

Валерий ТЕМНЕНКО, Зарема СЕЙДАМЕТОВА

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ CURRICULA ДЛЯ ИТ-СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ: ОТ ДЕЙСТВУЮЩИХ СТАНДАРТОВ К COMPUTATIONAL THINKING

У статті розглядаються деякі освітні стандарти в ІТ-сфері: стандарти серії Computing Curricula, Benchmarking-стандарти. Представлені базисні корпуси знань БОК стандартів CS 2001, Benchmarking-стандартів 2000-го і 2007-го років. Описана нова філософія Computational Thinking, яка використовується в новому поколінні стандартів в ІТ-сфері.

Постановка проблеми. Для успешной подготовки студентов в учебных заведениях по той или иной специальности необходимы образовательные стандарты, учитывающие мнения экспертного сообщества, новые реалии времени и запросы общества, а также охватывающие перспективы развития отрасли. В целом стандарт носит рекомендательный характер, и каждый университет в праве вносить какие-то изменения в него, отражающие особенности региона, традиции учебного заведения, возможности преподавательского состава и т.п. В глобализованном мире университеты, желающие быть успешными, вынуждены вести образовательную подготовку с учетом мирового образовательного опыта, общемировых отраслевых тенденций.

В данной статье обсуждаются существующие образовательные стандарты сферы компьютеринга и вопросы модернизации curricula.

Анализ последних исследований и публикаций. Сфера компьютеринга, трактуемая как область ремесла, возможно — как скрыто и молчаливо полагают многие — не требует длительной подготовки университетского уровня. Однако университетское образование играет благотворную роль для развития как личности, так и общества. Профессор Нью-Йоркского университета Крейг Калхун в своей статье «Университет и общественное благо» [1, 14] подчеркивает, что, несмотря на различия в национальных моделях, университеты играют важную роль в современных обществах. Как отмечает автор, это обусловлено тем, что знания имеют большое значение и во все большей мере используются бюрократиями, рынками и политикой. В [1] описаны интересы и выгоды общества, связанные с университетским образованием; роль преподавателей университетов для развития общества. С одной стороны, преподаватели делятся знанием и создают его, а с другой стороны, они ответственны за сохранение и накопление знаний.

Научное и преподавательское профессиональные сообщества развитых стран координируют вопросы обучения в университетах с помощью образовательных стандартов. В области компьютеринга подготовлены стандарты для пяти направлений подготовки (пяти структурных составляющих компьютеринга): компьютерные науки, программная инженерия, компьютерная инженерия, информационные системы, информационные технологии (предварительная версия) [2 – 4], а также отчет Computing Curricula 2005 [5], отражающий общие тенденции в области компьютеринга. В [6; 7] представлены аналогичные британские образовательные стандарты.

В монографии [8] рассмотрены вопросы подготовки инженеров-программистов: проанализированы и сопоставлены международные и отечественные образовательные стандарты, изучены вопросы мониторинга учебных достижений студентов, отмечены особенности обучения инженеров-программистов, а также вопросы настройки на будущую профессию.

Формулирование целей статьи. Целью данной статьи является описание и сопоставление некоторых образовательных стандартов для подготовки специалистов в ИТ-сфере; фиксирование новых тенденций в компьютеринге, требующих отражения в стандартах подготовки; описание базисного корпуса знаний.

Образовательные стандарты серии Computing Curricula. Примерно раз в десятилетие на протяжении сорока последних лет профессиональное сообщество под эгидой ведущих организаций ACM, AIS, AITP, IEEE-CS разрабатывает рекомендации к разработке университетских учебных планов по специальностям компьютеринга (computer science, software engineering, computer engineering, information systems, information technology). Эти стандарты объединены в серию Computing Curricula. На сегодняшний день имеются стандарты серии Computing Curricula: (1) Computer Science (вышел в 2001 г., а предыдущая версия была опубликована в 1991 г.); (2) Information Systems (вышел в 2002 г.); (3)–(4) Software Engineering и Computer Engineering (опубликованы в 2004 году); (5) Information Technology (имеется предварительная версия 2008 года).

