

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ<sup>1</sup>

*А.С. Антонов, Вл.В. Воеводин, В.П. Гергель, Л.Б. Соколинский*

Система суперкомпьютерного образования создается в рамках выполнения проекта Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения». В данной статье дается краткая характеристика создаваемой Системы, рассматривается ее структура и основные компоненты. Главный акцент делается на системность реализуемого подхода, позволяющую заложить основу для внедрения суперкомпьютерного образования в практику образовательных учреждений России.

*Ключевые слова:* суперкомпьютерное образование, подготовка кадров, научно-образовательный центр.

### Введение

В 2010–2012 годах был реализован проект Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения» («Суперкомпьютерное образование»). В рамках данного проекта впервые были предприняты усилия по созданию в России целостной системы суперкомпьютерного образования.

Стремительное внедрение суперкомпьютерных технологий в повседневную практику ставит принципиально новые задачи перед системой высшего образования. Требуется массовая подготовка не просто компьютерно-грамотных пользователей, а именно специалистов в области параллельных вычислений и суперкомпьютерных технологий. При реализации данного проекта основное внимание было уделено не столько подготовке определенного количества специалистов в данной области, сколько созданию целостной системы, способной в течение длительного времени готовить соответствующие кадры.

В данной статье системность реализуемого подхода будет продемонстрирована на различных областях реализации данного проекта:

- создание Системы научно-образовательных центров суперкомпьютерных технологий (Системы НОЦ СКТ), охватывающей всю территорию России;
- систематизация знаний в области суперкомпьютерных технологий;
- реализация системы обучения в области суперкомпьютерных технологий;
- система сертификации знаний в области суперкомпьютерных технологий;
- система проведения мероприятий в области суперкомпьютерных технологий;
- система издания учебной и учебно-методической литературы в области суперкомпьютерных технологий;
- система мероприятий по популяризации.

---

<sup>1</sup> Статья рекомендована к публикации программным комитетом Международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии – 2013»

## 1. Система НОЦ СКТ

В результате выполнения проекта «Суперкомпьютерное образование» Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России к концу 2012 года реализована национальная Система научно-образовательных центров суперкомпьютерных технологий. В Систему НОЦ СКТ входят 8 региональных НОЦ, созданных в 7 федеральных округах России (рис. 1).



**Рис. 1.** География Системы научно-образовательных центров суперкомпьютерных технологий

Научно-образовательные центры, входящие в систему НОЦ СКТ, создаются на базе структурных подразделений учреждений высшего профессионального образования, входящих в Суперкомпьютерный консорциум университетов России, которые обладают значительным опытом выполнения научно-исследовательских работ и ведения образовательной деятельности в области СКТ.

Основными задачами Системы НОЦ СКТ являются:

- подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов по приоритетным и перспективным направлениям суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения;
- повышение эффективности научных исследований;
- осуществление инновационной деятельности в научной и образовательной сферах совместно с организациями науки, промышленности и бизнеса.

Структура Системы НОЦ СКТ представлена на следующей схеме (рис. 2).

