

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К ПРИКЛАДНОМУ ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ В КОНЦЕПЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Федосин М. Е., Рыжов А. Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного программирования Российской академии наук (109004, г. Москва, ул. А. Солженицына, дом 25)

В качестве решения проблемы организации доступа к программному обеспечению для высокопроизводительных вычислений авторами статьи была разработана технологическая платформа UniHUB для развертывания виртуальных информационно-вычислительных лабораторий. Такая лаборатория представляет собой программно-аппаратный комплекс, основная задача которого состоит в предоставлении клиентам Интернет-сервиса для обеспечения удаленного интерактивного доступа к прикладному программному обеспечению без его модификации. В данной статье предлагается описание архитектуры разработанной платформы: ее программные и аппаратные компоненты и их взаимодействие. Подробно и последовательно рассматриваются все шаги, связанные с запуском и последующей работой приложений в таких системах. Технологии, описанные в статье, позволяют более эффективно использовать вычислительные ресурсы и оптимизировать процесс проведения расчетов.

Ключевые слова: аппаратно-программные комплексы, Интернет-сервисы, суперкомпьютеры, высокопроизводительные вычисления.

ENSURING ACCESS TO APPLICATION SOFTWARE IN THE CONCEPT OF VIRTUAL INFORMATION-COMPUTATIONAL LABORATORIES

Fedosin M. E., Ryzhov A. G.

Federal state budgetary institution of science Institute for system programming of Russian academy of sciences (109004, Moscow, ul. A. Solzhenitsyna, 25)

As a solution to the problem of accessing the software for high performance computing the authors developed a technology platform UniHUB for deploying virtual information-computational laboratories. This laboratory is a computer appliance, that main task is to provide users with Internet-based services for remote interactive access to application software without its modification. The paper presents the architecture of the developed platform: its software and hardware components and their interactions, and provides detailed and consistently covers of all steps, associated with launching and running applications in the laboratories. Technology, described in this article, makes the usage of computing resources more effective and optimizes the process of calculations.

Keywords: Computer appliance, Internet services, supercomputers, high performance computing.

Введение

Для проведения сложных расчетов, связанных с математическим моделированием, зачастую недостаточно обычных персональных компьютеров ввиду того, что они не обладают необходимой вычислительной мощностью. Поэтому для подобных задач применяются так называемые «суперкомпьютеры», которые позволяют получать результаты на несколько порядков быстрее.

К основным недостаткам использования суперкомпьютеров относятся их высокая стоимость и большие затраты, связанные с их эксплуатацией. Кроме того отсутствие для ряда отраслей промышленности программного обеспечения с открытым исходным кодом (open source) для моделирования необходимых процессов вынуждает пользователей покупать их коммерческие аналоги. Стоимость программных решений и их дальнейшая поддержка может

быть сопоставима со стоимостью покупки суперкомпьютера, а иногда и значительно превышать ее.

Известно решение вышеназванной проблемы, описанное, в частности, в работе [5]. В ней в качестве упрощения доступа к суперкомпьютерам описывается концепция виртуальных информационно-вычислительных лабораторий.

Суть рассматриваемой концепции заключается в предоставлении клиентам Интернет сервиса, обеспечивающего удаленный интерактивный доступ к прикладному программному обеспечению без его модификации. Лаборатория представляет собой платформу, на которую можно установить программный продукт, предназначенный для работы на суперкомпьютерах, и обеспечить доступ к нему и к вычислительным ресурсам через Интернет [4].

На основе этой концепции нами была разработана технологическая платформа UniHUB для организации виртуальных информационно-вычислительных лабораторий, которая представляет собой программный комплекс, построенный из компонентов на базе свободно распространяемого программного обеспечения с открытыми исходными кодами.

В данной статье предлагается описание разработанной платформы, где подробно и последовательно рассмотрены все шаги, связанные с запуском и последующей работой приложений в виртуальных информационно-вычислительных лабораториях на основе платформы UniHUB.

Устройство лаборатории

С точки зрения пользователя лаборатория представляет собой веб-сайт, с помощью которого осуществляется доступ к программному обеспечению для высокопроизводительных вычислений [1]. Для получения доступа к программному обеспечению лаборатории пользователю необходимо авторизоваться на сайте, выбрать нужное ему приложение из предложенного списка и запустить его.

