

---

---

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

---

---

УДК 681.3.069, 681.324  
DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-8-670-673

### ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММ ДВОЙНОГО ДИПЛОМА

А. З. БИЛЯТДИНОВА, А. В. БУХАНОВСКИЙ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: bilyatdinova@mail.ifmo.ru*

На примере международных магистерских программ двойного диплома Университета ИТМО (Россия) и Университета г. Амстердам (Нидерланды) рассмотрена специфика мультидисциплинарной образовательной среды в области компьютерного моделирования, стимулирующей непрерывное обучение и обеспечивающей развитие творческих способностей и межкультурных компетенций студентов. Методика обучения основывается на диверсификации глобальной академической и профессиональной активности студентов магистратуры путем их погружения в групповые мультидисциплинарные научно-исследовательские проекты. Освоенные в процессе обучения профессиональные, общекультурные, а также производственно-технологические компетенции позволят выпускникам эффективно использовать вычислительные системы различной архитектуры и разнообразные технологии программирования, а также способствовать формированию общей креативности выпускника.

**Ключевые слова:** суперкомпьютерное моделирование, международные магистерские программы, учебный план, двойной диплом, компетенции, среда обучения.

Математическое моделирование является мощной диффузной технологией развития различных предметных областей, играющей ключевую роль при решении меж- и мультидисциплинарных задач [1, 2]. Вследствие многообразия решаемых задач специалисты в сфере математического моделирования должны уметь переносить и агрегировать знания из различных предметных областей. В настоящей статье обсуждаются вопросы формирования образовательной среды в области суперкомпьютерного моделирования на примере магистерских программ двойного диплома Университета ИТМО (Россия) и Университета г. Амстердам (Нидерланды) [3]: „Суперкомпьютерные технологии в междисциплинарных исследованиях“, „Суперкомпьютерные технологии в исследовании процессов большого города“, а также „Экстренные вычисления и обработка сверхбольших объемов данных“.

Программы являются уникальными по тематике и принципам построения учебных планов не только для российского, но и мирового высшего образования. Отличительная особенность программ — стимулирование глобальной академической и профессиональной активности магистрантов путем их погружения в научно-исследовательские проекты под руководством ведущих российских и зарубежных ученых. Исходя из специфики научных исследований студенты могут формировать индивидуальную образовательную траекторию, используя учебные модули всех трех программ.

В основу образовательной среды программ двойного диплома положена компетентностная модель выпускника, которая основывается на обобщенном жизненном цикле самого объекта исследования - математической модели конкретного явления с учетом специфики ее трансформации в различных предметных областях. Выпускник должен быть готов к работе в „мультидисциплинарной команде“, ориентированной на решение предметно-ориентированных задач математического моделирования „под ключ“ (от формирования технических требований к объекту разработки — до создания отчуждаемого программного продукта, выполнения массовых расчетов и интерпретации их результатов). Выпускник должен уметь формализовать постановку задачи на основе содержательных требований специалистов-предметников, определить класс математической модели и исследовать варианты ее использования, адаптировать (а часто — разработать) метод ее численной реализации; исходя из математического описания задачи — разработать алгоритм ее решения, учитывающий особенности предметной области, специфику данных и характеристики вычислительной инфраструктуры, которую предполагается использовать. Кроме того, к таким профессиональным компетенциям относятся разработка программ, реализующих алгоритм (в том числе на основе выбора и адаптации уже существующих решений), валидация и верификация моделей, сбор и подготовка данных для использования в модели, а также визуализация и интерпретация содержательных результатов моделирования, с возможностью выдачи практических рекомендаций специалистам-предметникам. Для обеспечения профессиональных компетенций студентам предлагаются как общенаучные курсы „выравнивающего“ характера („Непрерывные математические модели“, „Дискретные математические модели“, „Вероятностные математические модели“), так и курсы по актуальным направлениям развития математического моделирования и науки о вычислениях („Машинное обучение“, „Многомерный статистический анализ“, „Моделирование сложных систем“).