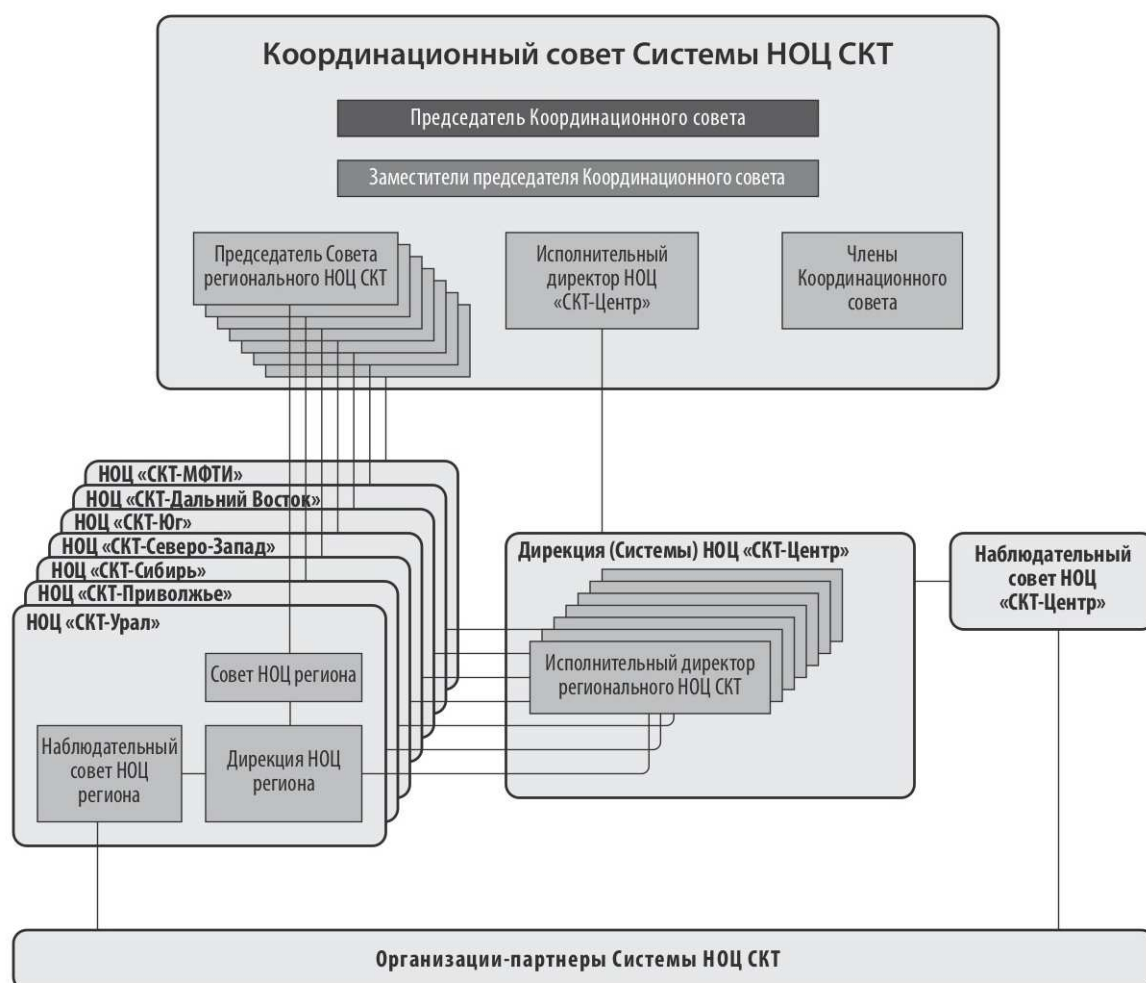


Рис. 2. Структура Системы НОЦ СКТ

Председателем Координационного совета Системы НОЦ СКТ является ректор МГУ имени М.В. Ломоносова академик В.А. Садовничий.

## 2. Систематизация знаний в области СКТ

Центральное место в разработке учебно-методического обеспечения системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в области суперкомпьютерных технологий занимает разработка Свода знаний и умений в области СКТ. Это те компетенции, которыми должны обладать учащиеся после того, как закончат соответствующий факультет или курс, пройдут переподготовку или специализированное обучение в рамках спецгрупп. Именно Свод помогает понять, как должен строиться и на что должен опираться учебный процесс.

Главное в Своде — это описать предметную область «Суперкомпьютеры и параллельные вычисления», с тем, чтобы потом четко определиться, чему учить и как организовать учебный процесс для каждой конкретной целевой группы обучаемых.

Структура созданного Свода знаний согласована с рекомендациями международных профессиональных сообществ ACM и IEEE Computer Society.

