 14.741.11.0219 от «30» июня 2011 г.

«Организационно-техническое обеспечение проведения международной научной школы «Высокопроизводительные вычисления в GRID-системах»  
(Итоговый)

Федеральная целевая программа: «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»

Мероприятие 2.1 Организация и проведение всероссийских и международных молодежных научных конференций

Руководитель работ, член-корр. РАН, профессор

\_\_\_\_\_ А.С.Холодов  
подпись, дата

Москва 2011

## Реферат

**Целями выполнения работы** явилось изучение молодыми исследователями и преподавателями научных и методических отечественных и мировых достижений в сфере высокопроизводительных вычислений на кластерных системах, а также освоение молодыми специалистами суперкомпьютерных технологий с целью их успешного применения в образовании, науке и промышленности.

**Основное содержание работы** — разработка научно-методических и информационных материалов Всероссийской научной школы для молодежи «Высокопроизводительные вычисления на кластерных системах» (далее — Школа); организация и проведение Школы; подготовка и чтение лекций и докладов, проведение семинаров и круглых столов и т.п. по тематике Школы; анализ результатов проверки эффективного освоения молодыми исследователями и преподавателями лучших научных и методических отечественных и мировых достижений в избранной научной области по результатам проведения Школы; подготовка и издание сборника тезисов и статей по результатам Школы; создание и оперативная поддержка специального сайта или веб-страницы, подготовка информации для размещения на сайте; реализация системы мер, направленных на информационное сопровождение подготовки и проведения Школы и освещения результатов, размещение информации в СМИ федерального, регионального и институционального уровней.

**Результат работы** — подготовленные научно-методические и информационные материалы; информация об участии в работе известных российских и зарубежных ученых; публикации развернутых текстов лучших докладов в виде научных статей в научных журналах из перечня ВАК и отдельными изданиями; результаты анализа эффективности освоения молодыми исследователями и преподавателями лучших научных и методических отечественных и мировых достижений по результатам работы; отчет о выполненных работах, к которому приложен полный комплект раздаточных материалов Школы, а также комплект изданных материалов Школы.

**Результаты Школы** будут использоваться для повышения информированности общественности о результатах научно-инновационной деятельности и проектах, реализуемых образовательными и научными учреждениями (организациями), для повышения научно-инновационной деятельности организаций (учреждений), для активизации участия коллективов (прежде всего, молодежных) образовательных и научных учреждений (организаций) в реализации научных и отраслевых программ, для подготовки предложений по повышению эффективности государственной политики Российской Федерации в сфере подготовки научно-педагогических кадров.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Содержание выполненных работ .....	5
Техническое обеспечение мероприятия .....	5
Организационно-аналитическое обеспечение мероприятия .....	11
Информационно-методическое обеспечение мероприятия .....	13
Результаты работы .....	14
Выполнение показателей программного мероприятия Программы в рамках данной работы .....	15
Результаты оценки эффективности освоения знаний по итогам проведения Школы .....	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	18
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	21
Приложение 1. Программа Школы .....	21
Приложение 2 Информационное письмо о проведении Школы .....	26

## **ВВЕДЕНИЕ**

С 21 по 30 августа 2011 года в МФТИ прошла ежегодная межвузовская молодежная школа «Высокопроизводительные вычисления в GRID-системах». В этом году организацией школы занимались Инновационный центр МФТИ, Научно-образовательный центр МФТИ «Высокопроизводительные вычисления и распределенные вычислительные системы», далее НОЦ МФТИ, а также кафедры вычислительной математики и информатики МФТИ.

Программа школы предоставляет российским и зарубежным студентам, аспирантам и молодым ученым уникальную возможность дополнительной профессиональной и научной подготовки в сфере современных технологий.

В неё входят следующие направления: методы параллельной обработки данных; современные технологии и платформы параллельного программирования; параллельные вычисления и GRID-технологии; программные инструменты AMD, NVIDIA, INTEL для высокопроизводительных вычислений.

Из более, чем 100 заявок экспертная комиссия школы, в состав которой входили профессор кафедры Вычислительной математики Лобанов А.И., профессор кафедры Информатики Карпов В.Е. и заместитель директора Инновационного центра Нестеренко Л.В., выбрала 20 участников. Им представилась уникальная возможность не только прослушать лекции преподавателей МФТИ, СпбГУ, ИСП РАН, но и получить практические навыки работы на действующих кластерах МФТИ. Всем участникам, не прошедшим конкурсный отбор, было предложено стать слушателями летней школы.

География участников школы весьма обширна: КБГУ, МФТИ, МИФИ, University of Massachussets Lowell, МГТУ им. Н.Э. Баумана, БелГУ, Астраханский ГУ, СпбГУ, Николаевский НУ им. Сухомлинского,

Университет Природы, Общества и Человека «Дубна», Тольяттинский ГУ, БГУ, УрФУ и др.

Школа имела формат, при котором каждая тема была представлена двумя компонентами: лекционной и практической. Уже в первый день на практических занятиях участники работали с кодом. Для выполнения итогового проекта участникам были предложены три технологии: CUDA, OpenCL, MPI, установленные на новейшем оборудовании от AMD, Intel, и NVIDIA.

