

Кто такой ИТ-специалист и как его готовить

Сухомлин В.А., проф.
МГУ имени М.В. Ломоносова

/Сухомлин В.А. Кто такой ИТ-профессионал и как его готовить // Актуальные проблемы реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Научные чтения. Книга I. М: Изд-во СГУ, 2015. 125 с. С.80-99/

Аннотация

В статье приводится анализ концепции и современного состояния системы международных стандартов образовательных программ в области ИТ, разработанных на основе куррикулумного подхода, а также дано описание семантического портрета ИТ-специалиста, как цели образовательных процессов в системе ИТ-образования.

1. Введение

Во всех глобальных концепциях развития современного общества и его сфер деятельности (промышленности, бизнеса, науки, образования, культуры и др.) главным двигателем выступают информационные (и коммуникационные) технологии (ИТ) и как следствие те, кто их создает, развивает, эффективно использует. Примерами таких концепций могут служить модели глобального и национального информационного общества, информационная теория электронной демократии, концепции электронного государства и электронного правительства, электронного парламента и электронного правосудия, глобальной информационной инфраструктуры, информационных войн и т.п.

Все это делает актуальной задачу массовой подготовки профессиональных кадров в области ИТ, т.е. ИТ-специалистов или ИТ-кадров. В условиях глобализации экономики большое значение для подготовки востребованных кадров имеет выработка соответствующих международных рекомендаций, обладающих высоким уровнем консенсуса в профессиональной среде и служащих ориентиром для университетов и вузов в соответствующей образовательной деятельности. Такого рода рекомендации должны систематизировать и унифицировать требования практики к выпускникам вузов и к соответствующим образовательным программам, учитывать достижения и тенденции развития предметной области, обобщать лучшую образовательную практику, служить эффективным инструментом построения актуальных образовательных программ, единого образовательного пространства.

Ответственность за решение задачи формирования таких ориентиров-рекомендаций в виде типовых учебных программ или куррикулумов (curriculum) уже многие годы несут ведущие международные профессиональные организации - Ассоциация компьютерной техники (Association for Computing Machinery, ACM) и Компьютерное Сообщество Института инженеров по электронике и электротехнике (Computer Society of the IEEE или IEEE-CS), которые ведут эту работу, начиная с 60-х годов 20-го столетия [1,2].

2. Из истории куррикулумной стандартизации ИТ-образования

В 1965 году комитетом по образованию организации ACM был разработан первый проект типовой программы курсов бакалавриата по компьютерным наукам (an undergraduate program in computer science) [3], который после доработки был опубликован в 1968 году в окончательном виде, получив известность как Curriculum 68 [4]. Через десять лет в 1978 году ACM выпустила новую версию этого документа, известного как Curriculum 78 [5]. Примерно в таком же плане велась работа и в рамках IEEE-CS по разработке типовых программ подготовки бакалавров компьютерной инженерии (Computer Engineering). В 1985 году ACM и IEEE-CS объединили свои усилия, создав объединенную целевую группу под председательством профессора Питера Деннинга. В 1989 году эта группа подготовила доклад «Computing as a discipline» [6], в котором формулировались принципы преподавания дисциплины, названной компьютерингом (Computing) и объединившей в себе две дисциплины (поддисциплины) - компьютерные науки (Computer Science) и компьютерную инженерию (Computer Engineering). В 1991 году объединенная группа опубликовала новое руководство для подготовки бакалавров по компьютерингу - Computing Curricula 1991 (CC 1991) [7], надолго ставшее по существу эталонной моделью для университетов в деле подготовки ИТ-кадров.

В 1998 году, вновь созданная объединенная группа специалистов под эгидой ACM и IEEE-CS приступила к разработке куррикулума Computing Curricula 2001 (CC 2001) [8]. Разработчикам этого документа уже на стадии анализа стало ясно, что за истекшее десятилетие область ИТ претерпела столь значительные изменения - развитие и вширь, и вглубь, названное в документах группы драматическим, что для ее адекватного представления в академическом пространстве необходимо было разработать целую систему куррикулумов, соответствующую современному состоянию науки и отрасли ИТ, потребностям практики в кадрах.