Свод знаний, который должен быть освоен для успешной деятельности в рамках определенных отраслей науки, техники и бизнеса, определяется набором отдельных об-

ластей знаний, представляющих собой отдельные части изучаемой специальности. Далее, области делятся на меньшие структуры, называемые разделами, которые представляют собой отдельные тематические модули внутри области. Каждый раздел, в свою очередь, состоит из набора тем, представляющих собой нижний уровень этой иерархии в определяемой специальности. Каждая тема сопровождается указанием, является ли она обязательной или факультативной, а также рекомендуемым объемом учебного времени, необходимым для ее изучения.

Важно подчеркнуть, что подобная структура областей, разделов и тем определяет именно свод знаний, необходимый для освоения специальности, а не перечень учебных курсов. И именно этот свод знаний может служить основой для разработки учебных планов и определения необходимых учебных курсов.

Применение указанной методики (подготовка свода знаний, рекомендации по учебным планам и составу необходимых учебных курсов) для конкретной специальности или направления осуществляется специально формируемыми для этой цели рабочими группами экспертов и, как правило, такая деятельность занимает достаточно большой период времени.

Дополняет Свод знаний и умений в области СКТ комплекс созданных в рамках выполнения проекта учебных курсов. Комплекс учебных курсов покрывает основные направления развития суперкомпьютерных технологий и параллельных вычислений. При этом рассматриваются не только теоретические аспекты, но и практические вопросы использования параллельных и распределенных вычислительных технологий для решения задач в различных областях фундаментальных и прикладных исследований. Данные учебные курсы позволяют сформировать у обучаемого понятийный аппарат параллельного программирования, набор практических умений и навыков в области суперкомпьютерных технологий. Все учебные курсы прошли учебно-методическую экспертизу и получили заключение Учебно-методического совета по прикладной математике, информатике и информационным технологиям Учебно-методического объединения классических университетов.

### **3. Система обучения в области СКТ**

Одной из важнейших задач реализации проекта является подготовка специалистов, реализуемая сразу по нескольким направлениям.

В рамках проекта реализуются программы массовой подготовки специалистов начального уровня по суперкомпьютерным технологиям. Данное мероприятие охватило все федеральные округа Системы НОЦ СКТ и более 45 вузов России. Программы обучения в большинстве вузов были направлены на получение базовых знаний и освоение наиболее востребованных технологий параллельного программирования, что нужно для успешного вхождения в область СКТ.

Примеры учебных программ подготовки специалистов начального уровня по суперкомпьютерным технологиям:

- «Параллельное программирование и высокопроизводительные вычисления»;
- «Суперкомпьютерные технологии, параллельные вычисления и их приложения»;
- «Высокопроизводительные вычисления в прикладном численном моделировании»;
- «Основы применения параллельных вычислений на основе Windows2008 HPC, Visual Studio 2011 и Intel Parallel 2011»;

- «Многопоточные вычисления на основе технологий MPI и OpenMP»;
- «Многопоточные вычисления на основе технологий CUDA и OpenCL»;
- «Суперкомпьютерные технологии с использованием прикладных пакетов»;
- «Суперкомпьютерные технологии для гибридных кластерных систем»;
- «Параллельные алгоритмы в электродинамике».

За время выполнения проекта успешно реализованы программы переподготовки и повышения квалификации профессорско-преподавательского состава. Успешно прошли переподготовку и повышение квалификации преподаватели из более 40 вузов всех федеральных округов России.



Рис. 3. Группа повышения квалификации в НОЦ «СКТ-Центр»

Примеры программ переподготовки и повышения квалификации профессорско-преподавательского состава:

- «Суперкомпьютерные системы и приложения»;
- «Суперкомпьютерные технологии с использованием прикладных пакетов»;
- «Основы суперкомпьютерных технологий»;
- «Современные параллельные вычислительные технологии»;
- «Перспективные технологии распределенных вычислений»;
- «Параллельные вычислительные системы и технологии, используемые при разработке программ»;
- «Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование»;
- «Распараллеливание алгоритмов и программ».

Выполнено крайне сложное мероприятие проекта – целевая интенсивная подготовка в области суперкомпьютерных технологий в рамках специальных групп, ориентированная на глубокое изучение конкретных разделов суперкомпьютерных технологий. Обучение спецгрупп было организовано во всех федеральных округах Системы НОЦ СКТ.

