

Сухомлин В.А.¹, Зубарева Е.В.^{1,2}

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

² Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец, Россия

КУРРИКУЛУМНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ*

АННОТАЦИЯ

Данная статья является очередной в серии статей авторов, в которых они продолжают отслеживать и анализировать современное состояние и новые тенденции в деятельности ведущих международных организаций ACM и IEEE по разработке образовательных стандартов в области информационных технологий (ИТ) или компьютеринга (computing), издаваемых в виде «стандартов куррикулумов». Характерной особенностью куррикулумного подхода является знание-ориентированность, т.е. в его основе лежат процессы проектирования, спецификации и актуализации структурированных сводов или объемов знаний, взвешенных результатами обучения, что делает данный подход перспективным для разработки государственных образовательных стандартов по соответствующим направлениям и специальностям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Куррикулум; учебные программы; международные образовательные стандарты; дисциплина компьютеринг; ИТ-образование.

Vladimir Sukhomlin¹, Elena Zubareva^{1,2}

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² Yelets State University of Bunin, Yelets, Russia

STANDARDIZATION OF IT EDUCATION BASED ON CURRICULUMS AT THE PRESENT STAGE

ABSTRACT

This article is another in a series of articles the authors, in which they continue to monitor and analyze the current status and new trends in the activities of major international organizations ACM and IEEE for the development of educational standards in the field of information technology (IT) or computing, which published in the form of «curriculum standards». A characteristic feature of approach, that uses curriculums, is knowledge-oriented, i.e. it is based on the processes of design, specification, and updating of structured sets or the volume of knowledge. This all is weighted by learning outcomes, which makes this approach perspective for the development of state educational standards in the respective directions and specialties.

KEYWORDS

Curriculum; international educational standards; computing; It-education.

Введение

В статьях авторов [1-3] кратко рассматривалась история куррикулумной стандартизации, основные вехи ее развития, наиболее значимые достижения, текущее состояние и основные принципы куррикулумной стандартизации.

Вкратце напомним эти принципы:

1. Дифференциация направлений подготовки в соответствии с характером деятельности ИТ-специалистов различных профилей, а именно, выделение следующих пяти базовых профилей (называемых в СС 2005 [11] также поддисциплинами):

* Труды XI Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование» (SITITO'2016), Москва, Россия, 25-26 ноября, 2016

- Компьютерные науки (computer science – CS);
- Вычислительная техника (computer engineering – CE);
- Информационные системы (information systems – IS);
- Информационные технологии (information technology – IT);
- Программная инженерия (software engineering – SE).

2. Целостность системы куррикулумов благодаря тому, что все они разработаны в соответствии с определенными в СС 2005 единими терминологией, архитектурой, принципами.

3. Знание-ориентированность – основное содержание куррикулума составляет спецификация структуры и собственно объемов (сводов) актуальных знаний (body of knowledge или БОК), соответствующих профилям подготовки.

4. Единая архитектура представления знаний в виде многоуровневой иерархической структуры - на верхнем уровне иерархии располагаются предметные области (areas), которые подразделяются на модули знаний (units), последние в свою очередь разбиваются на темы (topics), которые могут делиться на подтемы (subtopics).

5. Концепция ядра (CORE) свода знаний – выделение в БОК минимально необходимого содержания для всех учебных программ, что способствует поддержке целостности образовательного пространства, мобильности учащихся, гарантирует заданный уровень качества базовой подготовки;

6. Четкая спецификация профессиональных характеристик профилей, целей и результатов обучения;

7. Включение рекомендаций методического характера по диверсификации направлений подготовки [2], составлению учебных планов, компоновки курсов из модулей знаний в соответствии с выбранной педагогической стратегией реализации учебной программы, организации профессиональной практики, реализации процессов обучения.

8. Включение описания примеров учебных программ в целом (куррикулумов) и программ учебных курсов, разработанных и успешно реализуемых наиболее известными университетами.

9. Консорциумный характер процесса разработки куррикулумов, интегрирующий усилия академических, промышленных, коммерческих и правительственных организаций, ведущих специалистов образования и отрасли, что обеспечивает высокую степень доверия и высокий уровень консенсуса профессионального сообщества по отношению к стандартам куррикулумов.

Именно акцент на проектирование, систематизацию и структурирование актуальных сводов знаний, а также на проектирование связанных с ними системы результатов обучения для различных направлений подготовки ИТ-специалистов, определяет перспективность данного подхода и целесообразность его применения при разработке национальных образовательных стандартов.

