

О системе непрерывного обучения суперкомпьютерным технологиям в условиях взаимодействия «школа-вуз»

С. В. Борзунов, email: sborzunov@gmail.com

С.Д. Кургалин, email: kurgalin@bk.ru

Воронежский государственный университет

***Аннотация.** Рассмотрены особенности формирования системы непрерывного обучения суперкомпьютерным технологиям в условиях взаимодействия «школа-вуз» на платформе Суперкомпьютерного центра факультета компьютерных наук Воронежского государственного университета.*

***Ключевые слова:** суперкомпьютерное образование, информационные технологии, образовательная среда, суперкомпьютерные технологии, учебный процесс, изучение информатики.*

Введение

Суперкомпьютерное образование является относительно новым направлением в современном мировом образовательном пространстве, вследствие чего оно обладает значительным потенциалом для проведения исследований и осуществления методических разработок. Обучение суперкомпьютерным технологиям (СКТ) является безусловной инновацией как в отечественной практике, так и в мировом образовательном пространстве. Внедрение СКТ в образовательные процессы представляется естественным и необходимым условием соответствия подготовки обучающейся молодежи динамике развития информатики как одной из наиболее передовых и конкурентоспособных научных областей в России. Реализация суперкомпьютерного образования в настоящее время не носит непрерывного характера, систематизированные исследования организационно-методологического обеспечения процесса обучения СКТ на уровне школ и вузов пока не проводились. В связи с этим одной из актуальных задач является создание системы непрерывного обучения суперкомпьютерным технологиям «школа-вуз», что позволяет интегрировать существующие отечественные и зарубежные теоретические и прикладные разработки организационного, методологического, научно-методического и дидактического сопровождения процесса обучения СКТ на различных образовательных ступенях и предложить новые подходы к организации

С.В.Борзунов, С.Д.Кургалин, 2021

и обеспечению сквозного обучения сквозь призму парадигмы непрерывного образования Long-Life Learning (LLL).

Особенности формирования системы непрерывного обучения суперкомпьютерным технологиям в условиях взаимодействия «школа-вуз» на платформе Суперкомпьютерного центра Воронежского государственного университета

Если рассматривать зарубежную образовательную среду, то систематическая фундаментальная подготовка специалистов в области СКТ и высокопроизводительных вычислений реализуется в ней только на вузовском этапе. Тем не менее, предпринимаются попытки начать обучение суперкомпьютерным технологиям учащихся школ разного уровня. Методическое обеспечение обучения таким технологиям на довузовском этапе образования подробно представлено в работах Т. Мерфи [1-3]. Автор подчеркивает, что необходимым условием организации подготовки обучающихся является реальный доступ к ресурсам многопроцессорных вычислительных систем. Однако лишь часть образовательных организаций имеет возможность обеспечить доступ к суперкомпьютерным центрам (СКЦ). Второй значимой проблемой в процессе внедрения СКТ в образовательный процесс является отсутствие у педагогов специальной подготовки в области высокопроизводительных вычислений, решение которой видится в использовании системы повышения квалификации преподавателей. Технологии параллельного программирования активно популяризируются в Ливерморской национальной лаборатории им. Э.Лоуренса (Lawrence Livermore National Laboratory). Сотрудниками лаборатории разработаны учебно-методические программные комплексы, демонстрирующие методы работы с большими данными и многопроцессорными вычислительными системами, на адаптированном языке показаны способы решения задач трассировки лучей для систем автоматического проектирования, моделирования климата, молекулярной динамики в физико-химических приложениях [4]. Для контингента школьников организован ежегодный суперкомпьютерный конкурс Нью-Мехико (New Mexico Supercomputing Challenge), в котором команды представляют решение актуальной естественно-научной задачи с помощью суперкомпьютерных технологий [5]. В СКЦ Огайо (Ohio Supercomputer Center) для инициативных школьников создан обучающий недельный курс по основам СКТ [6]. В СКЦ Питтсбургского университета разработан подход к преподаванию СКТ на основе игрового метода обучения [7].

Следует отметить, что за рубежом суперкомпьютеры востребованы не только для подготовки студентов в IT-сфере, но других, даже гуманитарных направлениях подготовки. Так, Луизианский университет проводит летние школы для будущих художников, открывая возможности использования вычислительных ресурсов для создания 3D-работ [8].

В целом, анализ зарубежных публикаций свидетельствует о том, что внедрение СКТ в образовательный школьный процесс носит инициативный дискретный характер, системный подход к формированию образовательных маршрутов в области СКТ, учитывающих фактор непрерывности образования в школах и университетах, в настоящий момент не реализован.