Запуск приложения приводит к созданию сессии, которая выполняется на вычислительных узлах лаборатории и отображается в браузере пользователя. При этом работа с приложением происходит в интерактивном графическом режиме и не отличается от работы с локальным настольным приложением.

Аппаратная часть лаборатории в существующей концепции содержит (рис. 1) [2]:

- Группу ЭВМ, обеспечивающих функционирование Веб-ядра (1). Эта группа предоставляет интерфейс для работы с лабораторией и отвечает за авторизацию пользователей.
- Систему хранения данных для бинарных файлов приложений и домашних каталогов пользователей, которые подключаются к контейнеру сессии при запуске (2).

- Группу ЭВМ для хранения программных сессий (3). Группа хранит сеансы запущенных в лаборатории приложений (сессии), удаленный доступ к которым пользователь получает через веб-браузер.
- Высокопроизводительные вычислительные ресурсы (суперкомпьютеры) (4). Оборудование, на котором происходит основное выполнение приложений.

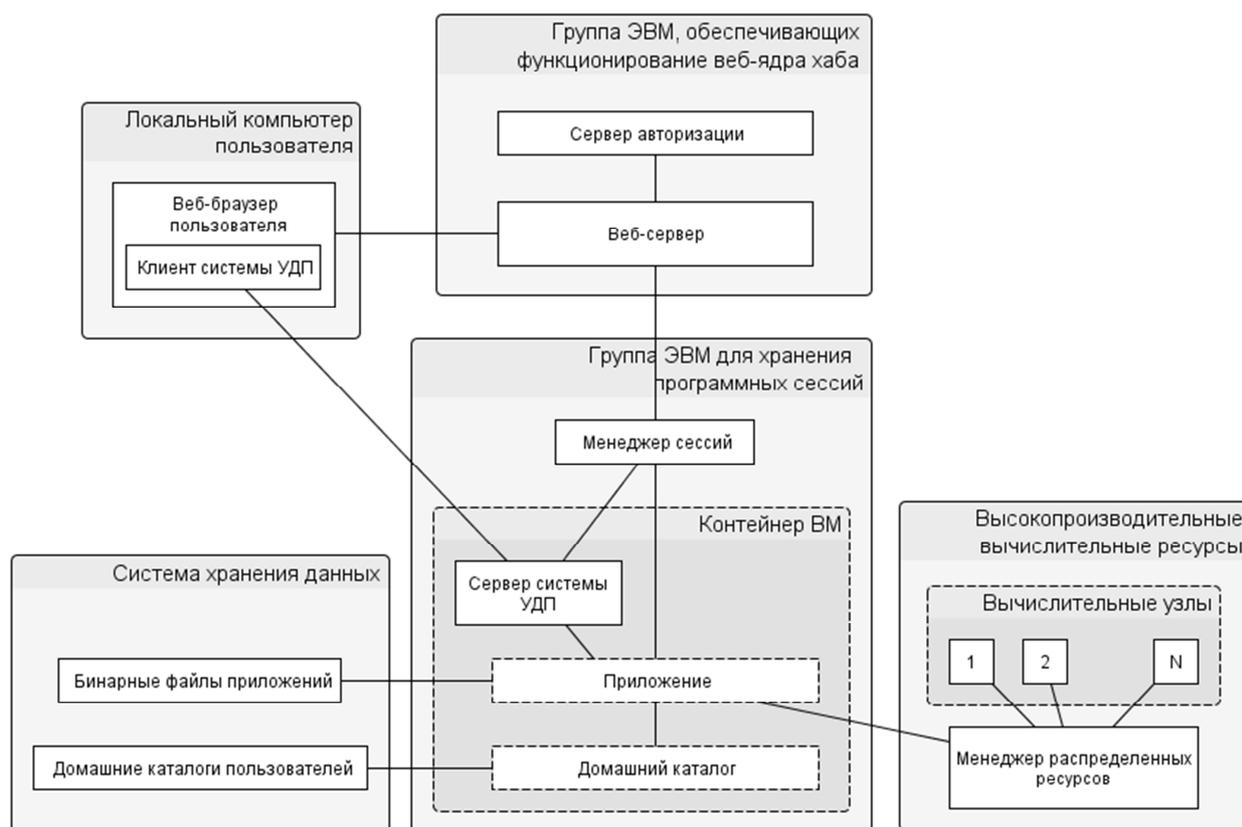


Рисунок 1. Структура программно-аппаратного комплекса в концепции лабораторий

Особенности реализации программной части

Идентификация пользователей в системе осуществляется с помощью сверки учетных данных, введенных пользователем в форме на веб-сайте лаборатории, с теми, что хранятся в базе сервера авторизации.

