

Н. Н. Матушкин, Т. А. Кузнецова, С. И. Пахомов

О МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Статья посвящена проблеме повышения эффективности подготовки кадров высшей квалификации на стыке наук. Проведен анализ междисциплинарных образовательных программ, основанных на принципах интеграции содержания образования в различных предметных областях, профилях, направлениях подготовки. Рассмотрены подходы к проектированию одноуровневых дуальных и многоуровневых сопряженных интегрированных программ, реализуемых в ведущих университетах мира.

Ключевые слова: кадры высшей квалификации, подготовка на стыке наук, качество образования, междисциплинарность, интегрированные образовательные программы.

•

N. N. Matushkin, T. A. Kuznetsova, S. I. Pakhomov

The interdisciplinary education programs for high qualification cadres training

The article is devoted to problem of effectiveness of high qualification cadres education on the joint of sciences. The analysis of interdisciplinary education programs, based on the principles of integration of educational content in the different discipline areas, profiles and speciality, was accomplished. The leading world university's approaches to one-level dual and poly-level integrated continuing education programs designing were considered.

Key words: high qualification cadres, education on the joint of sciences, quality of education, interdisciplinary, integrated education programs.

Современные требования к качеству образования напрямую связаны с необходимостью достижения результатов в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники. Известно, что научные и технологические прорывы приходятся, как правило, на стыки наук, в результате комплексных исследований объектов и связанных с ними проблем. При этом под междисциплинарными исследованиями понимается комплексное изучение единого предмета исследований представителями различных научных дисциплин. При этом междисциплинарность рассматривается как форма организации научного знания, основанного на определенных связях между научными дисциплинами (областями знаний), методами и технологиями, обеспечивающими решение комплексных научно-технических проблем. Междисциплинарность характеризуется свойствами интегративности дисциплин, основанными на переносе методов исследований из одной дисциплины в другую. Междисциплинарность требует синтеза полученных в рамках различных научных дисциплин результатов.

В системе высшего и послевузовского образования формирование специальных компетенций

выпускников в различных областях знаний, связанных с осуществлением междисциплинарных исследований, обеспечивается междисциплинарными образовательными программами. Основным признаком междисциплинарности образовательных программ является широта подготовки. Междисциплинарность реализуемых образовательных программ ВПО основывается на установившихся интегрированных научных направлениях, возникших на стыках наук (например, специальности 020208 «Биофизика», 020208 «Биохимия», направление 020900 «Химия, физика и механика материалов» и др.). Однако в настоящее время российские вузы выпускают главным образом узких специалистов в конкретных областях профессионального знания, которые не обладают достаточным спектром компетенций для эффективной научной и инновационной деятельности в рамках стратегически важных направлений развития науки и техники.

В современных социально-экономических условиях актуальной задачей является подготовка универсальных специалистов — творчески мыслящих, владеющих эффективной методологией научно-исследовательской и производственной

деятельности на стыке отраслей знаний. В этой связи перспективным направлением развития системы подготовки кадров высшей квалификации является расширение междисциплинарных образовательных программ.

Проектирование междисциплинарных образовательных программ должно основываться прежде всего на принципах интеграции содержания образования в различных предметных областях, профилях, направлениях подготовки. Основой для интеграции являются образовательные программы системы высшего и послевузовского профессионального образования. Под интегрированными междисциплинарными образовательными программами будем понимать программы, реализуемые по объединенным учебным планам. Применение различных инструментов интеграции нескольких образовательных программ подготовки обусловило различие видов интегрированных образовательных программ.

Интеграция может быть произведена над образовательными программами одного образовательного уровня, но относящимися к различным предметным областям. При этом реализуется параллельное во времени освоение интегрируемых программ (так называемые дуальные программы), например: бакалавр одного направления подготовки — бакалавр другого направления подготовки.

Интеграция образовательных программ может быть реализована в пределах нескольких уровней образовательной системы при реализации многоуровневых программ. При этом требуется последовательное во времени освоение сопряженной программы подготовки, например: бакалавр одного профиля — магистр другого профиля подготовки.