Что касается отечественного IT-образования, то можно привести следующие примеры. Авторским коллективом М.П.Плаксин, Н.И. Иванова, О.Л. Русакова разработаны методические средства пропедевтики параллельных вычислений в школьном курсе информатики в игровой форме, которые успешно используются в образовательных процессах в школах г. Перми [9]. Развитие творческих способностей детей, варианты проектно-исследовательской деятельности учащихся в ключе суперкомпьютерного образования, методики обучения параллельным алгоритмам в начальной и средней школе достаточно пристально изучаются учеными (В.В. Воеводин [10] и др.), учителями московских школ (Л.Л. Босова [11,12], Е.Ю. Киселева [13] и др.).

Образовательная деятельность средних школ в области СКТ, обучение школьников основам параллельного программирования отвечает потребностям высшей школы в подготовленных абитуриентах с развитыми творческими способностями и высокой степенью познавательной активности, соответствует, в конечном итоге, интересам промышленности и бизнеса для целевого привлечения перспективных молодых специалистов к решению самых сложных проблем, а также аутсорсинга производственных задач в суперкомпьютерные центры вузов. Коррекция информационного наполнения базовых школьных курсов в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и вузовских дисциплин с учетом актуальных тенденций развития науки и технологий является эволюционно обоснованным и необходимым подходом к формированию современного образовательного процесса.

С целью усиления прикладной составляющей процесса обучения целесообразными представляются разработка, апробация и внедрение эффективного механизма взаимодействия школ и вузов с

работодателями в сфере применения СКТ. Поэтому необходимо отметить важность последовательного превращения системы обучения «школа-вуз» в систему «школа-вуз-работодатель». Разработка системы «школа-вуз-работодатель» предполагает создание концептуальной модели системы, адаптированных механизмов организационного и методологического обеспечения введения суперкомпьютерных технологий в образовательные процессы общеобразовательных школ и вузов для повышения уровня подготовки ИТ-специалистов и укрепления и расширения партнерских взаимоотношений образовательных организаций и работодателей. Концептуальная модель данной системы основывается на объединении образовательных ступеней в контексте профильного обучения информатике и ИКТ с учетом интересов деловой среды. Образовательный маршрут обучению суперкомпьютерным технологиям для студентов вузов разрабатывается с учетом нового уровня подготовленности абитуриентов в области СКТ. Возможности СКЦ Воронежского государственного университета (ВГУ), входящего в состав Суперкомпьютерного консорциума университетов России и имеющего суперкомпьютер производительностью 39 Тфлопс, позволяют реализовать эту модель. Отметим, что подготовка в области суперкомпьютерных технологий и параллельных вычислений проводится в ВГУ с 2002 г., когда в университете на кафедре цифровых технологий факультета компьютерных наук (ФКН) был установлен первый в регионе суперкомпьютер. За период с 2002 г. до настоящего времени накоплен значительный опыт преподавания соответствующих курсов и создания методических разработок для суперкомпьютерного образования [14,15]. Суперкомпьютерные технологии преподаются на ФКН при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Информационные системы и технологии» и «Математика и компьютерные науки». Для данных направлений обучения разработан специальный образовательный маршрут, начинающийся на первом или втором курсе и доходящий до магистратуры или аспирантуры. На ФКН преподаются потоковые курсы «Параллельное программирование» и факультативный курс «Технологии параллельных вычислений» для уровня бакалавриата направления подготовки «Математика и компьютерные науки»; дисциплина по выбору «Параллельные алгоритмы обработки данных» для уровня бакалавриата направления подготовки «Информационные системы и технологии»; курс «Параллельные и GRID-технологии» и факультатив «Параллельные вычисления на графических процессорах» для уровня магистратуры направления подготовки «Математика и компьютерные науки». Учебные пособия по тематике «Суперкомпьютерные вычисления» и

«Параллельное программирование» изданы в ведущих российских и зарубежных издательствах в цикле «Учебная литература для вузов» [16-18]. Методические материалы к практикуму по курсу «Параллельное программирование» (авторы С.Д. Кургалин и С.В. Борзунов) были представлены на Международной конференции-конкурсе «Инновационные информационно-педагогические технологии в системе ИТ-образования» (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова) и отмечены дипломом лауреата. Принципиально важной является практическая направленность учебных курсов, полученные знания в области СКТ реализуются при решении реальных актуальных научных задач, в их числе, например, [19-23], при выполнении выпускных квалификационных работ, в процессе подготовки диссертаций [14,15].

Заключение

Разработка системы непрерывного обучения суперкомпьютерным технологиям в условиях взаимодействия «школа-вуз» (или «школа-вуз-работодатель») на платформе Суперкомпьютерного центра Воронежского государственного университета обеспечивает реализацию компетентностного подхода и знаниевой модели и объединению образовательных ступеней в контексте обучения информатике и ИКТ с возможным учетом интересов реального сектора экономики и деловой среды. Система отвечает потребности перевода на новый более высокий уровень организацию образования в IT-сфере и способствует дальнейшим разработкам методического сопровождения процесса обучения суперкомпьютерным технологиям с целью их последующего распространения в российском образовательном пространстве. Прикладная значимость этой системы определяется ростом количества высококлассных специалистов в области информационных технологий, подготовка которых ускорит переход к цифровой экономике, будет способствовать развитию науки, техники, промышленности, транспорта и других важных областей.