## **Содержание выполненных работ**

### ***Техническое обеспечение мероприятия***

Во время проведения Школы участникам были прочитаны лекции и проведены практикумы по технологии высокопроизводительных вычислений (в том числе) ведущими российскими учеными, постоянно работающими как на территории России, так и за её пределами, специально приглашенными для участия в Школе.

1. «Обзорная лекция по состоянию и перспективам развития прикладного численного моделирования», член-корр. РАН, А.С. Холодов (МФТИ);
2. «Модели клеточных автоматов. Постановки задач из разных предметных областей», профессор А.И. Лобанов (МФТИ);
3. «Формулировка и постановка вычислительных алгоритмов для математического моделирования», профессор А.И. Лобанов, (МФТИ);
4. «Основы параллельного программирования», доцент В.Е. Карпов, (МФТИ);
5. Практикум «Введение в Linux», А.Ю. Субботина, А.Е. Алексеенко (МФТИ);
6. Практикум «Основы использования Portable Batch System (PBS) и System for Performing Experiments and Analyzing Results (SPEAR)», А.Ю. Субботина, А.Е. Алексеенко (МФТИ);
7. «Анализ эффективности распараллеливания программ», доцент В.Е. Карпов (МФТИ);
8. «Выявление параллелизма в прикладных программах (прототипы кода)», доцент В.Е. Карпов (МФТИ);
9. Практикум «Основы использования MPI», А.Ю. Субботина, Н.И. Хохлов (МФТИ);
10. Практикум «Основы использования OpenMP», А.Ю. Субботина, Н.И. Хохлов (МФТИ);

- 11.«GPGPU, возникновение, основные недостатки. Возникновение CUDA, программная модель CUDA», А.М. Казённов (МФТИ);
12. «Расширения языка C, используемые в CUDA. Архитектура GPU; Типы памяти в CUDA, работа с глобальной, текстурной и shared - памятью. Основы оптимизации в CUDA. Оптимизация работы с глобальной памятью, использование coalescing. Работа с shared-памятью, конфликты банков и их устранение», А.М. Казённов (МФТИ);
- 13.Практикум «Основы использования CUDA», А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко;
- 14.«Введение в OpenCL» О.В. Геллер;
- 15.Практикум «Основы использования OpenCL», А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко (МФТИ);
- 16.««Облачные вычисления» как современное направление развития в области информационных технологий. Использование вычислительной инфраструктуры в рамках программы «Университетский кластер» и созданных на базе этой инфраструктуре сервисов. Задачи создания высокоуровневых вычислительных сервисов с использованием открытого программного обеспечения», доцент А.И. Аветисян;
- 17.Работа над проектами, Д.А. Пузырев, Н.И. Хохлов, А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко ;
- 18.«Опыт программирования задач линейной алгебры на языке CUDA и OpenCL», Д.А. Пузырев
- 19.Практикум «Средства Intel отладки и профилирования параллельных многопоточных программ», А.В. Шевченко;
- 20.«Молекулярно-динамическое моделирование с применением графических ускорителей», И.В. Морозов
- 21.«Современные вычислительные методы в изучении квантовых малочастичных систем», Д.А. Пузырев
- 22.Встреча представителей индустрии и спонсоров со слушателями школы (Бизнес презентации):

- Суетин Николай — директор по развитию бизнеса в сфере исследований и разработок Intel в России и СНГ;
- Тормасов А.Г. — представитель Московского центра компании Parallels;
- Конягин Дмитрий — представитель Московского центра компании NVIDIA;

*Презентации указанных лекций представлены в электронном виде (PowerPoint, Portable Document Format) на CD и являются неотъемлемой частью отчётной документации.*

### **Введение в математические модели «клеточных автоматов» и их численные методы решения.**

**Лобанов Алексей Иванович, д.ф.-м.н., профессор МФТИ (6 ак. Часов)**

В курсе рассматриваются постановки из разных предметных областей, приводящие к задачам для клеточных автоматов. Математические модели типа клеточных автоматов широко применяются для моделирования систем типа «реакция-диффузия». Некоторые математические модели типа клеточных автоматов могут применяться в широком диапазоне прикладных областей - от популяционной экологии до задач криптографии. Модели клеточных автоматов применяются при моделировании процессов в нанотехнологиях, при моделировании дорожного движения. Математические модели теории перколяции («просачивания») также можно отнести к моделям типа клеточных автоматов.

Курсовой практикум направлен на практическую демонстрацию использования современных технологий параллельного программирования на примере конкретной вычислительно емкой задачи. Задачи подобного типа встречаются при моделировании сложных явлений и систем. С другой стороны, на основе этой одной задачи оказывается возможной наглядная демонстрация многих аспектов параллельного программирования (балансировка вычислений, синхронизация расчетов, блокировка и т.п.). В частности, модели клеточных автоматов служили в качестве набора тестовых задач при выяснении эффективности программирования на транспьютерных вычислительных системах.