В числе уже реализованных программ обучения:

- «Суперкомпьютерное моделирование: технологии, инструменты и приложения (основная и углубленная программа)»;
- «Технологии, используемые при организации высокопроизводительных вычислений»;

- «Решения прикладных задач механики деформируемого твердого тела в высокопроизводительных системах»;
- «Виртуализация и построение виртуальных кластеров на базе Microsoft HyperV и VMWare ESXI, разработка многопоточных приложений для виртуальных кластеров»;
- «Распараллеливание алгоритмов и программ»;
- «Моделирование биологических систем на GPU»;
- «Суперкомпьютерные технологии для решения естественнонаучных задач».

Еще один вид обучения, реализованный в рамках выполнения проекта – это дистанционное образование. Проект Интернет-университета суперкомпьютерных технологий имеет уникальный характер. Отличительные особенности: привлечение ведущих специалистов страны для проведения занятий, реализация классической формы обучения на новой технологической основе, доступность обучения за счет использования сети Интернет. Все эти характеристики проекта позволяют обеспечить массовую и оперативную подготовку специалистов в области суперкомпьютерных технологий.

На базе Интернет-университета суперкомпьютерных технологий проводилось дистанционное обучение по следующим курсам:

- «Основы параллельных вычислений»;
- «Введение в параллельные алгоритмы»;
- «Параллельное программирование с OpenMP»;
- «Основы параллельного программирования с использованием MPI».

В рамках проекта «Суперкомпьютерное образование» начальную подготовку в области СКТ с использованием технологий дистанционного образования получили слушатели из более 100 городов России.

#### **4. Система сертификации знаний в области СКТ**

Система сертификации знаний в области СКТ разрабатывается для инженерно-технических, естественнонаучных и социально-гуманитарных направлений. Разработка системы сертификации знаний входит обязательным условием формирования национальной системы подготовки высококвалифицированных специалистов в области СКТ.

Сертификация призвана зафиксировать обладание человеком определенным уровнем знаний по конкретной предметной области. Предметной областью может быть как вся область суперкомпьютерных технологий, так и некоторая ее подобласть. Сертификация в некоторой области выполняется по трем уровням знаний: Introduction, Basic, Master (Начальный, Базовый, Мастер).

Сертификация знаний производится на основе обязательного выполнения человеком набора тестов в автоматизированном режиме с помощью электронной системы тестирования. Это условие необходимое, но для высших уровней знаний отдельных областей может потребоваться выполнение дополнительных заданий.

Набор тестов для каждого уровня знаний каждой области отражает все разделы Свода знаний по сертифицируемой области. Свод знаний по сертифицируемой области формируется в соответствии со Сводом знаний и умений по суперкомпьютерным технологиям, разработанным в рамках данного проекта, но не обязательно должен являться его подмножеством.

Для каждого уровня каждой области фиксируется процедура прохождения сертификации. Иногда на начальных уровнях возможна полностью автоматизированная сертификация, выполняемая через Интернет без какого-либо контроля над способом прохождения тестирования. В большинстве случаев при прохождении тестирования требуется обязательное присутствие преподавателя.

Процедура включения сертификации по некоторой конкретной области СКТ в общую систему сертификации предполагает выполнение следующих шагов.

1. Формирование Свода знаний по сертифицируемой области на основе общего Свода знаний и умений по суперкомпьютерным технологиям.
2. Выделение сертифицируемых уровней знаний.
3. Указание в Своде знаний сертифицируемой области разделов, необходимых для каждого выделенного уровня знаний.
4. Формирование наборов тестов для каждого выделенного уровня знаний для организации электронного тестирования.
5. Описание процедуры прохождения сертификации для каждого уровня.
6. Утверждение Консорциумом Свода знаний по сертифицируемой области, уровней знаний и процедуры прохождения сертификации. В случае положительного решения со стороны Консорциума, на выдаваемом сертификате размещается логотип Консорциума, ставится подпись от Консорциума, каждый сертификат получает уникальный номер, сохраняемый в базе Консорциума.