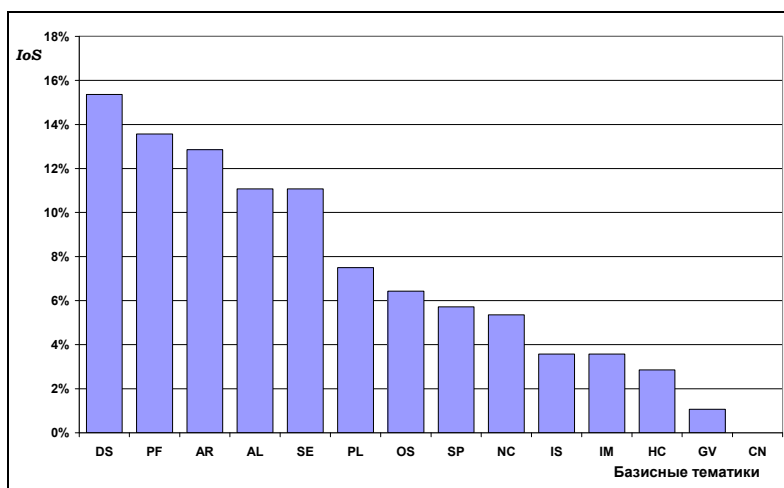


Рис. 1. Индекс значимости IoS тематик базисного корпуса знаний

Стандарт по направлению подготовки Computer Science (CS 2001) является базовым для всех остальных стандартов серии Computing Curricula. Стандартом CS 2001 выделены 14 основных областей знаний или базисных тематик (базисный корпус знаний — Body of Knowledge — BOK 2001), которые должен изучить бакалавр в области Computer Science: Дискретные структуры (DS), Основы программирования (PF), Алгоритмы и сложность (AL), Архитектура и организация (AR), Операционные системы (OS), Сетевой компьютеринг (NC), Языки программирования (PL), Работа человека с компьютером (HC), Графика и визуальный компьютеринг (GV), Интеллектуальные системы (IS), Информационный менеджмент (IM), Социальные и профессиональные вопросы (SP), Программный инжиниринг (SE), Вычислительные науки и вычислительные системы (CN). Если проранжировать тематики BOK 2001 по индексу значимости IoS, введенному в [8, 45] как отношение количества обязательных лекционных часов, выделенных в BOK 2001 на изучение базисной тематики, к общему количеству обязательных лекционных часов, отведенных на изучение всего BOK 2001, то Парето-диаграмма IoS имеет вид, представленный на рис. 1. По горизонтальной оси отложены базисные тематики BOK 2001 (DS, PF, AR, AL, SE, PL, OS, SP, NC, IS, IM, HC, GV, CN), а по вертикальной — значения IoS для каждой базисной тематики BOK 2001.

В стандартах серии Computing Curricula сформулированы цели изучения дисциплин в терминах, формируемых когнитивных, практических и дополнительных способностей и навыков бакалавра, обучающегося по соответствующим направлениям компьютеринга. Также в этих стандартах представлены разнообразные модели организации обучения для изучения дисциплин на определенных стадиях учебного процесса. Для формирования этих моделей дисциплины расщепляются на вводные, промежуточные и углубленные курсы.

Одна из задач стандартов серии Computing Curricula — научить бакалавров сферы компьютеринга справляться с трудностями, связанными с быстрым темпом изменений в компьютеринге, а также уметь использовать эти изменения с пользой для успешной карьеры в своей профес-

сии. В этих стандартах выделены требования, предъявляемые к подготовке бакалавров в IT-сфере, которые необходимо отражать в учебных программах.

Benchmarking-стандарты. Benchmarking-стандарты разработаны специалистами в сфере компьютеринга под эгидой Агентства качества высшего образования Великобритании (Quality Assurance Agency for Higher Education). Одна из версий была выпущена в 2000 году [6], следующая — в 2007 [7].

В отличие от одноуровневых стандартов Computing Curricula, определяющих только минимальные требования к подготовке студентов, Benchmarking-стандарты выстроены как многоуровневые: стандарт 2000 года [6, 10] задает пороговый и модальный уровни, а документ 2007-го года [7, 11–12] содержит три уровня — пороговый, типичный и высокого качества (excellence).

Пороговый (минимальный) уровень требует от всех студентов, которые учатся по одному из направлений подготовки компьютеринга, достижения:

- общего понимания основного базисного корпуса знаний ВОК по программе обучения;
- понимания и применения основных концепций, принципов и методов в контексте хорошо определенных сценариев, показывающих способности к адекватному выбору и применению инструментариев и методик;
- выполнения работы, включающей идентификацию, анализ, проектирование и разработку системы с необходимой документацией;
- демонстрировать передаваемые навыки и способность работать под руководством и в качестве члена команды;
- выделять соответствующие методики с профессиональными и этическими рамками, а также понимать необходимость постоянного профессионального развития;
- обсуждать приложения, базирующиеся на базисном корпусе знаний ВОК.