Масштабность этого проекта потребовала вовлечением в него ряда других профессиональных организаций, включая: Ассоциацию информационных систем (The Association for Information Systems - AIS) и Ассоциацию профессионалов в области ИТ (The Association for Information Technology Professionals - AITP). К середине первого десятилетия текущего века был разработан целостный набор стандартов куррикулумов (curriculum standards) или просто куррикулумов, описывающих типовые модели учебных программ по важнейшим направлениям подготовки ИТ-кадров (далее будем называть их базовыми профилями). Такими профилями подготовки ИТ-кадров были названы: вычислительная техника (computer engineering - CE), компьютерные науки (computer science - CS), информационные системы (information systems - IS), программная инженерия (software engineering - SE), системы информационных технологий (information technology - IT). Системность и целостность этому набору куррикулумов придавал основной методологический документ - Computing Curricula 2005 (CC2005) [9]. В последующее десятилетие в рамках этого процесса, принявшего постоянный непрерывный характер, осуществляемого на принципах консорциумной стандартизации [10, 11]), практически все куррикулумы первого пятилетия были переработаны и вышли в новых редакциях.

3. Концепция куррикулумного подхода

Основным концептуальным документом рассматриваемой системы куррикулумов служит документ СС2005, в котором определена архитектура этой системы, описаны важнейшие методологические положения, лежащие в основе куррикулумного подхода. В частности, СС2005 включает:

- краткое описание профессиональных характеристик базовых профилей/направлений подготовки;
- описание характерных областей деятельности для разных базовых профилей подготовки с использованием графической модели пространства задач;
- сравнительный анализ базовых профилей по тематическому содержанию профессиональной подготовки с помощью шкалированной табличной формы для ключевых технологий, общих для всех профилей;
- описание исходящих профессиональных характеристик выпускников базовых профилей;
- принципы разработки самих куррикулумов и т.д.

Кратко подытожим принципы куррикулумной стандартизации.

Начнем с дифференциации подготовки в соответствии с характером деятельности ИТ-специалистов различных профилей. Такая дифференциация на качественном уровне может быть проиллюстрирована графической моделью, представленной на рис.1 [12], на котором кривыми линиями, соответствующими различным профилям, выделены характерные для специалиста каждого профиля области деятельности в пространстве профессиональных задач.



Рис. 1. Модель пространства задач для базовых профилей дисциплины компьютеринг

Именно таксономия профилей и разработка детальных куррикулумов для каждого из них предоставляют возможность разработки учебных программ в широком диапазоне требований практики к профилированной подготовке выпускников вузов.

Важным качеством всей системы куррикулумов является свойство целостности, благодаря тому, что все они разработаны в соответствии с определенными в СС2005 едиными терминологией, архитектурой, принципами. Одним из центральных принципов, проходящих через всю систему стандартов куррикулумов, является принцип ядерных (ключевых) технологий, Он основывается на результатах исследования профессора Питера Денинга [6, 13], показавшего, что значительный акцент в подготовке ИТ-кадров должен быть сделан на освоении порядка 40 так называемых ядерных или базовых технологий, знание которых и умение ими пользоваться определяют профессиональную состоятельность выпускника, независимо от его профилизации, хотя уровень владения конкретной темой/технологией может существенно меняться в зависимости от профиля.

Список ключевых технологий составлен разработчиками СС2005 на основе обобщения сводов знаний, описанных в куррикулумах для базовых профилей. Этот список технологий, дополненный шкалированными весовыми характеристиками, отражающими уровень освоения каждой темы для учащихся соответствующих профилей, позволяет в компактной табличной форме сравнить содержание профессиональной подготовки по базовым профилям на дидактическом уровне. Заметим, что для определения уровня профессиональной подготовки по ключевым темам в зависимости от профиля используется некоторая модификация метода Блума [14].