Несмотря на прозрачность структуры жизненного цикла обобщенной модели ряд его элементов обладает сильной вариативностью в силу различия методических подходов, используемых в разных предметных областях. Как следствие, обеспечение необходимых компетенций требует учета особенностей различных предметных областей с акцентом на различие применяемых подходов, методов и моделей. Не всегда возможно обеспечить стандартизирующий и диверсифицирующий компоненты образовательной среды специалистами одного университета, и это является косвенным преимуществом программ двойного диплома. Преподаватели Университета ИТМО и Университета г. Амстердам предлагают элективные курсы по применению математического моделирования в прорывных предметных областях (например, „Биоинформатика“, „Геоинформатика“, „Моделирование и анализ социальных сетей“). Для детального освоения необходимых компетенций студенты вовлекаются в различные научно-исследовательские проекты: от морских интеллектуальных технологий, технологий моделирования коллективного поведения, поддержки исполнения многомасштабных композитных приложений, системы виртуальной реальности и научной визуализации, моделирования и оптимизации процессов большого города, моделирования экстремальных природных и социально-политических процессов до применения облачных технологий в образовании.

Программа подготовки ориентирована на разработку и применение суперкомпьютерных технологий. Потому отдельного внимания в рамках развития образовательной среды требуют производственно-технологические компетенции, связанные с эффективным использованием вычислительных систем различной архитектуры и разнообразных технологий программирования и работы с данными. Обучаемые приобретают навыки работы с параллельными и распределенными вычислительными системами, Грид-средами и системами облачных вычислений в различных вариантах использования, а также с технологиями параллельного программирования, моделями и методами высокопроизводительных вычислений. Кроме того,

в программах предусмотрены курсы, связанные с освоением ряда компьютерных технологий („Научная визуализация и виртуальная реальность“, „Технологии eScience“, „Технологии Big Data“). Обучение конкретным технологиям программирования производится исходя из специфики проектной деятельности студентов.

Образовательная среда также покрывает ряд компетенций, в целом обеспечивающих конкурентоспособность выпускников магистратуры на международном рынке труда: коллективная работа, в том числе в интернациональных группах; адаптация к условиям креативной экономики, например, при переезде в другую страну; управление внутренней мотивацией, включая самоидентификацию (например, управление временем). В частности, для развития таких навыков факультативно предлагается ряд предметов на английском языке (Academic English, Scientific Writing), на которых в игровой форме отрабатываются различные моменты профессиональной деятельности в международном коллективе.

Контроль профессиональных компетенций обучаемых проводится не только в рамках штатной учебной деятельности, но и на:

- Международной школе молодых ученых в области компьютерного моделирования [4];
- Школе-практикуме молодых ученых и специалистов „Технологии высокопроизводительных вычислений и компьютерного моделирования“ [5].

В рамках этих мероприятий студенты выполняют мотивационный проект — разрабатывают групповую заявку на грант для решения актуальных задач суперкомпьютерного моделирования сложных систем. С этой целью формируется группа студентов и аспирантов российских и зарубежных вузов. Так, в Международной школе молодых ученых в области компьютерного моделирования (25 июня—4 июля 2015 г., Афины, Греция) приняло участие более 50 человек, из них 14 магистров и аспирантов Университета ИТМО, 10 представителей вузов РФ и 28 зарубежных студентов программ магистратуры и аспирантуры (из University of Crete, National Technical University of Athens, University of Athens, Swiss Federal Institute of Technology, National Center for Scientific Research “Demokritos”). В течение 9 дней работы школы участники групп, включающих представителей разных профессий из разных стран, должны были предложить гипотезу (к примеру, о способе улучшения городской инфраструктуры), которая подтверждается посредством компьютерного (вычислительного) эксперимента, и сформировать каркас заявки, аналогичной по базовым требованиям к европейским проектам (HORIZON'2020). Анализ результатов групповой работы показал, что обучаемые по совместным программам в 60 % занимали лидирующие позиции. При этом опыт проведения групповых мотивационных проектов показал, что мультидисциплинарное исследование становится эффективным, только когда участники способны покинуть свои зоны комфорта (эмоциональные, социальные, профессиональные) и воспринимать других членов группы как комплементарных партнеров, а не конкурентов со сходными навыками и возможностями.

Таким образом, созданная на базе кафедры высокопроизводительных вычислений Университета ИТМО образовательная среда призвана обеспечить диверсификацию научно-образовательной деятельности магистров, формирование персональных компетенций выпускников в области естественных и точных наук и сформировать *уникальное* сочетание мотивационных, интеллектуальных, эстетических, коммуникативных параметров и творческого начала выпускника.