Для повышения эффективности использования аппаратных и программных ресурсов лаборатории, обеспечения безопасности работы и доступности ресурсов, каждое запускаемое пользователем приложение работает в выделенном легковесном виртуальном окружении, которое позволяет на одном физическом сервере запускать множество изолированных копий операционной системы, также называемыми «контейнерами».

При создании контейнера автоматически происходит монтирование бинарных файлов запускаемого приложения и домашнего каталога пользователя, где хранятся специфичные

настройки для приложения и куда будут отправлены результаты счета приложения после его завершения.

Для отображения работы содержимого контейнера в браузере пользователя выбрана технология удаленного доступа к приложению (УДП), запущенному на вычислительных ресурсах лаборатории. Система УДП состоит из двух частей: клиента и сервера. Сервер – приложение, предоставляющее доступ к экрану контейнера, внутри которого оно запущено. Клиент – приложение, получающее изображение экрана с сервера и взаимодействующее с ним. В случае с технологической платформой UniHUB клиентом является Java-апплет, запускаемый в веб-браузере пользователя.

Важную роль в процессе запуска приложений играет менеджер сессий. В его задачи входит:

- Создание контейнера виртуальной машины с выбранными параметрами.
- Установка соединения между клиентом и сервером системы УДП.
- Удаление контейнера после завершения сессии.
- Разделение сессии между несколькими пользователями лаборатории [3].

Выполнение программы происходит на высокопроизводительных вычислительных ресурсах. После ввода начальных значений в приложении, формируется задание на счет и отправляется менеджеру вычислительных ресурсов, который распределяет его по узлам.

Процесс запуска приложений

Процесс получения интерактивного доступа к прикладному программному обеспечению можно разделить на 3 этапа:

- Авторизация пользователя в системе.
- Запуск приложения и связанные с ним внутренние операции лаборатории.
- Подготовка входных данных, отправка задания на счет и получение результатов.

Рассмотрим каждый из этих этапов подробнее, и для наглядности будем использовать UML-нотацию.

Этап 1. Авторизация

1. Установка соединения в веб-сервером. Пользователь с помощью клиентского приложения (веб-браузера) заходит на веб-сайт лаборатории.

2. Авторизация в системе. Пользователь вводит свои учетные данные, полученные им при регистрации, в специальную форму на сайте. На основе введенных данных веб-сервер формирует и отправляет запрос к серверу авторизации. Сервер авторизации проверяет, соответствуют ли введенные данные зарегистрированному пользователю. В случае положительного ответа веб-сервер предоставляет пользователю список размещенных приложений, доступных для запуска (рис. 2).