Современное состояние системы стандартов куррикулумов

Процесс куррикулумной стандартизации с начала этого века принял непрерывный характер – по существу сразу же после издания очередного финального документа, возобновляется работа по подготовке его следующей версии. Как следствие этому система стандартов куррикулумов в настоящее время представляет собой весьма обширный набор документов, обновляемых с определенной периодичностью, как правило, через пятилетие. При этом в ряде случаев новая версия куррикулума не полностью пересматривает положения предыдущего документа, поэтому при использовании куррикулумов для проектирования учебных программ может оказаться полезным рассмотрение как последней версии куррикулума, так и его предыдущих версий.

Рассмотрим разработанные и принятые стандарты курикулумов по каждому из указанных выше базовых профилей (направлений подготовки):

Computer Science

- СС 2001: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science 2001 [10] – ориентирован на подготовку бакалавров CS, разрабатывался как всеобъемлющий методический документ, содержащий описание различных наиболее успешных подходов реализации свода знаний (БОК), включает обширный набор описаний программ учебных курсов для разных стратегий обучения, продолжает оставаться актуальным методическим документом.
- CS 2008: Curriculum Update (The Computing Curricula Computer Science Volume 2008) [12] - текущее обновление или редакция СС2001 в части способов конструирования ядра (core - минимально необходимого объема знаний), содержания разделов свода знаний, уточнения целей подготовки, описания новых направлений диверсификации подготовки, а также содержит описание ряда новых рекомендованных курсов (Приложение С).

- CS 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science 2013 [13] – представляет собой комплексную ревизию предыдущей редакции (CS 2008). Основное внимание при его подготовке уделялось: тщательному пересмотру объема/свода знаний, переосмыслению ядра свода знаний, уточнению характеристик выпускников CS-программ, методическим аспектам подготовки компьютерных ученых в различных институциональных контекстах. CS 2013 включает также описание примеров программ CS и значительный пул описаний самих курсов по отдельным дисциплинам компьютеринга.

Computer Engineering

- CE 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering [5] – фундаментальный документ, ориентированный на подготовку бакалавров по вычислительной технике.
- CE 2016: Computer Engineering Curricula 2016 [6] - является пересмотренной версией куррикулума CE 2004, в которой разработчики постарались отразить достижения последнего десятилетия в области вычислительной техники.

Information Systems

- IS 2002: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems 2002 [18] – ориентирован на подготовку бакалавров IS.
- MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems 2006 [21] – Модель куррикулума и руководство для разработки магистерских программ по направлению информационные системы.
- IS 2010 Curriculum Update: The Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems [19] - ориентирован на подготовку бакалавров IS, разработан в виде двух технически эквивалентных руководств – в виде традиционного документа, а также в виде Wiki-ресурса - IS Curriculum Wiki.

Information Technology

- IT 2008: The Computing Curricula Information Technology Volume 2008 [20] – весьма основательный документ, ориентированный на подготовку бакалавров IT.

Software Engineering

- SE 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering 2004 [22] - ориентирован на подготовку бакалавров по программной инженерии.
- SE 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering 2014 [23] - является пересмотренной редакцией по существу всех разделов куррикулума SE 2004, при этом свод знаний в значительной мере согласован с описанным в SWEBOK V3 [16].
- GSwE2009: Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering 2009 [23] - разработан для подготовки магистров по профилю программная инженерия, в значительной степени согласован с объемом знаний документа SWEBOK [15].

Также следует отметить еще две группы куррикулов.

Первая – для разработки учебных программ подготовки на степень ассоциата (**Associate-Degree Computing Curricula**) [4], которая присваивается после двух лет обучения в колледже или вузе. Программы ассоциата подразделяются на два типа. Программы первого типа предназначены для подготовки кадров для конкретной профессиональной деятельности. Программы второго типа, называемые переходными (transfer), составлены таким образом, чтобы позволить получившим степень ассоциата выпускникам продолжить свое образование в университетах, для получения степени бакалавра. Для разработки переходных учебных программ ассоциата, которые признаются (сертифицируются) университетами и кредиты которых перезасчитываются в соответствующих бакалаврских программах, и создан рассматриваемый набор куррикулов.