Результаты трех лет существования программ (два успешных выпуска с выдачей двух дипломов, пятикратное увеличение востребованности программ у абитуриентов) демонстрируют непротиворечивость научно-методических решений, заложенных в ее основе. Направления дальнейших исследований лежат в описании общих принципов, создании и развертывании системы, предоставляющей инструменты управления знаниями для совместной работы студентов, преподавателей и исследователей в мультидисциплинарной среде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tait J. and Lyall C.* Short Guide to Developing Interdisciplinary Research. Edinburgh, 2007.
2. *Wiesmann U., Biber-Klemm S., Grossenbacher-Mansuy W., Hirsch Hadorn G., Hoffmann-Riem H., Joye D., Pohl C., Zemp E.* Enhancing Transdisciplinary Research: A Synthesis in Fifteen Propositions // Handbook of Transdisciplinary Research. Netherlands: Springer, 2008. P. 433—441.
3. *Dukhanov A. V., Krzhizhanovskaya V. V., Bilyatdinova A. Z., Boukhanovsky A. V., Sloot P. M.* Double-Degree Master's Program in Computational Science: Experiences of ITMO University and University of Amsterdam // Procedia Computer Science. 2014. Vol. 29. P. 1433—145
4. [Электронный ресурс]: <<http://ysc.escience.ifmo.ru>>.
5. [Электронный ресурс]: <<http://school.escience.ifmo.ru>>.

**Сведения об авторах**

- Анна Закировна Биятдинова** — Университет ИТМО, кафедра высокопроизводительных вычислений; преподаватель; E-mail: [bilyatdinova@mail.ifmo.ru](mailto:bilyatdinova@mail.ifmo.ru)
- Александр Валерьевич Бухановский** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра высокопроизводительных вычислений; заведующий кафедрой; E-mail: [avb\\_mail@mail.ru](mailto:avb_mail@mail.ru)

Рекомендована кафедрой  
высокопроизводительных вычислений

Поступила в редакцию  
05.07.15 г.

**Ссылка для цитирования:** *Биятдинова А. З., Бухановский А. В.* Особенности подготовки кадров в области суперкомпьютерного моделирования на основе международных магистерских программ двойного диплома // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 8. С. 670—673.

**TRAINING IN THE FIELD OF SUPERCOMPUTER SIMULATIONS:  
INTERNATIONAL MASTER'S DOUBLE DEGREE PROGRAMS**

**A. Z. Bilyatdinova, A. V. Boukhanovsky**

*ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Russia*

*E-mail: [bilyatdinova@mail.ifmo.ru](mailto:bilyatdinova@mail.ifmo.ru)*

This article discusses implementation of a multi-disciplinary educational environment in the field of computer simulation as a tool to create conditions and to stimulate lifelong learning, creativity and intercultural competencies of future graduates of international double degree Master's programs of ITMO University, Russia and University of Amsterdam, the Netherlands. Teaching methods are based on the diversification of global academic and professional activities of master students by their immersion in group multidisciplinary research projects. Environment's structure consists of the model of desired competencies of our graduates, which in turn is based on a generalized life cycle of the object of development, e.g. a mathematical model and its specifics in various subject areas. Along with professional and general cultural competencies, special attention is paid to the development of technological competencies for the efficient use of computing systems of different architecture and a variety of programming technologies, as well to the formation of creativity of the graduate.

**Keywords:** supercomputer modeling, international master's programs, curriculum, double diploma, competencies, learning environment.

**Data on authors**

- Anna Z. Bilyatdinova** — ITMO University, Department of High Performance Computing; Assistant professor; E-mail: [bilyatdinova@mail.ifmo.ru](mailto:bilyatdinova@mail.ifmo.ru)
- Alexander V. Boukhanovsky** — Dr. Sci., Professor; ITMO University, Department of High Performance Computing; Head of the Department; E-mail: [avb\\_mail@mail.ru](mailto:avb_mail@mail.ru)

**Reference for citation:** *Bilyatdinova A. Z., Boukhanovsky A. V.* Training In the field of supercomputer simulations: International Master's double degree programs // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroyeniye. 2015. Vol. 58, N 8. P. 670—673 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-8-670-673