### **Основы распараллеливания программ.**

**Карпов Владимир Ефимович, к.ф.-м.н., доцент МФТИ (8 ак. часов)**

В настоящее время развитие вычислительных систем испытывает третий кризис программного обеспечения. Первый кризис разразился в 60-70е годы



прошлого века, когда программирование в машинных кодах и на языке ассемблера вошло в противоречие с возросшей производительностью компьютеров. Выходом стало появление языков высокого уровня. Второй кризис пришелся на 80-90е годы. Создание и поддержка сложных и надежных программных комплексов, содержащих несколько миллионов строк кода, написанных сотнями программистов, потребовали развития объектно-ориентированных языков и разработки инструментария для поддержки больших программных проектов. Третий кризис связан с невозможностью дальнейшего экстенсивного развития hardware и переходом к многоядерным архитектурам. Адекватного ответа на возникший кризис до сих пор не найдено. Одним из способов его преодоления является разработка параллельных программ.

Для этой разработки существует два принципиально разных подхода. Первый из них заключается в создании новых алгоритмов, которые будучи неэффективными на стандартных последовательных архитектурах позволяют получить при решении возникающих задач значительную эффективность на архитектурах параллельных. Второй подход — это попытка адаптации хорошо исследованных последовательных алгоритмов для новых архитектур. Именно второму подходу посвящен данный курс летней школы.

Появление многоядерных процессоров требует от разработчика понимания различных техник распараллеливания программ. Из лекции Вы поймете важность многопоточного программирования. Особое внимание будет уделено проблемам корректности и производительности многопоточных программ, созданных для многоядерных процессоров следующего поколения, и их решению с помощью Intel® Threading Tools.

## **Массивно-параллельные вычисления с использованием технологии CUDA.**

### **Казённов Андрей Максимович, аспирант, МФТИ (6 ак. часов)**

Появление GPU с очень высокой производительностью привело к тому, что в огромном количестве компьютеров фактически установлен мощный массивно-параллельный сопроцессор, с быстродействием достигающим до одного терафлопа. Однако эффективное использование вычислительных возможностей GPU требует использования технологий, позволяющих утилизировать всю возможность таких GPU, не связывая себя ограничениями, свойственными традиционными графическими API.

Слушателям дается представление об архитектуре и программировании массивно-параллельных вычислительных систем на примере программирования GPU при помощи CUDA, рассматриваются основные

возможности и особенности архитектуры GPU и использование CUDA для написания эффективных вычислительных программ.

### **Массивно-параллельные вычисления с использованием технологии OpenCL.**

**Геллер Олег Владимирович (6 ак. часов)**

Слушателям дается представление об архитектуре и программировании массивно-параллельных вычислительных систем на примере программирования GPU и CPU при помощи OpenCL, будут рассмотрены основные возможности и особенности использования OpenCL для написания эффективных вычислительных программ.

### **Современные вычислительные и информационные технологии решения вычислительно-сложных задач на базе распределенных вычислительных ресурсов.**

**Аветисян Арутюн Ишханович, к.ф.-м.н., ИСП РАН (6 ак. часов)**

Курс посвящен современному направлению развития в области информационных технологий – «облачные вычисления». Рассмотрен широкий круг вопросов связанных с этой тематикой и реализацией и использованием вычислительной инфраструктуры в рамках программы «Университетский кластер», созданных на базе этой инфраструктуре сервисов, а также задачи по созданию высокоуровневых вычислительных сервисов с использованием открытого программного обеспечения.

### **Опыт программирования задач линейной алгебры на языке CUDA и OpenCL**

**Д.А. Пузырев, аспирант, СПбГУ (6 ак. Часов)**

Цель курса – знакомство с современными методами изучения квантовых малочастичных систем на примерах численного решения квантовой задачи нескольких тел и квантовой задачи рассеяния. В курсе дается введение в теоретическое описание квантовых систем с помощью уравнения Шредингера и уравнений Фаддеева, описание некоторых адаптированных

численных методов решения этих уравнений (метод конечных элементов, спектральный метод, метод конечных разностей), а также использования технологий высокопроизводительных вычислений для ускорения расчетов (высокопроизводительные библиотеки функций, «классические» многопоточные и кластерные вычисления, вычисления на графических процессорах).