Другими важными принципами куррикулумного подхода являются:

- знание-ориентированность – спецификация структуры и собственно объемов (сводов) знаний или БОК (body of knowledge), соответствующих профилям подготовки (до уровня тем/подтем), что составляет основное содержание каждого куррикулума;
- единая архитектура представления знаний в виде трех-четырёх-уровневой 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);
- 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;
- четкая спецификация профессиональных характеристик профилей, целей (результатов) обучения, итоговых профессиональных характеристик выпускников;
- включение рекомендаций методического характера по диверсификации направлений подготовки, составлению учебных планов, компоновки курсов из модулей знаний в соответствии с выбранной педагогической стратегией

реализации учебной программы, организации профессиональной практики, реализации процессов обучения;

- включение описания программ учебных курсов, разработанных и успешно реализуемых наиболее известными университетами;

- высокая технологичность куррикулов как технических документов – основные части таких документов, содержащие описание общепрофессиональных аспектов, системы целей обучения, итоговых профессиональных характеристик выпускников, а также архитектуры свода знаний, достаточно компактны (как правило, в пределах 50 страниц), а детальное описание объемов знаний и программ курсов вынесены в хорошо структурированные приложения, как правило, весьма значительного объема.

- консорциумный характер процесса разработки куррикулов, 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 куррикулов.

4. Современное состояние системы стандартов куррикулов

В последнее пятилетие наиболее значимыми достижениями в развитии системы куррикулов следует считать разработку следующих стандартов:

- CST 2009 – ориентирован на организацию обучения на бакалаврскую степень выпускников двухлетних программ в соответствии с куррикулом K-12 [15];

- GSwE 2009 (Graduate Software Engineering 2009) [16] – рекомендация по подготовке магистров в области программной инженерии;

- CS 2013 – куррикулум для подготовки бакалавров CS [17];

- SE 2014 – куррикулум для подготовки бакалавров SE [18].

Также нельзя не отметить как значимое событие в мире ИТ это издание в 2013 году новой редакции (версии 3) фундаментального документа SWEBOOK V3 (Software Engineering Body of Knowledge) [19], определяющего требуемый объем знаний специалистов по разработке программного обеспечения, подготовленных для реализации проектов в соответствии с международным стандартом ISO 12207 (Процессы жизненного цикла программного обеспечения).

Этот документ создан совместными усилиями IEEE-CS и ACM. Он не является куррикулумом. Цель его разработки состояла в том, чтобы определить необходимый набор знаний и рекомендуемых практик для разработчиков программного обеспечения, определить этические и профессиональные нормы в области программной инженерии, определить основу для разработки учебных программ по программной инженерии. Именно на этой основе и разработан стандарт SE2014, имеющий большое значения для всей области ИТ.

Не менее значимой традиционно считается разработка куррикулов в области Computer Science. При разработке документа CS2013 большое внимание уделялось уточнению архитектуры свода знаний (в частности, декомпозиции на предметные области), тщательной проработке концепции ядра объема знаний, детализации содержания модулей знаний и их тем, отбору значительного числа программ курсов ведущих университетов мира. Об информативности этого документа говорит его объем, составляющий более 500 страниц.

В частности, в CS2013 весь объем профессиональных знаний на верхнем уровне разбивается на 18 предметных областей, состав которых показан в таблице 1.

Таблица 1. Состав предметных областей, определенных в CS2013

1.	● AL	Алгоритмы и сложность (Algorithms and Complexity)
2.	● AR	Архитектура и организация (Architecture and Organization)
3.	● CN	Вычислительная наука (Computational Science)
4.	● DS	Дискретные структуры (Discrete Structures)
5.	● GV	Графика и Визуализация (Graphics and Visualization)
6.	● HCI	Взаимодействия человека и компьютера (Human-Computer Interaction)
7.	● IAS	Защита информации и безопасность (Information Assurance and Security)
8.	● IM	Управление информацией (Information Management)
9.	● IS	Интеллектуальные системы (Intelligent Systems)
10.	● NC	Сети и коммуникации (Networking and Communications)
11.	● OC	Операционные системы (Operating Systems)
12.	● PBD	Платформенно-ориентированные разработки (Platform-based Development)
13.	● PD	Параллельные и распределенные вычисления (Parallel and Distributed Computing)
14.	● PL	Языки программирования (Programming Languages)