Особую актуальность степень ассоциата приобретает в контексте инициативы Президента США Барака Обамы «**Computer Science (CS) for All**» (30 янв. 2016 г.) [8], призвавшего к углубленному изучению CS, как в школе, так и специалистами любых профессий в качестве второй профессии - «CS дает новые базовые знания и умения (skills), необходимые для создания экономических возможностей и социальной мобильности, оказывающие влияние на каждый сектор экономики». Поддержкой этой инициативы стало выделение \$4 млрд. для ее реализации на практике плюс подготовка за счет госбюджета 50000 преподавателей по CS для школ и колледжей.

Следует заметить, что программы ассоциата могут быть востребованы и в России в сфере дополнительного ИТ-образования, прежде всего, для краткосрочной подготовки прикладных программистов, администраторов систем и сетей, администраторов веб-ресурсов и баз данных, эксплуатационщиков приложений и т.п. Также такие программы несомненно будут полезны специалистам любого профиля, так как позволят им приобрести системные базовые знания в области компьютерных наук и ИТ, которые помогут им в дальнейшем самообразовании.

Современный состав куррикулумов для программ ассоциата в сфере ИТ-образования (**Associate-Degree Computing Curricula**) составляют следующие документы:

- Associate-Degree Computing Curricula [4];
- Information Technology Competency Model [17];
- Computer Science Transfer [9];
- Computer Engineering Transfer [7];
- Software Engineering Transfer [24].

Вторая группа стандартов предназначена для обучения компьютерным наукам в колледжах и школах. Она охватывает вопросы обучения информатике, как в первичной школе, так и во вторичной, включая углубленное обучение школьников, склонных к изучению компьютерных наук. Таким стандартом является документ:

- CSTA K-12 CS Standards, 2011 Edition [14].

Новый проект куррикулума CE 2016

В качестве примера куррикулумной стандартизации в этом разделе рассмотрим новый проект – куррикулум для подготовки бакалавров по компьютерной инженерии (вычислительной техники).

Данный проект находится на завершающей стадии разработки, текущее его состояние представлено во временном отчете [6]. Целью разработки CE 2016 является пересмотр CE 2004, с тем, чтобы в новой редакции документа отразить результаты развития области за последнее десятилетие.

В водной части этого документа определены основные принципы его разработки. Первым принципом объявляется принцип непрерывности процесса актуализации куррикулума, т.е. организация непрерывного обновления его отдельных компонентов, учитывающего динамику развития компьютерных технологий. Также важным принципом провозглашается стратегия обучения студентов для непрерывного образования на протяжении жизни (lifelong learning - LLL). Одним из центральных традиционных для куррикулумного подхода принципов, заложенных в CE 2016, является выделение и спецификация базой компоненты (или ядра - core) свода профессиональных знаний, содержащей важнейшие понятия и методы области CE. Такое ядро должно входить в любую программу подготовки бакалавров CE, что должно способствовать мобильности студентов, обеспечивать гарантированный уровень качества подготовки, а также гибкость разработки индивидуализированных учебных программ. Принципиальным моментом также является акцентированное внимание проектным и лабораторным работам. К узловым главам CE 2016, безусловно, следует отнести вторую и третью главы. В Главе 2 определяются характеристики выпускника, а Глава 3 посвящена описанию архитектуры свода знаний и его ядра.

Для описания архитектуры свода знаний выбрано трехуровневое иерархическое представление. На верхнем уровне этой иерархии располагаются предметные области (areas), которые на следующем иерархическом уровне подразделяются на блоки или модули знаний (units), а те, в свою очередь детализируются с помощью наборов результатов обучения (a set of learning outcomes), которые и представляют собой нижний уровень иерархии объема знаний CE 2016. Именно заменой наборов тем для модулей знаний на наборы результатов обучения подход в описании свода знаний в документе CE 2016 отличается от подхода в CE 2004. Также области знаний в CE 2016 содержат «область действия» (area scope), которая описывает контекст применения области знаний.

В ядро CE 2016 включены 13 профессиональных предметных областей, включая:

- CE-CAE Circuits and Electronics (Электротехника и электроника)
- CE-CAL Computing Algorithms (Вычислительные алгоритмы)
- CE-CAO Computer Architecture and Organization (Архитектура и организация компьютеров)
- CE-DIG Digital Design (Проектирование цифровых устройств)
- CE-ESY Embedded Systems (Встроенные системы)
- CE-NWK Computer Networks (Компьютерные сети)
- CE-PFP Professional Practice (Профессиональная практика)
- CE-SEC Information Security (Информационная безопасность)
- CE-SET Strategies for Emerging Technologies (Стратегии для внедрения новых технологий)
- CE-SGP Signal Processing (Обработка сигналов)
- CE-SPE Systems and Project Engineering (Системы и инжиниринг проектов)
- CE-SRM Systems Resource Management (Менеджмент системными ресурсами)
- CE-SWD Software Design (Разработка программного обеспечения).