### **Молекулярно-динамическое моделирование с применением графических ускорителей.**

**Морозов Игорь Владимирович, к.ф.-м.н., доцент МФТИ (2 ак. часа)**

В курсе рассматривается семейство методов молекулярной динамики (МД) в применении к задачам физики конденсированного вещества, физики плазмы, химической и био- физики. Представлена краткая история развития метода. Излагаются основные принципы МД, такие как интегрирование уравнений движения и выбор потенциала межчастичного взаимодействия. Отдельно рассмотрены различные классы моделей взаимодействия частиц: простые потенциалы для атомов или молекул с фиксированными межатомными связями; сложные многочастичные потенциалы (EAM, MEAM, ReaxFF, Tersoff и др.) для металлов и систем с ковалентными связями; псевдопотенциалы взаимодействия электронов и ионов в плазме; представление электронов в виде гауссовских волновых пакетов. Показано место классической МД в многомасштабном подходе и его особенности по сравнению с квантовой молекулярной динамикой со стороны меньших пространственных масштабов и численным решением уравнений для сплошной среды со стороны больших масштабов. Обсуждаются способы распараллеливания МД расчетов на современных суперкомпьютерах и Грид-системах. Отдельное внимание уделяется применению графических ускорителей для МД. Эффективность применений графических ускорителей проиллюстрирована сравнением скорости работы реальных программ МД

моделирования на традиционных процессорах Intel, графических ускорителях Nvidia и гибридных кластерах.

### **Практикум (48 ак. часов)**

Основной идеей школы является организация насыщенных практических занятий. Каждая тема реально представлена двумя компонентами: лекционной и практической. Уже в первый день участникам школы будет предложено поработать с кодом, специально подготовленным для школы в виде «прототипа», на котором будут осваиваться инструменты и методы параллельного программирования. Организовано два потока, которые работали на самом современном оборудовании от Intel, NVIDIA и AMD. Ассистентами продемонстрированы и разобраны результаты расчетов тестовых задач, над реализацией алгоритмов распараллеливания этого кода со студентами работали ассистенты. Они же помогали молодежи осваивать технологии Intel, NVIDIA и OpenCL.

### **Организационно-аналитическое обеспечение мероприятия**

*В ходе предварительного этапа проведения школы в период с 1 июля по 20 августа 2011 года были выполнены следующие задачи, организационного плана:*

1. обеспечение оперативного информирования участников Школы;
2. разработка программы и графика проведения Школы (Приложение 1);
3. информирование и сбор данных с участников и лекторов Школы;
4. рассылка приглашений для лекторов и иногородних участников Школы; для оперативного информирования о всероссийской научной школе для молодежи «Высокопроизводительные вычисления на GRID-системах» была осуществлена электронная рассылка сообщений в ведущие ВУЗы России (Приложение 2);
5. создание и оперативная поддержка специального сайта Школы: <http://hpc.mipt.ru>;
6. подготовка информации для размещения на сайте;
7. сбор материалов для подготовки и издания сборника тезисов и статей по результатам Школы,

8. формирование оргкомитета Школы.

В оргкомитет Школы вошли ведущие специалисты России

- **Холодов Я.А.**, к.ф.-м.н., Председатель оргкомитета школы,
- **Холодов А.С.**, член-корр. РАН, профессор, зав.кафедрой (МФТИ);
- **Лобанов А.И.**, д.ф.-м.н., профессор МФТИ;
- **Карпов В.Е.**, к.ф.-м.н., доцент МФТИ;
- **Муравьев А.А.**, к.т.-н., директор ЦРИИ МФТИ;
- **Нестеренко Л.В.**, зам. директора ЦРИИ МФТИ;

Для освещения мероприятия были привлечены следующие средства массовой информации: Газета Московского физико-технического института «За науку», журнал «Компьютерные исследования и моделирование», Информационные интернет порталы, в том числе:

1. сайт <http://hpc.mipt.ru>,
2. сайт кафедры вычислительной математики МФТИ  
<http://crec.mipt.ru/innov/materials/>
3. сайт газеты «За науку»  
[http://za-nauku.mipt.ru/hardcopies/2011m/14\\_\(1884\)/](http://za-nauku.mipt.ru/hardcopies/2011m/14_(1884)/)
4. сайт центра развития инновационной инфраструктуры (ЦРИИ) МФТИ  
<http://miptic.ru/education/>

***В период проведения основного этапа Школы с 21 августа по 30 августа 2011 года были выполнены следующие задачи, организационного плана:***

1. организация трансфера, проживания и питания участников Школы;
2. расселение и регистрация приезжающих участников Школы;
3. подготовка тиражирование и распространение информационно-методических материалов Школы - программа Школы, бейджи, постеры и др.;
4. подготовка аудиторий для проведения Школы, подготовка мультимедийного оборудования для проведения Школы;
5. проверка эффективного освоения молодыми исследователями и преподавателями научных и методических достижений по результатам проведения Школы, в том числе, организация и проведение Лабораторного практикума на базе кафедры информатики МФТИ и НОЦ МФТИ («Высокопроизводительные вычисления и распределенные вычислительные системы») по тематике работ проводимой Школы.

6. подготовка и выдача 18 Свидетельств и 18 Удостоверений участника всероссийской научной школы для молодежи «Высокопроизводительные вычисления на GRID-системах»;

***В период проведения заключительного этапа Школы с 30 августа по 20 сентября 2011 года были выполнены следующие задачи, организационного плана:***

1. подготовка информации для размещения на сайте, создание и оперативная поддержка специального сайта Школы (веб-страницы). Презентационный материал лекций выложен в открытый доступ на сайтах МФТИ: <http://hpc.mipt.ru>
2. подготовка публикаций по результатам Школы.