15.	● SDF	Основы развития программного обеспечения (Software Development Fundamentals)
16.	● SE	Программная инженерия (Software Engineering)
17.	● SF	Основы систем (Systems Fundamentals)
18.	● SP	Социальные аспекты и профессиональная практика (Social Issues and Professional Practice)

Анализ архитектурных решений в CS2013 показывает, что в документе отражены важные тенденции развития области ИТ. В частности, это - возросшая значимость системных решений, параллельных и распределенных вычислений, сервисов информационной безопасности, платформенно-ориентированных программных разработок. Вновь акцентировано внимание к сетевым технологиям, в которых происходят революционные изменения в связи наступлением эры Интернета вещей и внедрения сетевой технологии, называемой Software Defined Network (SDN) или Программно-Конфигурируемыми Сетями (ПКП), основанной на протоколе OpenFlow [20].

В тоже время из CS2013 исчез такой традиционных предмет, как основы программирования.

Текущее состояние системы куррикулумов в сфере ИТ-образования показано на Рис.2.

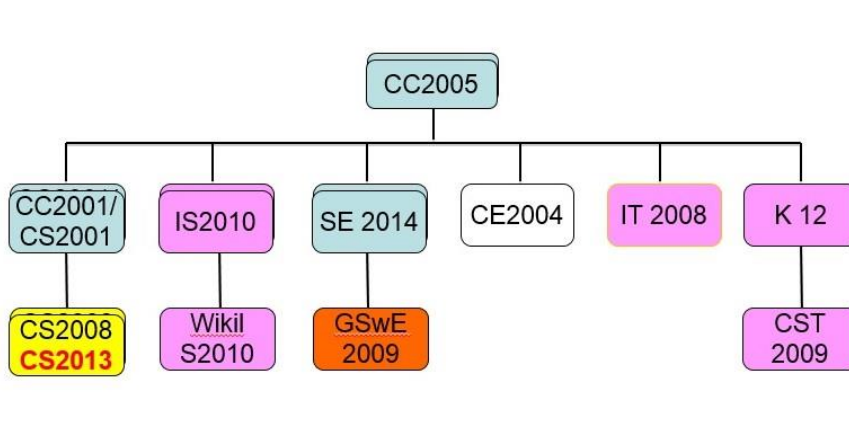


Рис.2. Текущее состояние системы куррикулумов в области ИТ-образования

Чрезвычайно емкий материал куррикулумов по сводам профессиональных знаний и характеристикам выпускников программ ИТ-образования в целом позволяет составить профессиональный облик ИТ-специалиста. Однако наглядный концептуальный семантический портрет классического айтишника во многом облегчил бы работу по созданию учебных программ профессиональной

подготовки, позволил бы улучшить взаимопонимание университетов и бизнеса в том, кого и как готовить для ИТ-отрасли.

Примером такого решения может служить работа автора компьютеринга профессора Питера Деннинга [13]. По прошествии десятилетия вновь анализируя модель, предложенную архитектором систем третьего поколения, убеждаешься, что не так-то просто найти ее усиление.

Поэтому в заключение статьи кратко рассмотрим основные элементы этой модели, которой автор статьи постоянно пользовался при разработке учебных программ в сфере ИТ-образования.

5. Семантический портрет ИТ-специалиста

В своей работе П. Деннинг предложил для компьютеринга (академический аналог области ИТ) некоторую модель, «картину», великих концептов и принципов. Таковыми в предлагаемой модели названы, во-первых, концепты **структуры** и **поведения** вычислительных процессов (вычислений), называемые автором **механикой компьютеринга**, и, во-вторых, **принципы проектирования** (дизайна) – дизайна, как вычислений (их структур, описаний в виде спецификаций и программ), так и процессов жизненного цикла таких систем ИТ (программ-вычислений).