В июле 2012 года в рамках проведения в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова международной Летней Суперкомпьютерной Академии система сертификации знаний была опробована при проведении сертификация базового уровня знаний по параллельным вычислениям и суперкомпьютерным технологиям. В результате проведения тестирования группа выпускников Академии получила первые официальные сертификаты.

С 2011 г. реализуется похожая программа сертификации по параллельному программированию при активном использовании программных инструментов компании Интел.

## 5. Система проведения мероприятий

В последние годы сформировалась система основных национальных суперкомпьютерных конференций:

- Международная научная конференция «Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ)», организаторы – Российская академия наук, Суперкомпьютерный консорциум университетов России (<http://agora.guru.ru/pavt>).
- Международные суперкомпьютерные конференции серии «Научный сервис в сети Интернет», организаторы – Российская академия наук, Суперкомпьютерный консорциум университетов России (<http://agora.guru.ru/abrau>).
- Суперкомпьютерный форум «Суперкомпьютерные технологии в образовании, науке и промышленности», учредитель – Суперкомпьютерный консорциум университетов России (<http://agora.guru.ru/hpcNN>).
- Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям (<http://ssspc.math.tsu.ru>).



Система молодежных суперкомпьютерных школ в России состоит из серии мероприятий, организованных Суперкомпьютерным консорциумом университетов России на базе ведущих вузов:

- Северного (Арктического) федерального университета (февраль);
- Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (апрель);
- Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (июнь – июль);
- Московского физико-технического института (август);
- Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского (ноябрь);
- Томского государственного университета (декабрь).

## 6. Система издания учебной и учебно-методической литературы

Успешно реализуется комплексная программа по разработке и экспертизе учебной и учебно-методической литературы в области суперкомпьютерных технологий для бакалавриата и магистратуры. В формируемую в рамках проекта серию «Суперкомпьютерное образование» входят монографии, учебники и учебные пособия, написанные ведущими российскими и зарубежными специалистами по основным разделам Свода знаний в области суперкомпьютерных технологий. Всего в серии – более 25 книг российских и зарубежных авторов.