Список литературы

1. Lathrop, S. High-performance computing education / S. Lathrop, T. Murphy // IEEE Computing in Science and Engineering. – 2008. – V.10, №5. – P. 9–11. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4604498/>
2. Murphy, T. High-Performance Computing in Community Colleges / T. Murphy // IEEE Distributed Systems Online. – 2006. – V.7. – P. 3. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1631961/>

3. Murphy, T. High-Performance Computing in High Schools / T. Murphy // IEEE Distributed Systems Online. – 2007. – V. 8, № 8. – P. 2. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4302635/>
4. Johnson, D.L. The National Education Supercomputer Program: A Model for Business and Governmental Involvement in Education / D.L. Johnson // Computers in the Schools: Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research. – 1994. – V.11(2). – P.1-4.
5. New Mexico Supercomputing Challenge. – Режим доступа: <http://www.nmtechworks.com/supercomputing-challenge.html>
6. Educational Programs in Ohio Supercomputer Center. – Режим доступа: <https://www.osc.edu/education>
7. Young J.R. Your College Gets a Supercomputer! And Yours, and Yours! – Режим доступа: <https://www.chronicle.com/article/Your-College-Gets-a/47957>
8. Harwood, A. School of Art Students Use Supercomputer to Render Digital Art Projects. – Режим доступа: <http://design.lsu.edu/school-of-art-students-use-supercomputer-to-render-digital-art-projects/>
9. Плаксин, М.А. Информатика и ИКТ : учебник для 3 класса / М.А. Плаксин, Н.Г. Иванова, О.Л. Русакова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 159 с.
10. Voevodin, V. Challenges of a systematic approach to parallel computing and supercomputing education / V. Voevodin, N. Popova, V. Gergel // Lecture notes in computer science. – 2015. – V. 9523. – P. 90-101.
11. Босова, Л.Л. О представлении предметных результатов изучения курса информатики в школе / Л.Л. Босова // Информатика и образование. – 2015. – № 7(266). – С. 46-50.
12. Босова, Л.Л. Цифровые образовательные ресурсы для пропедевтического курса информатики и ИКТ / Л.Л. Босова // Информатика и образование. – 2009. – № 2. – С. 32-46.
13. Киселева, Е.Ю. Реконструкция параллельной модели вычислений на примере задачи суммирования чисел / Е.Ю. Киселева // Информатика в школе. – 2013. – №10(93). – С.13-16.
14. Кургалин, С.Д. Суперкомпьютерные технологии в Воронежском государственном университете / С.Д.Кургалин, С.В. Борзунов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Проблемы высшего образования. – 2018. – №3. – С.183-187.
15. Кургалин, С.Д. Using the resources of the Supercomputer Center of Voronezh State University in learning processes and scientific researches / С.Д. Кургалин, С.В. Борзунов // Суперкомпьютерные дни в России : тр. междунард. конф. – М. : МГУ, 2018. – С. 972-977.

16. Борзунов, С.В. Практикум по параллельному программированию / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин, А.В.Флегель. – С.-Петербург : БХВ, 2017. – 236 с. – (Сер. Учебная литература для вузов). – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29977495>
17. Борзунов, С.В. Суперкомпьютерные вычисления: практический подход (учебное пособие) / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин С.-Петербург : БХВ, 2019. – 256 с. (Сер. Учебная литература для вузов).
18. Kurgalin, S.D. A Practical Approach to High-Performance Computing. / S.D. Kurgalin, S.V.Borzunov. Cham : Springer International Publishing, 2019. – 206 p. DOI: 10.1007/978-3-030-27558-7.
19. Туровский, Я.А. Моделирование процесса выделения частотных локальных минимумов в сигналах электроэнцефалограмм / Я.А.Туровский, С.Д.Кургалин, А.В. Максимов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т.18, № 4. – С. 827-833.
20. Туровский, Я.А. Динамика цепочек локальных максимумов спектров электроэнцефалограмм человека / Я.А. Туровский, С.Д.Кургалин, А.Г. Семенов // Биофизика. – 2014. – Т.59, № 1. – С. 185-190.
21. Туровский, Я.А. Анализ движения глаз человека при управлении самоходным шасси с использованием системы видеоокулографического интерфейса / Я.А. Туровский, С.Д.Кургалин, А.В. Алексеев // Сенсорные системы. – 2017. – Т.31, № 1. – С. 51-58.
22. Туровский, Я.А. Моделирование нейрокомпьютерного интерфейса на основе активностной парадигмы / Я.А. Туровский, С.Д. Кургалин, А.В. Максимов // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – № 1 (47). – С. 99-103.
23. Туровский, Я.А. Моделирование выделения и анализа цепочек локальных максимумов вейвлет-спектров на примере сигналов с известными свойствами / Я.А Туровский, С.Д Кургалин, А.Г. Семенов // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 2 (52). – С. 24-29.