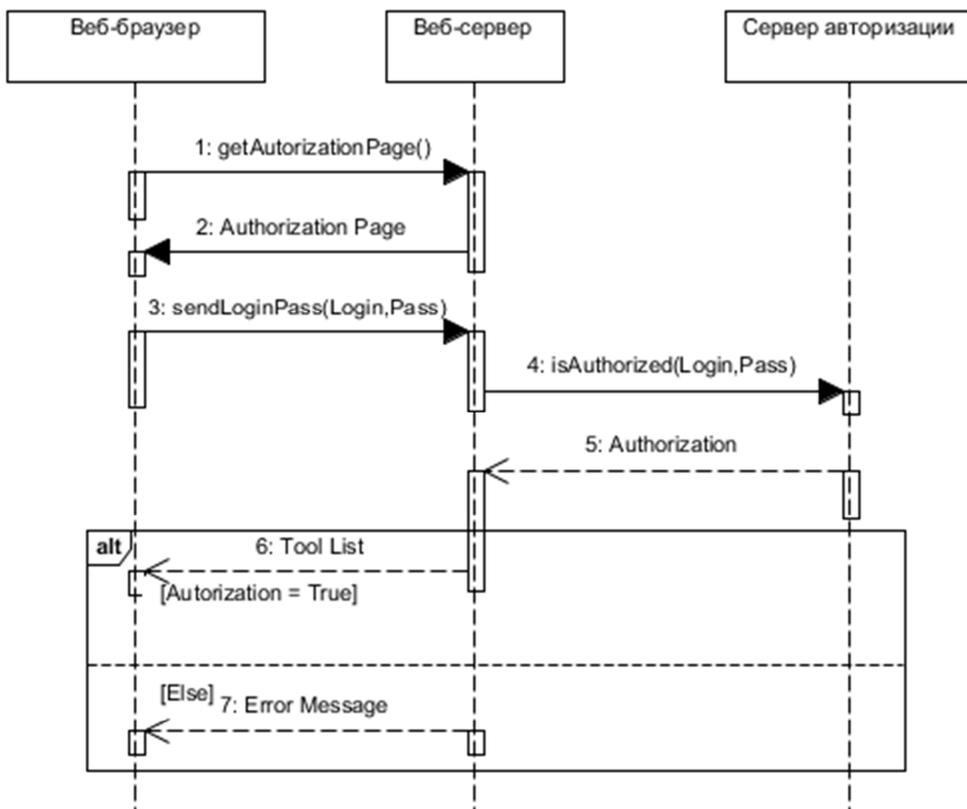


Рисунок 2. Авторизация в лаборатории

Этап 2. Запуск приложения

3. Обращение к менеджеру сессий. Пользователь выбирает необходимое ему приложение из списка предложенных и отправляет запрос на его запуск. Веб-сервер передает данные о пользователе и запускаемом приложении менеджеру сессий, выполняющемуся на ЭВМ для хранения программных сессий.

4. Создание контейнера программной сессии. Менеджер сессий создает контейнер виртуальной машины с предустановленной операционной системой и графической подсистемой и передает ему информацию о запускаемом приложении (рис. 3).