Модальный (средний или типичный) уровень предполагает достижения студентами направлений компьютеринга следующего:

- демонстрация глубокого понимания основных областей базисного корпуса знаний со способностью к критическому анализу ряда вопросов;
- критический анализ и применение ряда концепций, принципов и методик в контексте нечетко определенных сценариев со способностью к адекватному выбору и использованию инструментариев и методик;
- выполнение работы, включающей идентификацию проблемы, анализ, проектирование и разработку системы с сопровождающей документацией при наличии ясного понимания проблемы качества;
- демонстрация передаваемых навыков со способностью показывать организованную работу как индивидуально, так и в качестве члена команды и под минимальным руководством;
- применение соответствующих методик с профессиональными и этическими рамками, а также выявление механизмов для профессионального развития на протяжении всей жизни;
- объяснение широкого ряда приложений, основанных на базисном корпусе знаний ВОК.

Студенты имеют возможность достичь высокого уровня знаний, уровня высокого качества (excellence) в сфере компьютеринга, использовать весь свой потенциал. Такие студенты должны быть:

- творческими и креативными в применении принципов, содержащихся в учебном плане, и демонстрирующими организационную и предпринимательскую активность;
- умеющими внести вклад в анализ, проектирование и разработку сложных систем с пониманием важности соотношений между анализом, проектированием, разработкой и тестированием;
- способными к критической оценке и анализу как своей работы, так и работы, выполненной другими.

Базисный корпус знаний, стандарта 2000 года [6], выделяет 33 базисные тематики (в стандарте CS2001 [2] выделено 14 базисных тематик): (1) Архитектура, (2) Искусственный интеллект, (3) Сравнительные языки программирования, (4) Компиляторы и синтаксический инструментарий, (5) Системы, базирующиеся на компьютере, (6) Компьютерные коммуникации, (7) Компьютерные сети, (8) Инженерия компьютерного оборудования, (9) Процессоры компьютерного зрения и изображения, (10) Совпадения и параллелизм, (11) Базы данных, (12) Структуры данных и алгоритмы, (13) Развивающиеся технологии, (14) Распределенные компьютерные системы, (15) Текстовые процессоры, (16) Е-коммерция, (17) Графика и звук, (18) Взаимодействие человека с компьютером, (19) Информационный поиск, (20) Информационные системы, (21) Технологии интеллектуальных информационных систем, (22) Middleware, (23) Мультимедиа, (24) Естественные языки компьютеринга, (25) Операционные системы, (26) Профессионализм, (27) Основы программирования, (28) Безопасность и секретность, (29) Симуляция и моделирование, (30) Разработка программного обеспечения, (31) Системы анализа и проектирования, (32) Теоретический компьютеринг, (33) Веб-ориентированный компьютеринг. В 2007 году базисный корпус знаний был расширен добавлением четырех базисных тематик: (1) Вычислительные науки, (2) Эмпирические подходы, (3) Игровой компьютеринг, (4) Проблемы управления.

Расширение числа дисциплин в Benchmarking-стандартах 2000-го и 2007-го годов в сравнении со стандартом CS 2001 достигается прежде всего расслоением ряда дисциплин базисного корпуса знаний, а также включением в круг обязательных для изучения ряда дисциплин, факультативных с точки зрения авторов стандарта CS 2001.

Новое поколение стандартов. В 2008 году ACM представила профессиональному сообществу предварительную версию пересмотра стандарта CS 2001 [9]. В этой версии пока неизменными остались 14 областей знаний ВОК 2001. Изменилось наполнение каждой из 14 базисных тематик, модели и методики преподавания. Профессиональное сообщество в сфере компьютеринга пришло к единому мнению о необходимости разработки нового поколения стандартов, в которых будут отражены изменения, произошедшие в сфере компьютеринга. Новое поколение стандартов будет опираться на философию «Computational Thinking» [10; 11]. Перевод этого выражения как «вычислительное» или «вычисляющее» мышление был бы некорректным; перевод — «компьютерное мышление» — был бы достаточно точным, но малополезным. По мнению профессора университета Карнеги Меллон Джаннет Винг, энтузиаста и проповедника этой философии [11, 33], Computational Thinking представляет собой фундаментальные, универсально применимые способность и навык для всех, а не только для компьютерных ученых, которые следовало бы стремиться освоить и использовать. Computational Thinking (C.T.) будет основным навыком, необходимым каждому в середине 21-го века, так же как и умения читать, писать и считать (классические «3R's»-навыки), без которых не может обойтись ни один человек в мире. Компьютеринг и компьютеры позволят распространить computational thinking. В философии C.T. считается, что человек не может в одиночку справиться с разрешением сложных проблем, проектированием систем, пониманием силы и пределов человеческого и машинного интеллекта. Определены два базовых понятия «2A's» C.T.: абстракция и автоматизация. Приведем некоторые примеры C.T.: рекурсивное мышление; интерпретация кодов как данных и данных как кодов; использование абстракции и декомпозиции в решении больших и сложных задач; контроль типов как обобщение размерностного анализа. Влияние C.T. на другие отрасли следующее: например, в теории игр C.T. влияет на экономику (электронные рынки, многоагентные системы, безопасность и сети); в наноконьютеринге C.T. влияет на химию (компьютеринг в молекулярном масштабе, основанный на перестраиваемой ткани); в квантовом компьютеринге C.T. оказывает влияние на физику; C.T. влияет и на биологию (алгоритмы и структуры данных, вычислительные абстракции и методы меняют биологию). Университеты должны с самого начала обучения в дисциплинах первых и вторых курсов учить студентов способам, позволяющим мыслить в стиле computational thinking, а не только учить введению в азы программирования. Международные и национальные организации, такие как ACM, CSTA, CRA и др., должны начать реформировать учебные планы (curricula) для школ и университетов с учетом новой философии C.T.