### ***Информационно-методическое обеспечение мероприятия***

Для освещения мероприятия были привлечены следующие средства массовой информации: Газета Московского физико-технического института «За науку», журнала «Компьютерные исследования и моделирование», Информационные Интернет-порталы, в том числе:

1. сайт <http://hpc.mipt.ru>,
2. сайт кафедры вычислительной математики МФТИ <http://crec.mipt.ru/innov/materials/>
3. сайт газеты «За науку» [http://za-nauku.mipt.ru/hardcopies/2011m/14\\_\(1884\)/](http://za-nauku.mipt.ru/hardcopies/2011m/14_(1884)/)
4. сайт ЦРИИ МФТИ <http://miptic.ru/education/>

***В период проведения заключительного этапа Школы с 8 сентября по 15 сентября 2011 года были выполнены следующие задачи, организационного плана:***

1. подготовка информации для размещения на сайте, создание и оперативная поддержка специального сайта Школы (веб-страницы). Презентационный материал лекций выложен в открытый доступ на сайте научно-образовательного центра (НОЦ) МФТИ «Высокопроизводительные вычисления и распределенные вычислительные системы»:

[http://hpc.mipt.ru/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=76&Itemid=101&lang=ru](http://hpc.mipt.ru/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=76&Itemid=101&lang=ru)

2. подготовка сборника тезисов лекций по результатам Школы;
3. подготовка публикаций по результатам Школы, избранные лекции, прочитанные в рамках проведения Школы «Высокопроизводительные вычисления на GRID-системах» направлены в научный журнал «Компьютерные исследования и моделирование».

## **Результаты работы**

Основной целью Школы было создание условий для эффективного воспроизводства научных и научно-педагогических кадров и закрепления молодежи в сфере науки, образования и высоких технологий, сохранения преемственности поколений в науке и образовании. Выполнение работы должно обеспечить эффективное освоение молодыми исследователями и преподавателями лучших научных и методических отечественных и мировых достижений в области высокопроизводительных вычислений на кластерных системах. Основными потребителями научного/методического результата школы являются технические ВУЗы и академические институты, работающие в области высокопроизводительных вычислений на кластерных системах.

В работе Школы в общей сложности приняли участие 143 человека (из них 128 — молодые участники Школы). С обзорными докладами в работе Школы были привлечены ведущие ученые в области высокопроизводительных вычислений, работающие как на территории России, так и за рубежом.

По результатам прослушивания курса лекций и самостоятельного выполнения практикума участникам школы было предложено творческое задание — написать свою программу с использованием технологий высокопроизводительных вычислений.

Решения заданий творческого тура были оценены экспертной комиссией, в которую вошли преподаватели Школы, проводившие практикум.

Во время работы школы кроме заседаний секций проводились деловые встречи, были организованы круглые столы.

Результаты школы могут быть использованы в целях:

- повышения квалификации молодых исследователей и преподавателей российских и зарубежных вузов, работающих в области высокопроизводительных вычислений,
- получения полной и достоверной информации о текущем состоянии и перспективах исследований в области технологий высокопроизводительных вычислений на кластерных системах,

Участники школы отметили, что проведение всероссийской Школы для ведущих специалистов совместно с молодыми учеными способствует развитию научных связей; повышению образовательного и научного уровня молодых ученых, аспирантов ВУЗов; налаживанию взаимных контактов между учеными и научными школами; получению информации об актуальных направлениях исследований, развитию научной кооперации. Проведение школ такого уровня особенно важно, потому что позволяет активно вовлекать в научную работу наиболее способную и творческую часть молодежи — студентов и аспирантов, способствует повышению их интереса к науке, позволяет устанавливать контакты между молодежью и ведущими учеными различных институтов и университетов.

## **Выполнение показателей программного мероприятия Программы в рамках данной работы**

<b>Индикатор</b>		Требование технического задания (или задания)			Достигнуто к началу этапа	Приращение на отчетном этапе	Выполнение нарастающим итогом на конец отчетного этапа
Обозн.	Наименование	Ед. изм.	Значение	Срок достижения			
И	Число участников Школы в	чел.	120	31.08.	0	128	128



2.1.1.	возрасте до 35 лет на момент окончания соответствующего отчетного периода			2011			
<b>Показатель</b>		Требование технического задания (или задания)			Достигнуто к началу этапа	Приращение на отчетном этапе	Выполнение нарастающим итогом на конец отчетного этапа
Обозн.	Наименование	Ед. изм.	Значение	Срок достижения			
П 2.1.1.	Доля привлеченных на выполнение работ внебюджетных средств от объема средств федерального бюджета	%	25	31.08.2011	0	25	25
П 2.1.2.	Общее число участников Школы	чел.	140	31.08.2011	0	143	143

## **Результаты оценки эффективности освоения знаний по итогам проведения Школы.**

Одной из основных целей Школы, как было заявлено, является изучение молодыми исследователями и преподавателями научных и методических отечественных и мировых достижений в сфере высокопроизводительных вычислений на кластерных системах, а также освоение молодыми специалистами суперкомпьютерных технологий с целью их успешного применения в образовании, науке и промышленности.