Таким образом механика компьютеринга имеет дело со структурой/программой и исполнением вычислений. Она реализуется на основе таких механизмов, как алгоритмы обработки данных, машины Тьюринга, грамматики, механизмы процессов и нитей, стек протоколов, управление памятью и кеширование, виртуальные машины и многого другого. В данной работе все эти механизмы сгруппированы в пять категорий: вычисление (computation), коммуникация (communication), координация (coordination), автоматизация (automation) и хранение (recollection or storing and retrieving information). Такая таксономия позволяет рассматривать любую базовую технологию с пяти точек зрения, соответствующим этим категориям механизмов компьютеринга, несмотря на то, что границы между этими категориями могут быть и размыты. На рис. 3 иллюстрируется такое многогранное представление технологий.

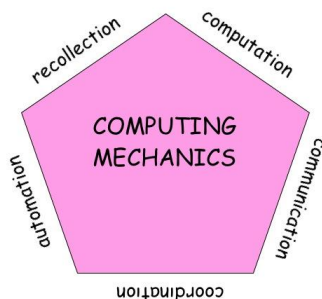


Рис.3 Пять точек зрения на ИТ-технологии

В таблице 2 для каждого класса механизмов поясняется его назначение и приводятся характерные примеры конкретных механизмов и понятий.

Таблица 2: Пять категорий механизмов компьютеринга

Категория	Основной смысл	Примеры
Вычисление (Computation)	Что может быть вычислено; пределы вычисления	Алгоритмы, управляющие структуры, структуры данных, автоматы, языки, машины Тьюринга, универсальные компьютеры, сложность по Тьюрингу, колмогоровская сложность, рекурсия, логика предикатов, приближения, эвристики, невычислимость, трансляция, физическая реализация функции
Коммуникация (Communication)	Посылка сообщений от одного пункта до другого	Передача данных, шэнноновская энтропия, кодирование для передачи по среде, пропускная способность канала, подавление шума, сжатие файлов, криптография, реконfigurирование сетей передачи пакетов, сквозной контроль ошибок
Координация (Coordination)	Множество сущностей, сотрудничающих для достижения общего результата»	Взаимодействие людей (циклы деятельности, потоки работ, поддержанные взаимодействующими компьютерами), человеко-компьютерное взаимодействие (интерфейс, ввод, вывод, время ответа); межкомпьютерное взаимодействие (синхронизация, гонки, тупики, сериализация, атомические действия или примитивы))
Автоматизация: (Automation)	Выполнение интеллектуальных задач с помощью компьютеров	Моделирование интеллектуальных задач, философское осмысление автоматизации, экспертные системы, усиление интеллектуальности, тесты Тьюринга, электронное обучение, машинное

		распознавание, бионика
Запоминание	Хранение и поиск информации	Иерархии памяти, локализация, ссылки, кэширование, адресное пространство, именованье, разделение памяти, искажение, поиск, поиск по имени, поиск по содержанию

Как отмечалось выше, работа с базовыми механизмами компьютинга, составляет только часть фундамента профессиональной вооруженности ИТ-специалиста.

Второй базовой составляющей в его деятельности является проектирование или **дизайн**.

Термин «дизайн» используется в двух смыслах – дизайн структуры (архитектуры) ИТ-сущностей (программ, систем, приложений, ресурсов) и дизайн процессов (процедур, методов), т.е. проектирование как архитектур систем ИТ, так и жизненных циклов реализации этих архитектур.

В области ИТ (комьютинга) дизайн принципиально отличается от других областей деятельности человека. В ИТ проектируются **абстрактные объекты**, которые **выполняют** реальные действия. Другие области используют абстракцию, чтобы объяснить или организовать материальные предметы.

Так как дизайн раскрывает устройство и организацию базовых компонентов, дизайн располагается выше механики в формируемой картине области ИТ.

