



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

**РАЗВИТИЕ В БЕЛАРУСИ
ПРАКТИКО-
ОРИЕНТИРОВАННОГО**

**ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ**



А. К. Федотов

*Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета,
ул. Бобруйская 11, Минск 220060, Беларусь,
e-mail: fedotov@bsu.by*

Описана система подготовки бакалавров и магистрантов в Беларуси в области моделирования кибер-физических систем, разрабатываемой в рамках проекта 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP “Развитие направленного на студентов практико-ориентированного образования в области моделирования кибер-физических систем” международной образовательной программы ERASMUS+ Европейского Союза.

Ключевые слова: образовательные технологии; кибер-физические системы.

**DEVELOPMENT IN BELARUS OF PRACTICE-ORIENTED EDUCATION
IN THE FIELD OF MODELING COMPLEX PHYSICAL SYSTEMS**

A. K. Fedotov

*Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Bobrujskaya str. 11,
Minsk 220006, Belarus
Corresponding author: A. K. Fedotov (fedotov@bsu.by)*

Description of the educational system for training bachelors and master-level students of Belarus in the field of modeling cyber-physical systems, developed within the framework of the project 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP “Development of practice-oriented education aimed at students in the field of cyber-physical physical systems” of the international educational program ERASMUS + of the European Union.

Key words: Educational technologies; cyber-physical systems.

В 2019 году БГУ вместе с двумя белорусскими университетами выиграл грант 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP “Развитие направленного на студентов практико-ориентированного образования в области моделирования кибер-физических систем (КФС)” международной образовательной программы ERASMUS+ Европейского Союза. Всего в проекте принимают участие девять вузов Беларуси, Украины, Латвии, Бельгии и Кипра. От ЕС в проекте участвуют Рижский технический университет (Латвия), Лювенский католический университет (Бельгия) и Кипрский университет (Кипр). В число партнеров кроме БГУ вошли Гомельский государственный университет (ГГУ) им. Ф. Скорины, Мозырский государственный педагогический университет (МГПУ) им. И.П. Шамякина, Институт ядерных проблем (НИИ ЯП) БГУ, а также три университета Украины – Харьковский националь-

ный автомобильно-дорожный институт, Криворожский национальный университет, Черниговский национальный технический университет (Украина). Кроме того, в проекте принимают участие ряд ассоциированных членов: Белорусское физическое общество (БФО), Республиканская ассоциация наноиндустрии (РАНИ), АО ИНТЕГРАЛ (Беларусь), Государственная акционерная компания харьковских автовокзалов и Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ (Украина).

Основная цель проекта состоит в совершенствовании в белорусских и украинских университетах типовых и учебных программ для бакалавров/магистров в соответствии с практикой Болонского процесса в области моделирования КФС. Разрабатываемые/модернизируемые программы будут направлены на инновационные области физики, математики и техники. Их ориентация на использование ИКТ через сетевой характер удовлетворения потребностей рынка труда и организацию учебного процесса позволит повысить качество и релевантность образования для наукоемких отраслей промышленности в области сложных КФС. Для реализации этой цели в трех университетах Беларуси начата разработка образовательной системы, направленной на подготовку студентов уровня бакалавров, специалистов и магистров методам и технологиям компьютерного моделирования КФС в рамках специальностей 1-31 80 03 – Математика и компьютерная наука, 1-31 80 02 – Механика и численное моделирование, 1-31 80 20 – Прикладная физика и 1-31 04 08 – Компьютерная физика.

В БГУ разработка данной системы осуществляется преподавателями и сотрудниками кафедр физического факультета и механико-математического факультета с участием НИИ ЯП БГУ. выполнения нового проекта в рамках углубления перехода высшего образования Беларуси к Болонской системе. Проект также включает исследование и анализ взаимодействия между реформированием типовых и учебных программ и требованиями рынка труда Беларуси.

Основная деятельность по проекту направлен на:

1. Разработку новых и модернизацию уже существующих типовых и учебных программ, лекционных курсов, лабораторных практикумов и электронных учебных пособий для подготовки кадров в области инженерно-ориентированного компьютерного моделирования и управления КФС, которые будут обеспечивать деятельность высокотехнологичных отраслей экономики и различных систем безопасности в Беларуси;

2. Использование современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании для инновационных и прикладных физико-математических и инженерных областей с учетом потребностей рынка труда;

3. Создание на базе платформы Moodle БГУ совместно используемой среды моделирования (СИСМ) КФС для обучения студентов университетов стран-партнеров;

4. Укрепление связей между индустрией, НИИ и университетами.

Решения этих задач будут использованы финансовые средства ЕС, выделенные на разработку новых курсов и 9-ти учебных пособий, на участие в тренингах преподавателей и студентов в европейских партнерских университетах и закупку оборудования для новых учебных практикумов, а также на создание на базе БГУ единой образовательной сети для дистанционного обучения студентов и магистрантов партнерских университетов Беларуси и Украины методам компьютерного моделирования КФС. Всего на весь консорциум выделено более 800 тыс. евро, в том числе белорусскому консорциуму (БГУ, ГГУ и МГПУ) – более 270 тыс. евро, из которых на закупку оборудования запланировано 120 тыс. евро.