Профессиональные предметные области ядра разбиваются на 140 модулей знаний.

Общий объем учебной нагрузки для профессиональных областей ядра составляет 420 лекционных часов, что в точности соответствует полной годовой учебной нагрузке (эквивалентно 60 кредитам в российской системе стандартов) и существенно выше объема ядра для направления CS (300 часов). В ядро CE 2016 включены также четыре математические дисциплины, а именно:

CE-ACF Analysis of Continuous Functions (Математический анализ);

CE-DSC Discrete Structures (Дискретные структуры);

CE-LAL Linear Algebra (Линейная алгебра);

CE-PRS Probability and Statistics (Теория вероятностей и математическая статистика).

Общий объем ядерной части (минимально необходимого содержания) математических дисциплин в CE 2016 составляет 120 лекционных часов (примерно 18 российских кредитов). По сравнению с предыдущей редакцией CE 2016 объем математической части ядра почти удвоен. При этом авторы CE 2016 признают, что 120 часов явно недостаточно для подготовки CE-профессионалов, отмечая, что, как правило, в CE-программах для математического образования инженеров отводится много больше часов.

В Приложении А дается детальное описание областей и модулей знаний, вместе с соответствующими требованиями к результату обучения.

Заключение

Целью написания статьи является продвижение куррикулумного подхода в качестве магистральной методической парадигмы отечественной системы образования. Примером успешного применения такого подхода может служить современная система международных стандартов куррикулумов в сфере подготовки ИТ-специалистов (разного уровня), т.е. специалистов в области информационных технологий или ее академического аналога – компьютеринга. Как было показано в статье, данная система стандартов характеризуется полнотой описания образовательного контента и методического учебного материала для всех основных ИТ-профилей. Она поддержана непрерывным процессом развития и актуализации куррикулумов, реализуемого на принципах консорциумной стандартизации, что обеспечивает стандартам куррикулумов высокий уровень доверия в профессиональном сообществе.

Следует отметить, что рассмотренный выше сектор системы образования, предназначенный для подготовки профессионалов в области ИТ и ее приложений и часто называемый системой ИТ-образования, характеризуется в образовательном поле наиболее высокой динамикой развития, как в части образовательного контента, так и в части используемых образовательных технологий. Поэтому методические решения, применяемые в системе ИТ-образования, могут служить ориентиром для других секторов системы образования, например, инженерного или гуманитарного образования.

Литература

1. Сухомлин В.А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий // Прикладная информатика. — 2012. — № 1(37), — С. 33-54.
2. Сухомлин В.А., Андропова Е.В. Диверсификация программ профессиональной подготовки в международных образовательных стандартах в области информационных технологий // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. — 2013. — № 1. — С. 73-87.
3. Сухомлин В.А., Зубарева Е.В. Куррикулумная парадигма — методическая основа современного образования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. — 2015. — Т. 1, № 11. — С. 54-61.
4. Associate-Degree Computing Curricula [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/> (дата обращения 1.10.2016).
5. CE 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf (дата обращения 1.10.2016).
6. CE 2016: Computer Engineering Curricula 2016 – Computing Curriculum Interim Curriculum Report, IEEE, Version: 2015, October 25.
7. Computer Engineering Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/computer-engineering> (дата обращения 1.10.2016).
8. Computer Science (CS) for All [электронный ресурс] // URL: <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all> (дата обращения 1.10.2016).
9. Computer Science Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/computer-science> (дата обращения 1.10.2016).
10. Computing Curricula 2001. Computer Science Volume. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/cc2001/final> (дата обращения 1.10.2016).
11. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf (дата обращения 1.10.2016).
12. CS 2008 – Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001 [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/curricula/ComputerScience2008.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
13. CS 2013 - Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> (дата обращения 1.10.2016).