Для этих целей МФТИ организовал молодым исследователям возможность участия в ходе выполнения программы Школы в следующих практических мероприятиях:

***Лабораторный практикум, предусмотренный условиями государственного контракта, проводился на базе кафедры информатики МФТИ и НОЦ МФТИ по тематике проводимой Школы.*** Практические занятия проводились по следующим темам:

1. Введение в Linux;
2. Основы использования Portable Batch System (PBS) и System for Performing Experiments and Analyzing Results (SPEAR)

3. Основы использования MPI;
4. Основы использования OpenMP;
5. Основы использования CUDA;
6. Основы использования OpenCL;
7. Средства Intel отладки и профилирования параллельных многопоточных программ.

В качестве самостоятельной работы участникам было предложено написать программу, реализующую клеточные автоматы (игра «Жизнь», автомат Кохомото-Ооно в трехмерном пространстве) с помощью технологий MPI, OpenCL, CUDA.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Целями выполнения работы явилось изучение молодыми исследователями и преподавателями научных и методических отечественных и мировых достижений в сфере высокопроизводительных вычислений на кластерных системах, а также освоение молодыми специалистами суперкомпьютерных технологий с целью их успешного применения в образовании, науке и промышленности.

Основное содержание работы — разработка научно-методических и информационных материалов Всероссийской научной школы для молодежи «Высокопроизводительные вычисления на GRID-системах» (далее — Школа); организация и проведение Школы; подготовка и чтение лекций и докладов, проведение семинаров и круглых столов и т.п. по тематике Школы; анализ результатов проверки эффективного освоения молодыми исследователями и преподавателями лучших научных и методических отечественных и мировых достижений в избранной научной области по результатам проведения Школы; подготовка и издание сборника тезисов и статей по результатам Школы; создание и оперативная поддержка специального сайта или веб-страницы, подготовка информации для размещения на сайте; реализация системы мер, направленных на информационное сопровождение подготовки и проведения Школы и освещения результатов, размещение информации в СМИ федерального, регионального и институционального уровней.

Результат работы — подготовленные научно-методические и информационные материалы; информация об участии в работе известных российских и зарубежных ученых; публикации развернутых текстов лучших докладов в виде научных статей в научных журналах из перечня ВАК и отдельными изданиями; результаты анализа эффективности освоения молодыми исследователями и преподавателями лучших научных и методических отечественных и мировых достижений по результатам работы;

отчет о выполненных работах, к которому приложен полный комплект раздаточных материалов Школы, а также комплект изданных материалов Школы.

Результаты Школы будут использоваться для повышения информированности общественности о результатах научно-инновационной деятельности и проектах, реализуемых образовательными и научными учреждениями (организациями), для повышения научно-инновационной деятельности организаций (учреждений), для активизации участия коллективов (прежде всего, молодежных) образовательных и научных учреждений (организаций) в реализации научных и отраслевых программ, для подготовки предложений по повышению эффективности государственной политики Российской Федерации в сфере подготовки научно-педагогических кадров.

Школа имела формат, при котором каждая тема была представлена двумя компонентами: лекционной и практической. Уже в первый день на практических занятиях участники работали с кодом. Для выполнения итогового проекта участникам были предложены три технологии: CUDA, OpenCL, MPI, установленные на новейшем оборудовании от AMD, Intel, и NVIDIA. Каждый из четырех предложенных вариантов проектов оценивался комиссией, и по сумме баллов за все практические задачи 1-е место было присуждено аспиранту 3-го года факультета радиотехники и кибернетики МФТИ Алексею Щербакову, 2-е место занял студент 6го курса МФТИ Михаил Герцев, а 3-е место разделили Павел Самусев из МФТИ и Ислам Жамбеев из КБГУ. Отдельно стоит отметить успехи студента БелГУ Кузнецова Константина, реализовавшего проект, использующий одновременно MPI и CUDA для распараллеливания на несколько графических адаптеров, а также Владимира Денисенко из КБГУ, реализовавшего проект на всех трёх предложенных технологиях.

Участникам, успешно справившимся с выполнением проектов, вручили дипломы о дополнительном образовании.

На вручении выступали проректор К.К. Зайцев, директор НОЦ МФТИ Я.А. Холодов и заместитель директора ЦРИИ Л.В. Нестеренко. Константин Кириллович Зайцев отметил в своем выступлении, что без современной вычислительной математики не могут решаться многие задачи современной науки и техники. Школа «Высокопроизводительные вычисления в GRID-системах» решает актуальную образовательную проблему. Количество закупленной вузами по последним грантам и государственным программам техники (кластеров и мощных компьютеров) быстро растет, а вот специалистов, которые бы умели с такой техникой обращаться, крайне мало. В результате основная масса оборудования работает в режиме малой загрузки или вовсе простаивает.