Реализация целей проекта требует широкого междисциплинарного подхода и создания особого инструментария для проектирования, создания и управления КФС, связанных с компьютерной безопасностью, транспортом, логистикой, физически взаимодействующими системами и сетями (системы управления станциями, электрические умные сети, перерабатывающие предприятия, распределительные сети, интеллектуальные здания, интернет вещей), а также сложными физико-химическими процессами. В таких специалистах должны быть заинтересованы собственники-операторы высокотехнологичных компаний и руководители транспортных и производственных систем, поставщики решений и разработчики программного обеспечения, а также ведущие исследователи в области физико-математических и компьютерных наук и системного проектирования (логистика, системы и контроль). В ходе выполнения проекта будут разработаны и использованы новые педагогические подходы и методики обучения/преподавания, в том числе основанные на ИКТ (в частности, включающие гибкость обучения, наличие смешанных курсов, виртуальную и реальную мобильность, практико-ориентированный подход на основе дистанционного образования и др.). Созданная в БГУ СИСМ будет включать также виртуальные лабораторные работы для обучения студентов и магистрантов партнерских университетов методам и технологиям современного компьютерного моделирования КФС. СИСМ также позволит вести подготовку студентов и магистрантов в области инженерно-ориентированного компьютерного моделирования КФС не только в БГУ, ГГУ и МГПУ, но и в других университетах Беларуси после завершения проекта.

В процессе разработки, аккредитации (утверждения) и тестирования новых типовых и учебных программ будут учтены потребности рынка труда Беларуси. Разработанные и модернизированные образовательные программы для бакалавров с 4-хлетним циклом обучения, специалистов с 5-летним циклом обучения и магистрантов с двух- и однолетними циклами обучения будут протестированы в течение двух лет: в ходе третьего года реализации проекта и на следующий год после его завершения.

В рамках выполнения проекта начата подготовка двух новых типовых учебных программ, которые пройдут аккредитацию Министерства образования Беларуси: «Механика и математическое моделирование» (для бакалавров) и «Веб-программирование и Интернет-технологии» (для бакалавров).

В рамках новых и модернизируемых типовых программ разрабатывается 11 новых курсов и лабораторных практикумов для бакалавров и магистров, таких как: Интернет вещей; Уравнения математической физики; Принципы математического моделирования; Математическая физика; Математическое моделирование физических процессов; Быстродействующая вычислительная техника для численного моделирования и анализа данных; Глубинный анализ (майнинг) и сбор данных; Разработка приложений для быстродействующей вычислительной техники (лабораторный практикум); Современные подходы к анализу больших массивов данных (лабораторный практикум).

Кроме того, модернизируются курсы по информационным технологиям и по программированию для суперкомпьютеров. Для обеспечения новых курсов и лабораторных практикумов с участием всех партнеров идет разработка 9-ти электронных учебников: Доставка инноваций на рынок; Математическое моделирование мехатронных систем; Модельно-ориентированный контроль в системах умного производства; Современная математическая физика: основы и применение (ответственный – БГУ); Высокопроизводительные научные расчеты и анализ данных (от-

ветственный – БГУ); Моделирование кибер-физических систем; Кибер-физические системы для экологически чистого транспорта; Методы контроля для критических инфраструктур и анализ взаимосвязей Интернета вещей; Компьютерное моделирование физических процессов. На основе этих электронных учебников после завершения проекта будет также построены курсы повышенной сложности для магистров и аспирантов БГУ.

Выбор проблематики, затрагиваемой в разрабатываемых курсах лекций, лабораторных практикумах и электронных учебниках осуществлялся с учетом результатов опроса, проведенного БГУ среди представителей рынка труда, связанных с ассоциированными членами белорусского консорциума и неправительственными организациями. По результатам этого опроса сделаны доклады на международных конференциях и направлены в печать две статьи [1, 2].

Перед аккредитацией и тестированием разработанных типовых программ и учебных программ курсов и лабораторных практикумов НИИ ЯП организует их рецензирование экспертами из сотрудников БГУ и других ВУЗов, членов БФО и РАНИ, а также специалистов ОАО ИНТЕГРАЛ. Анализ результатов рецензирования позволит уже на предварительном этапе апробации этих программ повысить их эффективность путем учета замечаний и предложений представителей рынка труда высокотехнологичных и инновационных отраслей производства, технологий и науки. Тестирование программ, курсов и лабораторных практикумов на третий год проекта (2021–2022 год) с учетом результатов опросов студентов позволит учесть мнение о проведенной работе не только преподавателей БГУ и других университетов-партнеров, но и студентов и магистрантов как потребителей новых разработок. Это позволит доработать/уточнить программы, содержание лекционных курсов и лабораторных практикумов с целью их дальнейшего совершенствования.

Часть полученного от ЕС финансирования и средства самого БГУ будут направлены на приобретение трех специализированных компьютерных классов с аппаратно-программными средствами, включающими 18 мощных компьютеров, интерактивные доски, компьютерные проекторы и другое специализированное оборудование, а также лицензионное программное обеспечение необходимое для эффективной подготовки кадров в области моделирования КФС.

В ходе выполнения проекта преподаватели, студенты и магистранты БГУ примут участие в 12-ти семинарах в 9-ти университетах-партнерах, а также пройдут 6 специальных двухнедельных тренингов в 3-х университетах-партнерах из ЕС по тематике разрабатываемых программ, лекционных курсов, лабораторных практикумов и электронных учебников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. И. В. Семченко, А. Ф. Забашта, А. С. Федотов, Д. Л. Коваленко, А. Л. Самофалов, А. К. Федотов. Перспективы участия университетов Беларуси в программе ERASMUS+ (АКРОНИМ CybPhys). Материалы XII Международной научно-практической конференции Мозырь, 5–6 марта 2020 г. Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам. В двух частях. Часть 1, с. 82.
2. A. Zabasta, J. Peuteman, A. Hnatov, N. Kunicina, A.S. Fedotov, O. Nikiforova, A. K. Fedotov. Development of Industry Oriented Cross-Domain Study Programs for teaching/learning of Cyber-Physical Systems in Belarusian and Ukrainian Universities. IEEE Journal, 2020 (in print).