Междисциплинарные образовательные программы должны обладать двумя группами признаков — содержательными и организационными. Содержательные признаки должны включать интеграцию образовательных полей объединяемых научных областей, с формированием новых отношений межпредметных, межцикловых знаний, направленных на создание междисциплинарного компонента, в том числе междисциплинарных модулей. Организационные признаки основываются на включении в структуру образовательной программы отдельных составляющих, выполняющих прежде всего объединительные функции: организация междисциплинарных семинаров, введение в качестве междисциплинарного компонента комплексной научно-исследовательской работы, подготовка выпускной ква-

лификационной работы на стыке научных дисциплин и др.

Перспективной и широко практикуемой формой организации последовательной во времени междисциплинарной подготовки является реализация в системе высшего и послевузовского образования непрерывных многоуровневых *сопряженных образовательных программ*, основанных на интегрированной компетентностной модели выпускника, определяющей согласованность структуры и содержания академической и исследовательской составляющих.

Сопряженные программы реализуются по интегрированному учебному плану, охватывающему несколько образовательных уровней. Как правило, сопряженные программы реализуются на высших образовательных уровнях — магистерском и докторском (graduate, postgraduate).

Примером такой программы является непрерывная докторская программа Массачусетского технологического института (MIT) — Computational and Systems Biology program (CSB), реализуемая биологическим факультетом (Department of Biology), факультетами электротехники и вычислительной техники (Electrical Engineering and Computer Science) и факультетом биоинженерии (Department of Biological Engineering). Срок обучения по программе — 5 лет [4].

Программа направлена на междисциплинарное обучение и исследовательскую деятельность на стыке биологии, технических наук и вычислительной математики с целью решения комплексных проблем разработки сложных биологических систем. Студенты получают широкие знания в динамично развивающихся отраслях и имеют возможность эффективной практической деятельности в рамках научно-исследовательских лабораторий вуза и инновационных технопарковых структур.

Интегрированный учебный план включает две составляющие — академическую и исследовательскую. Академический компонент, в свою очередь, также состоит из двух циклов базовых (core) и элективных (продвинутого уровня — advanced) дисциплин. Базовые дисциплины обеспечивают необходимые фундаментальные знания в области биологии и вычислительной техники. Элективные — выбираются студентом в соответствии с проблематикой диссертационных исследований и обеспечивают необходимую глубину и широту подготовки. Академическая составляющая программы подготовки завершается квалификационными экзаменами (которые проводятся в конце второго или начале третьего года

обучения). Комплексный устный квалификационный экзамен направлен на оценку широты приобретенных теоретических знаний. Письменный экзамен направлен на оценку глубины подготовки в области специализации и включает разработку подробного плана диссертационных научных исследований. Последующие 3 года посвящены подготовке диссертации, после успешной защиты которой выпускнику программы присваивается степень доктора наук (PhD).

В Стэнфордском университете (Stanford University) эффективное междисциплинарное образование обеспечивают магистерские и докторские программы (M.S., PhD programs), реализуемые Институтом вычислительной математики (Institute for Computational and Mathematical Engineering — iCME) [5]. Предметное поле таких программ содержит существенный объем математических дисциплин и междисциплинарную составляющую, направленную на подготовку в области физики, биологии, теории информации, медицины и бизнеса, реализуемую совместно с другими факультетами и подразделениями вуза.

Общие требования к магистерским степеням: срок обучения составляет 1–1,5 года, объем академической программы подготовки — 45 USCS¹. Предметное поле базовой (core) составляющей программы подготовки магистра согласовано с образовательной составляющей программы подготовки PhD. Поэтому студенты, закончившие первый курс обучения по магистерской программе, могут быть переведены на 2-й курс сопряженной программы докторской подготовки (срок обучения — 4–6 лет, суммарная трудоемкость — 135 USCS). Широту подготовки PhD обеспечивает Minor in Computational Engineering — компонент академической составляющей программы, включающий три базовые (core) и три элективные дисциплины последипломного (продвинутого) уровня (graduate elective, advanced) общим объемом не менее 20 USCS (из них 2 USCS составляют семинарские занятия) [2].

Таким образом, последовательные интегрированные программы строятся на принципах объединения предметного поля подготовки и согласованности составляющих и периодов обучения. Основной целью таких программ является расширение фундаментальной подготовки выпускников вузов, формирование дополнительных компетенций, необходимых для решения

комплексных фундаментальных и прикладных задач на стыке смежных областей знаний.