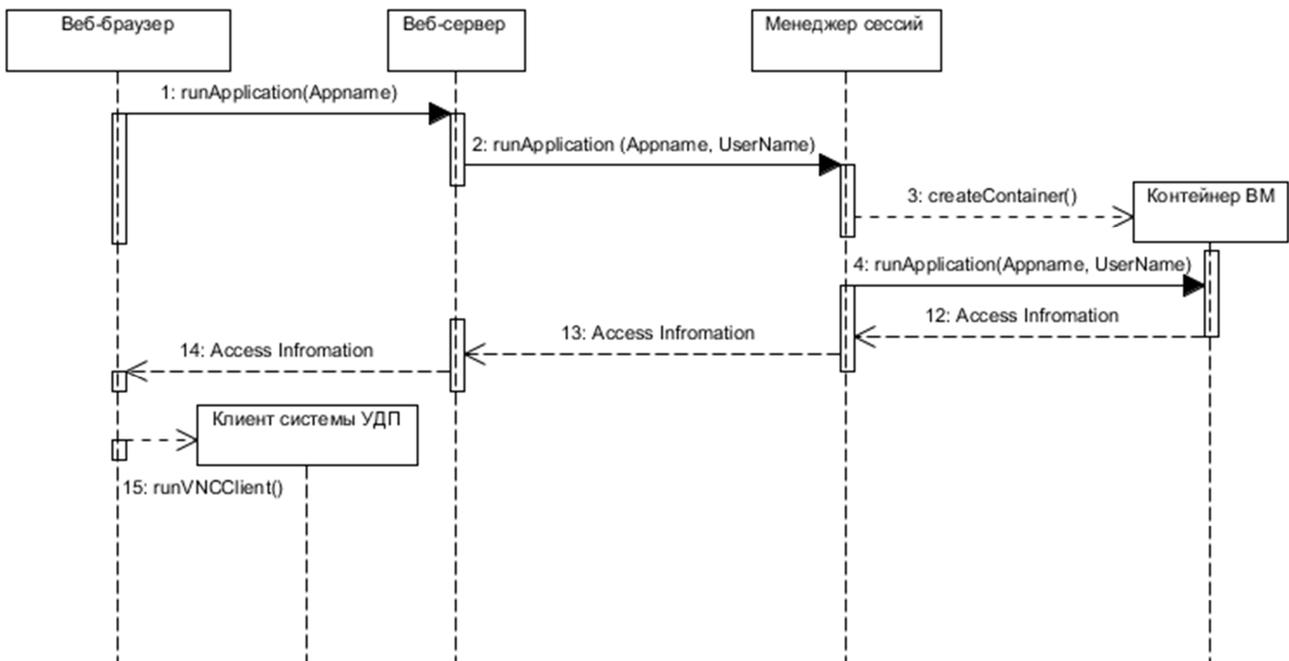


Рисунок 3. Создание контейнера и передача информации о подключении

5. **Загрузка домашнего каталога и бинарных файлов клиентской части приложения из Системы хранения данных (СХД).** На основе полученных от веб-сервера данных в созданный контейнер автоматически подгружаются бинарные файлы приложения, и домашний каталог пользователя синхронизируется с данными в системе хранения данных.
6. **Запуск приложения.** В контейнере сессии запускается требуемое приложение с настройками из домашнего каталога пользователя.
7. **Запуск сервера системы удаленного доступа к приложению (УДП).** В контейнере запускается сервер системы удаленного доступа к приложению и настраивается на передачу изображения клиенту (рис. 4).

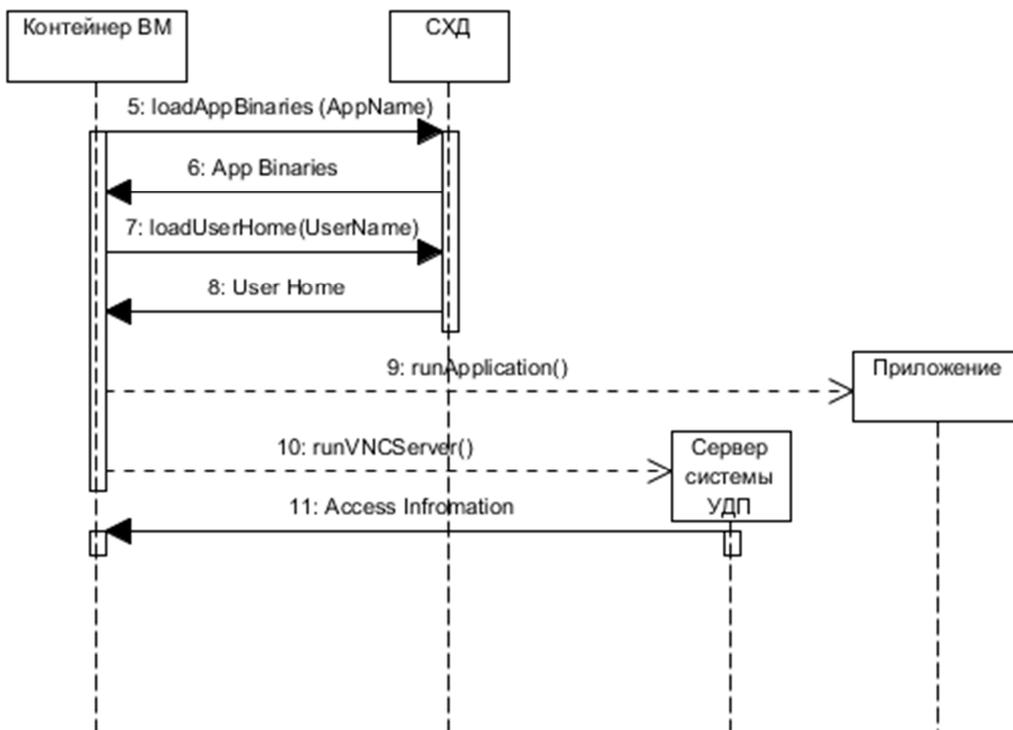


Рисунок 4. Внутренние операции контейнера

8. Передача информации о доступе к приложению. Происходит отправка веб-серверу информации о получении доступа к приложению. Веб-сервер перенаправляет эту информацию клиенту системы УДП в браузере пользователя.

9. Запуск клиента системы УДП. Получив информацию, браузер запускает внутри себя клиент системы УДП (Java-апплет) (рис. 3).

Этап 3. Проведение расчетов

10. Соединение пользователя с сервером системы УДП. На основе данных о получении доступа к серверу системы УДП клиент подключается к нему и предлагает пользователю все возможности по удаленному управлению приложением.

11. Ввод пользователем входных данных и отправка задания на счет менеджеру ресурсов. После того, как пользователь получает удаленный доступ к приложению, он формирует запрос на счет, где указывает требуемое количество ресурсов и время, за которое они будут использоваться, и отправляет его менеджеру ресурсов.