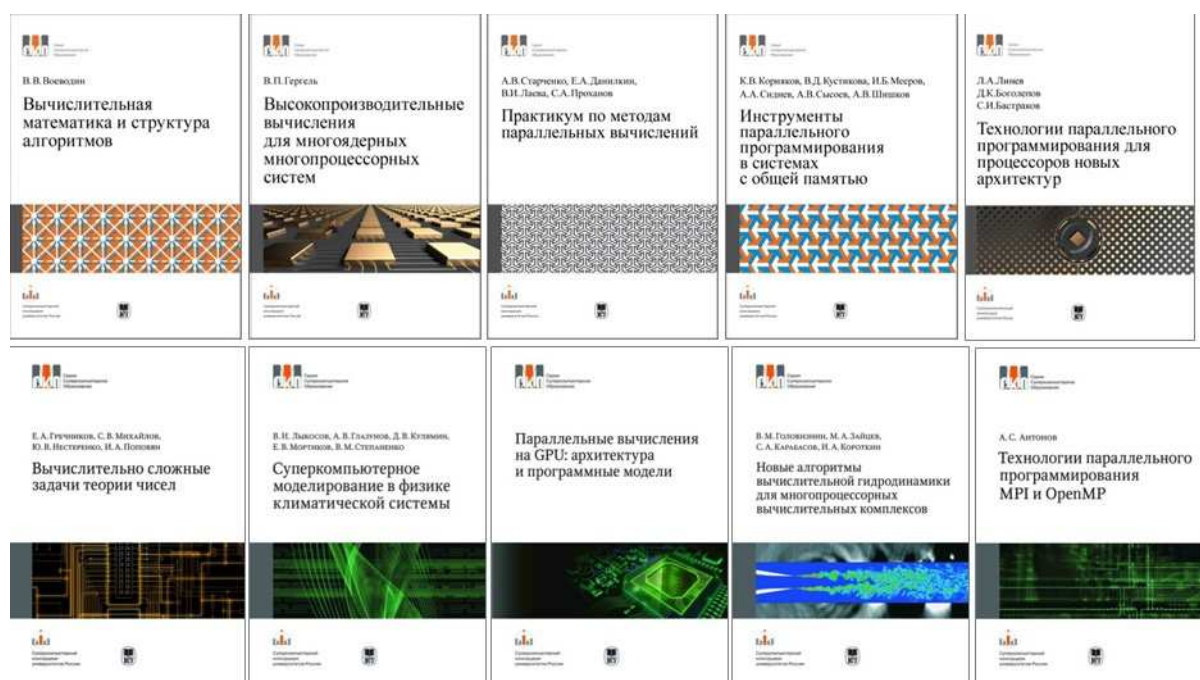


Рис. 4. Обложки книг серии «Суперкомпьютерное образование»

От 10 до 50 экземпляров каждой книги серии «Суперкомпьютерное образование» бесплатно передается в 43 университета России. Всего за время проекта в российские университеты передается 37500 книг данной серии.



## 7. Система мероприятий по популяризации области СКТ

Разработана и реализована система мероприятий по популяризации достижений и перспектив использования суперкомпьютерных технологий с привлечением СМИ: выступления с лекциями в проекте «Академия» на телеканале «Культура», публикации в профильных Интернет-изданиях, на сайте Комиссии при Президенте РФ ([i-russia.ru](http://i-russia.ru)), серии публикаций в центральных и региональных СМИ, участие в работе конференций, фестивалей, выставок, организация экскурсий школьников в суперкомпьютерные центры и многое другое.

Результаты проекта постоянно отображаются на страницах Интернет-центра (<http://hpc-education.ru>). В разделах центра можно познакомиться со Сводом знаний и умений в области суперкомпьютерных технологий и принять участие в работе над его созданием. Здесь представлена деятельность Научно-образовательных центров в области СКТ, созданных в федеральных округах России, новые учебные курсы и программы, разработанные с учетом рекомендаций Свода знаний и умений и международного опыта, существующая и разрабатываемая нормативная база в области СКТ, в частности, рекомендации по расширению ФГОС, а также информация о международных, федеральных, региональных учебно-научных мероприятиях и событиях. Вся информация, размещаемая на страницах этого ресурса, проходит строгую экспертную оценку.

Деятельность Интернет-центра наглядно демонстрирует тот вклад, который внесли участники Суперкомпьютерного консорциума университетов России в создание национальной системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий, а также их четкое понимание ответственности за подготовку высококвалифицированных специалистов и формирование прочного научного фундамента, столь необходимого для эффективного использования суперкомпьютерных технологий на практике.

## 8. Развитие системы суперкомпьютерного образования

В рамках проекта Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения» создана основа функционирования системы суперкомпьютерного образования в России. Однако эта система требует дальнейшего развития и совершенствования.

Дальнейшей целью должно быть обеспечение устойчивого развития национальной системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения на основе развития инфраструктуры НОЦ СКТ, расширения спектра образовательных программ с учетом потребностей инновационной экономики и решения задач по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий, совершенствования учебных планов и программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов.

Предполагается создание специализированного математического и программного обеспечения для реализации услуг в области распределенных и облачных вычислений, применения дистанционных технологий в организации совместной образовательной деятельности НОЦ СКТ, самостоятельной работы студентов и слушателей, обучающихся

по образовательным программам в области СКТ, организации дополнительного образования учащихся старших классов на базе специализированных школ для одаренных детей при вузах.

Подготовка преподавателей вузов, реализующих образовательные программы по направлениям инженерного, естественнонаучного и социально-гуманитарного образования, является необходимым элементом развития системы суперкомпьютерного образования. Должны быть разработаны предложения по модификации (обновлению) существующих и разработке новых учебных курсов и программ в области СКТ для укрупненной группы специальностей и направлений подготовки по социально-гуманитарным направлениям, включая: экономические, гуманитарные и социальные направления подготовки магистров.