Другой вид интегрированных программ предполагает параллельную во времени реализацию двух образовательных программ подготовки по различным специальностям (направлениям) на одном и том же образовательном уровне. При выполнении требований обеих программ присваиваются две степени. К таким программам относятся так называемые *дуальные (dual) программы*, проектирование которых основано на рациональном определении предметных областей и разделении учебного материала на модули в соответствии со специализацией вузов (или факультетов). Такой подход позволяет гармонизировать составляющие образовательных программ, направленных на подготовку специалистов на стыке наук.

При разработке дуальной программы формируется интегрированный учебный план, где базовые дисциплины, удовлетворяющие требованиям обеих исходных программ, являются взаимозаменяемыми (засчитываются как изученные по каждой из параллельно реализуемых программ). Рациональность содержания специальной подготовки обеспечивается вариативностью элективных дисциплин, что позволяет разработать достаточно гибкие программы подготовки по двум специальностям, реализуемые одновременно.

Примером последипломных (graduate) программ является межвузовская программа в области биоинженерии и физики Медицинской школы при Гарвардском университете (Harvard University) и Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology — MIT) — The Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology (HST) [3].

Программа действует более 35 лет и направлена на углубленную последипломную подготовку на стыке наук — медицины и техники и технологии. Особенностью программы является наличие клинической практики и экспериментальной работы в клинике (госпитале) Гарвардской медицинской школы, являющейся частью междисциплинарного комплексного проекта.

Учебный план подготовки магистра включает 66 учебных дисциплин и подготовку диссертации. Требованиями к поступающим на такие программы является наличие степени бакалавра в профильных областях: физических наук, биологии, физиологии или смежных областей. Дуальные магистерские программы имеют исследовательскую направленность — трудоемкость

¹ Здесь и далее для Стэнфордского университета трудоемкость указывается в кредитах USCS (1 USCS = 2 ECTS).

исследовательской составляющей около 60 ECTS, из них до 20 ECTS — подготовка диссертации. Дуальная докторская программа направлена на получение двух степеней — PhD in Medical Sciences и Medical Physics.

Другим примером является сотрудничество Массачусетского технологического института (MIT) и Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI), Гарвардского (Harvard University), Браунского (Brown University) и Бостонского (Boston University) университетов при реализации программ, направленных на получение двойных магистерских и двойных докторских степеней в области океанографии и инжиниринга (Oceanographic Engineering and Marine Program). Предметное поле подготовки включает дисциплины продвинутого уровня: физика, химия, геофизика и биология, позволяющие обеспечить необходимую глубину (depth) подготовки. При реализации программы подготовки сотрудничают различные факультеты MIT, занимающиеся проблемами науки о земле, атмосфере и планетах (Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences and Biology) в Школе наук (School of Science); проблемами гражданского и промышленного строительства (Civil and Environmental Engineering), электротехники и компьютерных наук (Electrical Engineering and Computer Science), механико-технологического развития (Mechanical Engineering) — в Школе технических наук (School of Engineering). Программа подготовки PhD имеет трудоемкость 150 ECTS, включает практическую научно-исследовательскую составляющую и подготовку диссертации — около 40 ECTS [6].

По такому же принципу строится обучение по joint degree programs (JDP) Стэнфордского университета (Stanford University), реализуемой на основе соглашений между разнопрофильными факультетами (школами), входящими в состав университета, которые определяют параллельный график учебного процесса, интегрированный учебный план по образовательным программам двух направлений (специальностей), реализуемым одновременно, распределение модулей между факультетами и порядок перезачета дисциплин, особенности организации учебного процесса, методы и технологии обучения. В Стэнфордском университете дуальные программы магистерского (срок обучения 3–4 года) и докторского уровня (срок обучения 1,5–2 года) реализуются по 20 направлениям (предметным областям). В частности, факультетом Computer Science совместно со Школой права Стэнфордского университета реализуются дуальные про-

граммы подготовки магистров, направленные на получения двух степеней — Joint MSCS & Law Degree (двойная степень магистра в области Computer Science и права).