14. CSTA K-12 CSTA K-12 CS Standards, 2011 Edition K-12 (K-12) [электронный ресурс] // URL: http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf (дата обращения 1.10.2016).
15. GSwE2009 - Graduate Software Engineering 2009. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/binaries/content/assets/education/gsew2009.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
16. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0 (SWEBOOK.v3). A Project of the IEEE Computer Society [электронный ресурс] // URL: <http://www.computer.org/portal/web/swebook> (дата обращения 1.10.2016).
17. Information Technology Competency Model [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/information-technology> (дата обращения 1.10.2016).
18. IS 2002: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems 2002 [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/is2002.pdf (дата обращения 1.10.2016).
19. IS 2010 - Information Systems 2010 . Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE (IS Curriculum Wiki) [электронный ресурс] // URL: http://blogsandwikis.bentley.edu/iscurriculum/index.php/Main_Page; URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
20. IT 2008 - The Computing Curricula Information Technology Volume 2008 [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IT2008%20Curriculum.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
21. MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems 2006 [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/MSIS%202006.pdf (дата обращения 1.10.2016).
22. SE 2004 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering [электронный ресурс] // URL: <http://sites.computer.org/ccse> (дата обращения 1.10.2016).
23. SE 2014 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
24. Software Engineering Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/software-engineering> (дата обращения 1.10.2016).

References

1. Sukhomlin V.A. Mezhdunarodnye obrazovatel'nye standarty v oblasti informatsionnykh tekhnologiy // Prikladnaya informatika. — 2012. — № 1(37), — S. 33-54.
2. Sukhomlin V.A., Andropova E.V. Diversifikatsiya program professional'noy podgotovki v mezhdunarodnykh obrazovatel'nykh standartakh v oblasti informatsionnykh tekhnologiy // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 20. Pedagogicheskoe obrazovanie. — 2013. — № 1. — S. 73-87.
3. Sukhomlin V.A., Zubareva E.V. Kurrikulmnaya paradigma — metodicheskaya osnova sovremennogo obrazovaniya // Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie. — 2015. — Т. 1, № 11. — S. 54-61.
4. Associate-Degree Computing Curricula [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/> (дата обращения 1.10.2016).
5. CE 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CE-Final-Report.pdf (дата обращения 1.10.2016).
6. CE 2016: Computer Engineering Curricula 2016 – Computing Curriculum Interim Curriculum Report, IEEE, Version: 2015, October 25.
7. Computer Engineering Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/computer-engineering> (дата обращения 1.10.2016).
8. Computer Science (CS) for All [электронный ресурс] // URL: <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all> (дата обращения 1.10.2016).
9. Computer Science Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/computer-science> (дата обращения 1.10.2016).
10. Computing Curricula 2001. Computer Science Volume. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/cc2001/final> (дата обращения 1.10.2016).
11. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf (дата обращения 1.10.2016).
12. CS 2008 – Computer Science Curricula 2008: An Interim Revision of CS 2001 [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/curricula/ComputerScience2008.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
13. CS 2013 - Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
14. CSTA K-12 CSTA K-12 CS Standards, 2011 Edition K-12 (K-12) [электронный ресурс] // URL: http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf (дата обращения 1.10.2016).
15. GSwE2009 - Graduate Software Engineering 2009. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/binaries/content/assets/education/gsew2009.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
16. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version 3.0 (SWEBOOK.v3). A Project of the IEEE Computer Society [электронный ресурс] // URL: <http://www.computer.org/portal/web/swebook> (дата обращения 1.10.2016).
17. Information Technology Competency Model [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/information-technology> (дата обращения 1.10.2016).
18. IS 2002: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems 2002 [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/is2002.pdf (дата обращения 1.10.2016).
19. IS 2010 - Information Systems 2010 . Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE (IS Curriculum Wiki) [электронный ресурс] // URL: http://blogsandwikis.bentley.edu/iscurriculum/index.php/Main_Page; URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IS%202010%20ACM%20final.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
20. IT 2008 - The Computing Curricula Information Technology Volume 2008 [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/education/curricula/IT2008%20Curriculum.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
21. MSIS 2006: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems 2006 [электронный ресурс] // URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/MSIS%202006.pdf (дата обращения 1.10.2016).
22. SE 2004 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering [электронный ресурс] // URL: <http://sites.computer.org/ccse> (дата обращения 1.10.2016).

23. SE 2014 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering [электронный ресурс] // URL: <http://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf> (дата обращения 1.10.2016).
24. Software Engineering Transfer [электронный ресурс] // URL: <http://csecc.acm.org/guidance/software-engineering> (дата обращения 1.10.2016).

Поступила: 15.09.2016

Об авторах:

Сухомлин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией открытых информационных технологий факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, sukhomlin@mail.ru;

Зубарева Елена Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; руководитель Центра открытых информационных технологий Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, e.zubareva@cs.msu.ru.