Для кадрового обеспечения социально-экономического развития регионов России на основе модифицированных учебных планов и программ в соответствии с разработанной системой сертификации знаний будут реализованы образовательные программы подготовки специалистов начального уровня и целевой интенсивной подготовки в области СКТ.

Важными направлениями развития проекта являются расширение спектра образовательных программ в области инженерного образования, приоритетных направлений науки, техники и технологий и образовательных программ с учетом потребностей высокотехнологичных отраслей экономики России. Должны быть разработаны предложения по расширению федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения для специальностей, отвечающих приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий, включая: «Индустрия наносистем», «Науки о жизни», «Рациональное природопользование», «Транспортные и космические системы», «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика». Должны быть разработаны предложения и рекомендации по модификации (обновлению) учебных планов и программ переподготовки и повышения квалификации в области СКТ для системы инженерного образования по направлениям «Авиационная и ракетно-космическая техника», «Металлургия, машиностроение и материалобработка», «Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника».

Учебно-методическое обеспечение образовательных программ является важным фактором повышения качества учебного процесса и в целом качества образования специалиста. Планируется разработка новых учебных пособий и учебников по СКТ для выбранных направлений подготовки специалистов в области инженерного образования, социально-гуманитарного образования, естественнонаучного образования.

Привлечение зарубежных ученых и научно-образовательных центров является важным фактором повышения качества суперкомпьютерного образования в России. Развитие международного сотрудничества в области суперкомпьютерного образования (СКО) предполагается по направлениям: разработка совместных с зарубежными университетами образовательных программ в области СКТ; разработка и реализация программ академического обмена с ведущими зарубежными научно-образовательными центрами для студентов, аспирантов и молодых ученых. В рамках этого сотрудничества будут публиковаться альманахи «Суперкомпьютерное образование в мире». Планируется привлечение зарубежных специалистов для формирования международной системы сертификации знаний в области СКТ.

Одним из ключевых факторов успешной реализации проекта является информационная и просветительская деятельность. Популяризация научных знаний и достижений науки и техники в области СКТ являются основными механизмами формирования общественного мнения и положительного имиджа СКТ в обществе, воспитания научного мировоззрения молодежи и привлечения ее в науку. С этой целью предусматривается создание системы информационного сопровождения проекта с привлечением печатных и электронных СМИ и коллективных научных мероприятий. На базе НОЦ СКТ планируется создание специализированных школ по СКТ при вузах для одаренных детей, реализация программ дополнительного образования детей и создание системы интеллектуальных конкурсов студентов в области СКТ

Для выполнения поставленных в проекте задач может быть задействован уникальный потенциал профессорско-преподавательского состава и ученых университетов-членов Суперкомпьютерного консорциума университетов России, а также университетов и научных центров, входящих в состав Системы НОЦ СКТ.

## Заключение

Реализация системы суперкомпьютерного образования в рамках выполнения проекта Комиссии при Президенте РФ по модернизации и технологическому развитию экономики России «Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий и специализированного программного обеспечения» позволяет рассчитывать на постоянный приток высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми знаниями и навыками для внедрения передовой суперкомпьютерной техники в самые разные отрасли экономики.

Усилия, предпринятые в рамках данного проекта, были высоко оценены как в России, так и в мире. Так, в 2011 году объединенная команда МГУ имени М.В. Ломоносова и ННГУ имени Н.И. Лобачевского победила в международном конкурсе по разработке учебных материалов по параллельному программированию «Informatics Europe Curriculum Best Practices Award». Также большое внимание было уделено презентациям проекта на стендах российских участников ведущих международных суперкомпьютерных конференций International Supercomputing Conference и Supercomputing.