Привлекательность дуальных программ (по сравнению с их последовательным освоением) заключается:

- в экономии времени;
- углублении универсальных (общенаучных, инструментальных) компетенций за счет увеличения объема фундаментальной подготовки;
- расширении профессиональных (специальных) компетенций за счет возможности одновременной специализации в двух избранных сферах деятельности;
- снижении финансовых затрат на обучение.

Анализ междисциплинарных образовательных программ, реализуемых ведущими университетами, показал, что в основе их разработки лежат принципы интеграции образовательной и исследовательской составляющих. Интегрирование предполагает не простое добавление некоторого содержательного блока, призванного расширить формируемые компетенции, а получение в существующей шкале двух различных профессиональных квалификаций. Интегрированный учебный план обеспечивает оптимизацию управления учебным процессом. Возможность эффективного применения современных технологий организации образовательного процесса (использование модульно-рейтинговой и кредитной системы, индивидуализация, диверсификация, контекстный подход, развитие сотрудничества, применение методов активного обучения, дистанционные образовательные технологии и др.) в рамках реализации междисциплинарных программ позволяет достичь высокого качества подготовки, направленной на получение двух профессиональных квалификаций [1].

Особое внимание при реализации интегрированных междисциплинарных образовательных программ уделяется их структурной согласованности через рациональное группирование дисциплин (модулей дисциплин, отдельных разделов дисциплин) предметного поля подготовки, что позволяет предоставить студентам и аспирантам максимальную свободу выбора. Расширение содержания подготовки обеспечивается вариативностью состава дисциплин предметного поля подготовки. По виду и уровню сложности (дескриптор уровня — introductory, intermediate, advanced) дисциплины, входящие в модули, разделяют на базовые/элективные (core/elective), основные/дополнительные (major/minor), отвечаю-

щие за глубину/широту (depth/breadth), вводные (introductory), промежуточные (intermediate), продвинутые (advanced). Эффективным способом трансформации содержания является введение в академическую составляющую «концентрации» (concentration) — дополнительного блока дисциплин специализации [2].

Инструментами повышения эффективности и качества образования при реализации междисциплинарных программ являются информационные технологии (дистанционные, интерактивные, виртуальные, e-learning), практико-ориентированные проектные технологии (case studies, context studies, project studies), специализация и концентрация ресурсов вузов, диверсификация образовательных программ и др.

Расширение междисциплинарности в условиях современной образовательной системы может идти различными путями, например, через развитие практики получения второго высшего профессионального образования (непрофильного по отношению к первому) — в этом случае общий срок обучения может быть сокращен. Следует практиковать также обучение по программам второго высшего профессионального образования для несмежных специальностей. Возможным путем является обеспечение междисциплинарности через использование программ дополнительного профессионального образования.

Мировой опыт свидетельствует, что применение интегрированных междисциплинарных

образовательных программ обеспечивает эффективную модернизацию системы подготовки научных кадров и развитие научного потенциала страны в соответствии с требованиями рынка труда. Расширяя спектр реализуемых междисциплинарных программ, диверсифицируя и совершенствуя их структуру и содержание, вузы получают дополнительные конкурентные преимущества, расширяют профессиональные возможности выпускников и создают предпосылки для успешного инновационного развития науки, техники и технологий на основе мировых интеграционных процессов.

1. Болонский процесс: глоссарий (на основе опыта мониторингового исследования) / авт.-сост.: В. И. Байденко, Н. А. Селезнева, О. Л. Ворожейкина, Е. Н. Карачарова, Л. Н. Тарасюк ; под науч. ред. д-ра пед. наук, проф. В. И. Байденко и д-ра техн. наук, проф. Н. А. Селезневой. М. : Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 2009.

2. Computing curricula 2001. Computer Science Volume [Электронный ресурс]. URL: <http://www.acm.org/education/cc2001/final>.

3. Harvard University [Электронный ресурс]. URL: <http://www.harvard.edu>

4. Massachusetts Institute of Technology [Электронный ресурс]. URL: <http://web.mit.edu/>

5. Stanford University [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stanford.edu>

6. Woods Hole Oceanographic Institution [Электронный ресурс]. URL: <http://www.whoi.edu/>