Выводы. Преобразования в украинском высшем образовании для IT-сферы (в том числе национальная адаптация современных мировых образовательных стандартов) будут возможны, если украинский IT-бизнес, достаточно эффективно зарабатывающий и аккумулирующий деньги и на внутреннем рынке, и в режиме аутсорсинга, будет заинтересован в модернизации подготовки кадров для себя и окажется способен выразить эту заинтересованность в виде моральной, материальной и организационной поддержки украинских университетов. Изолированные примеры подобной поддержки имеются в РФ и Украине, но они, к сожалению, не носят системный характер.

ЛІТЕРАТУРА

1. Calhoun C. The University and the Public Good // Thesis Eleven, number 84, SAGE Publications. February 2006. — p. 7–43. (русский перевод: Калхун К. Университет и общественное благо // Полярная звезда, 15 октября 2007. — режим доступа: http://zvezda.ru/prn_612.htm).
2. Chang C., Denning P. J. (chairs) et al. Computing Curricula 2001: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science / A volume of the Computing Curricula Series — IEEE CS Press, ACM Press, 2001. — 240 p.
3. Le Blanc R., Sobel A. (chairs) et al. Software Engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering / A volume of the Computing Curricula Series — IEEE CS Press, ACM Press, 2004. — 129 p.
4. Soldan D. (chair) et al. Computer Engineering 2004: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering / A volume of the Computing Curricula Series. — IEEE CS Press, ACM Press, 2004. — 160 p.
5. Shackelford (chair) et al. Computing Curricula 2005: The Overview Report / A volume of the Computing Curricula Series. — IEEE CS Press, ACM Press, 2006. — 62 p.
6. Quality Assurance Agency for Higher Education. A report on benchmark levels for computing / Gloucester, England: Southgate, 2000. — 18 p.
7. Quality Assurance Agency for Higher Education. A report on benchmark levels for computing / Gloucester, England: Southgate, 2007. — 31 p.
8. Сейдаметова З. С. Подготовка инженеров-программистов по специальности «Информатика»: Монография. — Симферополь: Крымучпедгиз, 2007. — 480 с.
9. CS 2001 Interim Review Contents. — режим доступа: <http://wiki.acm.org/cs2001/index.php>
10. Wing J. M. Computational Thinking // Communications of the ACM, Viewpoint, 49 (3), 2006. — pp. 33–35.
11. Wing J.M. Five Deep Questions in Computing // Communications of the ACM, 51 (2), 2008. — pp. 58–60.

Сергій СЕМЕРІКОВ

ФУНДІЮВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ЯК ОСНОВА ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто місце фундіювання змісту навчання в модифікації методичної системи навчання інформатичних дисциплін на основі концепції фундаменталізації. Встановлено зв'язок фундіювання та стабілізації змісту, визначено шляхи та умови ефективності фундіювання.

Постановка проблеми. Підготовка вчителів інформатики та інженерів-програмістів за суттю є професійною освітою, проте в сучасних соціально-економічних умовах показником високої соціальної захищеності є не вузька профілізація, а мобільність, набути якої може лише широко освічена людина, здатна гнучко реагувати на зміну технологій. Вузькопрофесійна підготовка поступово вимивається із системи вищої освіти, переходячи у сферу професійно-технічної освіти та виробництва. Яскравим проявом вказаної тенденції є заходи Міністерства освіти та науки України, спрямовані на фундаменталізацію вищої освіти, зближення педагогічної та класичної університетської освіти. Усунення існуючого протиріччя між соціальним замовленням суспільства, універсальністю фундаментальної підготовки, з одного боку, та існуючою теорією і практикою навчання, з іншого, є суспільно значущою проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Г. О. Широких [9] виділяє два аспекти розв'язання проблеми фундаменталізації предметної підготовки вчителя інформатики: внутрішньопредметний (спрямований на застосування формальних методів і відповідного математичного апарата) та міжпредметний (спрямований на педагогічну інтеграцію, подолання розриву