12. Выполнение расчетов и получение результатов. Менеджер ресурсов обрабатывает запрос и загружает задание на вычислительные узлы. После завершения расчетов менеджер возвращает результат приложению. Результаты отображаются в клиенте пользователя через систему УДП (рис. 5).

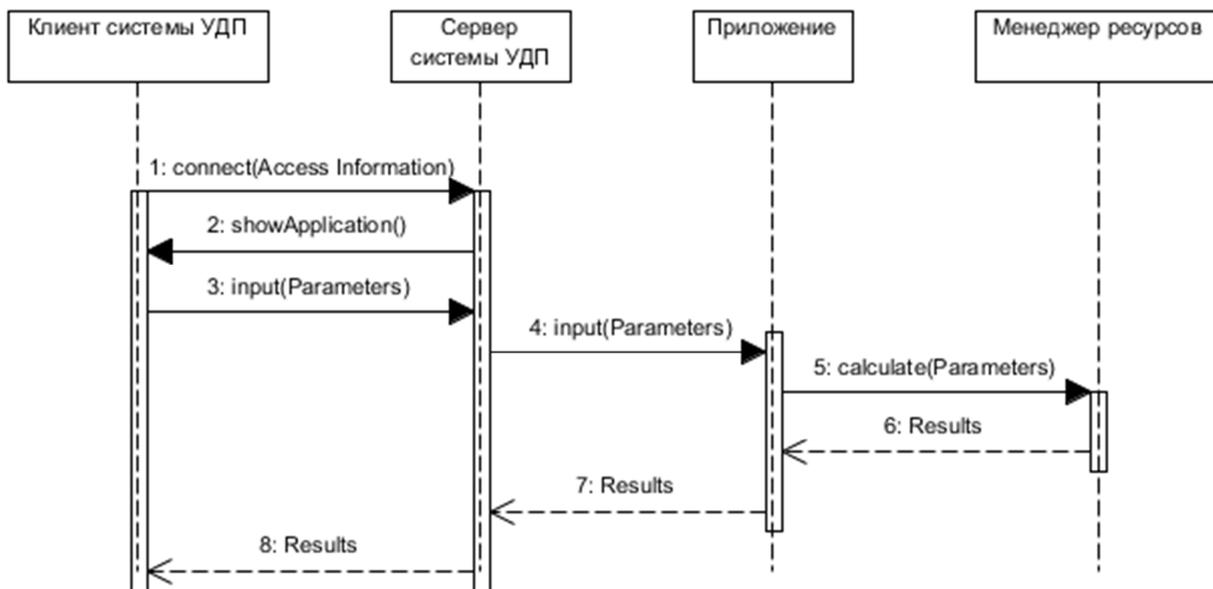


Рисунок 5. Проведение расчетов и получение результатов

Заключение

Использование виртуальных информационно-вычислительных лабораторий с предлагаемым в статье способом запуска приложений значительно упрощает взаимодействие пользователей с вычислительными системами и позволяет сократить расходы на проведение расчетов, тем самым повышая их эффективность.

Список литературы

1. Гайсарян С. С. и др. «Университетский кластер»: интеграция образования, науки и индустрии // Открытые системы. – 2010. – № 5. – С. 46-49.
2. Федосин М. Е. Создание виртуальных информационно-вычислительных лабораторий на основе технологической платформы UniHUB // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – № 3.1(49). – С. 175-178.
3. Федосин М. Е., Самоваров О. И. Организация виртуальных информационно-вычислительных лабораторий и их использование // IX ежегодная международная научно-практическая конференция «Перспективы развития информационных технологий». – Новосибирск, 2012. – С. 66-71.
4. Klimeck G., McLennan M., Brophy S. P., Adams G. B. III, M.S. Lundstrom, "nanoHUB.org: Advancing Education and Research in Nanotechnology" // Computing in Science and Engineering. – 2008. – №10 (5). – P. 17-23.
5. McLennan M., Kennell R. HUBzero: A Platform for Dissemination and Collaboration in Computational Science and Engineering // Computing in Science and Engineering. – 2010. – № 12 (2). – P. 48-52.

Рецензенты:

Гейфман Евгений Моисеевич, доктор технических наук, профессор, генеральный директор, ЗАО НПК «Электровыпрямитель», г. Саранск.

Гуляев Игорь Васильевич, доктор технических наук, профессор, декан факультета электронной техники, НИ МГУ им. Огарева, г. Саранск.