В этом смысле Школа решает очень важные задачи — развитие новых компетенций у студентов и аспирантов. Они смогут в своих вузах решать практические задачи с использованием высокопроизводительных и распределенных вычислительных систем. В данном случае ключевая компетенция подразумевает практические навыки работы с такими вычислительными системами, потому что не «потрогав руками», научиться чему-то в этой области крайне сложно.

Важно также отметить, что это уже третья ежегодная школа, и она организована на более высоком уровне, чем предыдущая. Мы надеемся и дальше поддерживать эту хорошую традицию.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## *Приложение 1. Программа Школы*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Московский физико-технический институт (Государственный университет)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

\_\_\_\_\_ Кудрявцев Н.Н.

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2011 г.

### ПРОГРАММА

Всероссийской научной школы для молодежи «Высокопроизводительные  
вычисления на GRID-системах»,  
21–30 августа 2011 г., Долгопрудный

### Расписание школы

#### Воскресенье, 21 августа

10.00-14.00, фойе НК.

Регистрация и размещение участников (10.00-14.00, фойе НК).

#### Открытие школы:

14.00-14.45, 115 КПМ

Приветственное слово к слушателям и участникам школы (Vladimir Pentkovski, Sr. Principal Engineer, Intel Corporation).

14.45-16.00, 115 КПМ

Обзорная лекция по состоянию и перспективам развития прикладного численного моделирования (член-корр. РАН, А.С. Холодов).

16.00-16.30, 115 КПМ

Выступление представителей оргкомитета.

17.00-19.00, столовая МФТИ

Товарищеский ужин.

#### Понедельник, 22 августа

9.00-10.25, 115 КПМ

Лекция (профессор А.И. Лобанов)

Модели клеточных автоматов. Постановки задач из разных предметных областей

10.25-10.45, 115 КПМ

Кофе-брейк

10.45-12.10, 115 КПМ

Лекция (профессор А.И. Лобанов)

Формулировка и постановка вычислительных алгоритмов для математического моделирования.

12.20-13.45, 115 КППМ

Лекция (доцент В.Е. Карпов)

Основы параллельного программирования.

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Практикум

Введение в Linux (А.Ю. Субботина, Н.И. Хохлов, А.М. Казённов, Д.А. Пузырев).

Основы использования Portable Batch System (PBS) и System for Performing Experiments and Analyzing Results (SPEAR) (А.Ю. Субботина, А.Е. Алексеенко, А.М. Казённов).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

### Вторник, 23 августа

9.00-10.25, 115 КППМ

Лекция (доцент В.Е. Карпов)

Анализ эффективности распараллеливания программ.

10.25-10.45, 115 КППМ

Кофе-брейк

10.45-13.45, 115 КППМ

Лекции (доцент В.Е. Карпов)

Выявление параллелизма в прикладных программах (прототипы кода).

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Практикум

Основы использования MPI (А.Ю. Субботина, Н.И. Хохлов).

Основы использования OpenMP (А.Ю. Субботина, Н.И. Хохлов).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

### Среда, 24 августа

9.00-10.25, 115 КППМ

Лекция (А.М. Казённов)

GPGPU, возникновение, основные недостатки. Возникновение CUDA, программная модель CUDA.

10.25-10.45, 115 КППМ

Кофе-брейк

10.45-13.45, 115 КППМ

Лекции (А.М. Казённов)

Расширения языка C, используемые в CUDA. Архитектура GPU; Типы памяти в CUDA, работа с глобальной, текстурной и shared - памятью. Основы оптимизации в CUDA. Оптимизация работы с глобальной памятью, использование coalescing. Работа с shared-памятью, конфликты банков и их устранение.

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Практикум

Основы использования CUDA (А.М. Казённов, О.В. Геллер, А.Е. Алексеенко).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

Четверг 25 августа

9.00-10.25, 115 КППМ

Лекция (О.В. Геллер)

Основы OpenCL

10.25-10.45, 115 КППМ

Кофе-брейк

10.45-13.45, 115 КППМ

Лекции (О.В. Геллер)

Основы OpenCL

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Практикум

Основы использования OpenCL (А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

Пятница, 26 августа

9.00-13.45, 115 КППМ

Лекции (доцент А.И. Аветисян)

«Облачные вычисления» как современное направление развития в области информационных технологий. Использование вычислительной инфраструктуры в рамках программы «Университетский кластер» и созданных на базе этой инфраструктуре сервисов. Задачи создания высокоуровневых вычислительных сервисов с использованием открытого программного обеспечения.

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Работа над проектами

(Н.И. Хохлов, А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко).

19.00-20.00, столовая МФТИ



Ужин

Суббота, 27 августа

9.00-13.45, 802, 806 КППМ

Работа над проектами

(Н.И. Хохлов, А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко).

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Работа над проектами

(Н.И. Хохлов, А.М. Казённов, А.Е. Алексеенко).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

Воскресенье, 28 августа

10.00-17.00

Культурная программа

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

Понедельник, 29 августа

9.00-10.25, 115 КППМ.

Лекция (И.В. Морозов)

Молекулярно-динамическое моделирование с применением графических ускорителей

10.25-10.45, 115 КППМ.