## Литература

1. Развитие системы суперкомпьютерного образования в России: текущие результаты и перспективы / Вл.В. Воеводин, В.П. Гергель, Л.Б. Соколинский и др. // Вестник Нижегородского университета. — 2012. — № 4. — С. 203–209.
2. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.
3. Гергель, В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем / В.П. Гергель — М.: Издательство Московского университета, 2010. — 544 с.
4. Воеводин, Вл.В. Суперкомпьютерное образование: третья составляющая суперкомпьютерных технологий / Вл.В. Воеводин, В.П. Гергель // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. — 2010. — Т. 11, № 2. — С. 117–122.

5. Антонов, А.С. Проект «Суперкомпьютерное образование»: 2012 год / И.Л. Артемьева, А.В. Бухановский // Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений: Труды Всероссийской научной конференции (17–22 сентября 2012 г., г. Новороссийск). — М.: Изд-во МГУ, 2012. — С. 4–8.

Антонов Александр Сергеевич, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского вычислительного центра, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия), asa@parallel.ru

Воеводин Владимир Валентинович, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, профессор, зам. Директора Научно-исследовательского вычислительного центра, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия), voevodin@parallel.ru

Гергель Виктор Павлович, д.т.н., профессор, декан факультета вычислительной математики и кибернетики, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия), gergel@unn.ru

Соколинский Леонид Борисович, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета Вычислительной математики и информатики, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск, Россия), sokolinsky@acm.org

---

## A SYSTEMATIC APPROACH TO SUPERCOMPUTING EDUCATION

**A.S. Antonov**, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation),

**Vl.V. Voevodin**, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation),

**V.P. Gergel**, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod (Nizhni Novgorod, Russian Federation)

**L.B. Sokolinsky**, South Ural State University (Chelyabinsk, Russian Federation)

A System of supercomputing education is created under the Russian Federation Presidential Commission Project on the modernization and technological development of Russian economy “Supercomputing Education.” This article provides a brief description of created System, reviews its structure and main components. The main focus is made on the systematic approach allowing to lay the foundation for the implementation of supercomputing education in a practice of educational institutions in Russia.

*Keywords: Supercomputing Education, Specialist Training, Research and Education Center.*

## References

1. Voevodin Vl.V., Gergel V.P., Sokolinsky L.B., Demkin V.P., Popova N.N., Boukhanovsky A.V. Razvitie sistemy supercompjuternogo obrazovaniya v Rossii: tekuschie rezultaty i perspektivy [Development of Supercomputing Education System in Russia: Current Results and Prospects] // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta [Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod], 2012. No. 4. P. 203–209.
2. Voevodin V.V., Voevodin Vl.V. Parallelnye vychisleniya [The Parallel Computing]. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2002. 608 p.

3. Gergel V.P. Vysokoproizvoditelnye vychisleniya dlya mnogoprocessornyh mnogoyadernyh sistem [High-performance Computing for Multiprocessor Multicore Systems]. Moscow: Publishing of the Moscow State University, 2010. 544 p.
4. Voevodin Vl.V., Gergel V.P. Supercompjuternoe obrazovanie: tretya sostavlyayuschaya supercomputernyh technologij [Supercomputing Education: the Third Pillar of HPC] // Numerical Methods and Programming: Advanced Computing. - Moscow: Research Computing Center of Moscow State University, 2010. Vol. 11. No. 2. P. 117–122.
5. Antonov A.S., Artemieva I.L., Boukhanovsky A.V., Voevodin Vl.V., Gergel V.P., Demkin V.P., Konkov K.A, Krukier L.A., Popova N.N., Sokolinsky L.B., Sukhinov A.I. Project «Supercomputernoe obrazovanie»: 2012 god [«Supercomputing Education» project: Year 2012] // Nauchnyj servis v seti Internet: poisk novyh reshenij: Trudy Vserossijskoj nauchnoj konferentsii (17–22 sentyabrya 2012 g., Novorossiysk) [Scientific Services and Internet: looking for new solutions: Proceedings of the National Scientific Conference (17–22 september, 2012, Novorossiysk)]. Moscow: Publishing of the Moscow State University, 2012. P. 4–8.

*Поступила в редакцию 15 февраля 2013 г.*