Кофе-брейк

10.45-12.10, 115 КППМ.

Лекция (Д.А. Пузырев)

Современные вычислительные методы в изучении квантовых малочастичных систем

12.20-13.45, 115 КППМ.

Лекция (Д.А. Пузырев)

Современные вычислительные методы в изучении квантовых малочастичных систем

14.00-15.00, столовая МФТИ

Обед

15.30-18.30, 802, 806 КППМ

Практикум

Средства Intel отладки и профилирования параллельных многопоточных программ. (А.В. Шевченко).

19.00-20.00, столовая МФТИ

Ужин

Вторник, 30 августа

11.00-13.00, 115 КППМ

Подведение итогов школы;  
13.00-14.00, столовая МФТИ

Обед

14.00-15.30, 115 КПП

Встреча представителей индустрии и спонсоров со слушателями школы  
(Бизнес презентации):

14.00-14.30, Суетин Николай – директор по внешним исследовательским проектам Intel в России и СНГ;

14.30-15.00, Тормасов А.Г. – представитель Московского центра компании Parallels;

15.00-15.30, Конягин Дмитрий – представитель Московского центра компании NVIDIA;

## Приложение 2 Информационное письмо о проведении Школы



от 28 мая 2011 г

*По поручению организаторов школы*

Уважаемые коллеги.

В конце августа 2011 года в МФТИ в Долгопрудном будет проходить третья межвузовская молодежная школа «Высокопроизводительные вычисления в GRID-системах для прикладного численного моделирования». Программа школы предоставит российским студентам, аспирантам и молодым ученым уникальную возможность дополнительной профессиональной и научной подготовки в сфере современных НРС технологий.

**Организатор:** МФТИ (НОЦ по высокопроизводительным вычислениям и распределенным вычислительным системам и ИТЦ).

**Сроки проведения школы:** 21 – 30 августа 2011 года.

**Цели молодежной школы:**

1. Подготовка специалистов в области построения моделей, методов, алгоритмов и систем в сфере высокопроизводительных вычислений в прикладном численном моделировании;
2. Повышение личного уровня компетенции участников;
3. Повышение престижа научно-исследовательской деятельности и вовлечения в нее молодежи;
4. Формирование навыков по организации совместных команд для решения задач в области высокопроизводительных вычислений и систем.

**В рамках научной школы будут представлены следующие направления:**

1. Методы параллельной обработки данных;
2. Современные технологии и платформы параллельного программирования;
3. Параллельные вычисления и Grid-технологии;
4. Программные инструменты AMD, NVIDIA, INTEL для высокопроизводительных вычислений.

**Практические занятия:**

Все практикумы школы будут проводиться с использованием высокопроизводительных вычислительных комплексов МФТИ и оборудования, которое готовы предоставить наши спонсоры. Соотношение лекционных и практических часов занятий 1:2.

Организация практических занятий предусматривает выполнение проекта различными группами участников школы с разработкой параллельного кода для решения одной из модельных прикладных вычислительных задач, причем каждая из групп будет работать по возможности со всеми платформами параллельного программирования. Итоговые результаты выполненных проектов будут доложены участниками школы на семинаре.

**Основные материалы школы будет выкладываться в Интернете по адресу [hpc.mipt.ru](http://hpc.mipt.ru)**

### **Порядок конкурсного отбора:**

Для участия в конкурсе необходимо прислать пакет документов в составе анкеты и мотивационного письма. Рекомендательное письмо от научного руководителя или коллег по желанию. Форма описания – на усмотрение претендента. Рекомендуется приложить опубликованные работы (не более 3), показывающие профессиональный уровень и интересы заявителя.

**Этап 1:** Прием пакета документов – до **30 июля** (включительно).

**Этап 2:** Оценка присланных документов, отбор претендентов – **31 июля – 09 августа**. На этом этапе у претендента может быть запрошена дополнительная информация по телефону или e-mail.

**Списки участников школы будут составлены до 10-го августа.** Результаты будут сообщены каждому участнику конкурса по e-mail.

**Прошедшим в финал** будут высланы все необходимые документы для организации их поездки, проживания и участия в школе.

**Не прошедшим в финал**, также как и всем желающим прослушать лекции без посещения практикума будет организован доступ к web-трансляции лекционного материала школы в реальном времени.

### **Заявка на участие в работе Летней школы:**

Всем, желающим принять участие в Летней школе, необходимо **не позднее 30-го июля** прислать на адрес [info@miptic.ru](mailto:info@miptic.ru) заполненную анкету (шаблон анкеты можно найти на сайте [hpc.mipt.ru](http://hpc.mipt.ru) в разделе «Новости») и письма в имени файла *Фамилия.doc(или pdf)* – используйте латинские буквы (Пример: **Ivanov.doc**). В subject'e письма обязательно укажите: "HPC\_2011\_MIPT".

**Секретарь оргкомитета школы**

**Татьяна Змушко**

[tzmushko@miptic.ru](mailto:tzmushko@miptic.ru)

**+7(926)6237202**