В основе дизайна программ и систем лежат пять базовых принципов проектирования. Это:

- **Простота:** использование различных форм абстракции и структуры для преодоления конструктивной и функциональной сложности структуры и приложений.
- **Производительность:** оптимизация вычислений, оценка времени ответа на обработку, оценка пропускной способности информационных каналов, анализ узких мест вычислений, планирование распределения ресурсов.
- **Отказоустойчивость:** резервирование ресурсов, надежность функционирования, толерантность и восстановление вычислений в случае исключительных ситуаций, управление потоком данных, целостность, обеспечение свойства доверительности.
- **Развиваемость:** адаптация к изменениям функциональности, масштабирование решений.
- **Безопасность:** управление доступом к ресурсам, секретность, конфиденциальность, аутентификация, целостность, безопасность, цифровая подпись.

К базовым методам (принципам) следует отнести такие методы, как, абстракция и иерархия, инкапсуляция и модульность, отдельная компиляция, пакеты, управление версиями, принцип разделяй и властвуй, разбиение по

функциональным уровням, декомпозиция задач, повторное использование, интерфейсы и виртуальные машины и др.

Как правило, методы и принципы дизайна применяются в рамках ограничений стоимости, планирования, совместимости и удобства использования.

Следующий уровень профессиональных знаний отводится набору базовых или ядерных технологий, которые используют в качестве строительных блоков элементы механики и дизайна во всем их многообразии. Наиболее полное описание таких технологий для базовых профилей компьютеринга приводится в документе СС2005.

Высший уровень профессиональных знаний определяется владением основными профессиональными видами деятельности, называемыми практиками, в виду их конструктивной практической направленности. К ним относятся Программирование (**Programming**), Проектирование (инжиниринг систем ИТ - **Engineering of Systems**), Моделирование и испытания систем (**Modeling and Validation**), Инновационная деятельность (**Innovating**), Работа с ИТ-приложениями (**Applying**).

- **Программирование** (платформенно-ориентированное) – Использование языков программирования для создания программных систем для различных платформ, удовлетворяющих спецификациям и созданных в сотрудничестве с пользователями систем. Профессионалы компьютеринга должны быть многоязычниками и владеть несколькими языками и платформами.
- **Инжиниринг систем ИТ** – Проектирование систем программного обеспечения для различных платформ и сетевых инфраструктур, методы проектирования процессов жизненного цикла программных систем.
- **Моделирование и испытания** - Построение моделей систем с целью предсказания их поведения при различных условиях; проектирование и планирование вычислительных экспериментов с целью подтверждения правильности разработки алгоритмов и систем.
- **Инновационная деятельность** – Лидерство в разработке и привнесении существенных изменений в способы работы групп и сообществ. Нацеленность на анализ и выявление возможностей совершенствования систем и процессов в интересах их пользователей.
- **Работа с ИТ-приложениями** – Создание, развитие, использование прикладных систем для поддержки различных приложений.

Эти великие практики составляют верхний уровень знаний, умений и отношений в модели профессиональной подготовки ИТ-специалиста, завершая тем самым построение портрета ИТ-профессионала, представленного на Рис.3.

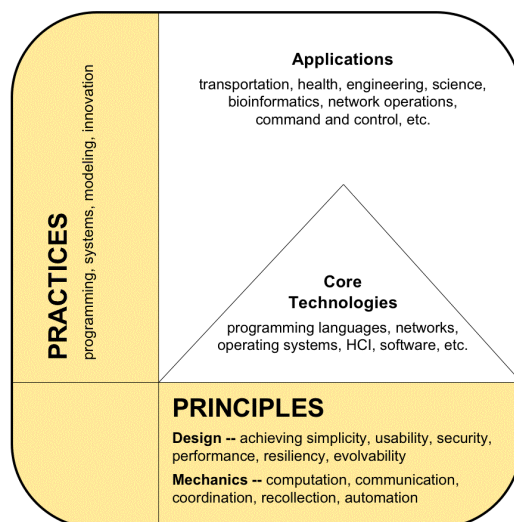


Рис.3 Семантический портрет ИТ-специалиста (модель П.Деннинга)

6. Заключение

Целью написания статьи является продвижение куррикулумного подхода в качестве магистральной или базовой методической парадигмы 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 образования, называемый часто системой ИТ-образования, выделяется в образовательном поле не только профессиональной направленностью, но и наиболее высокой динамикой развития, как в части содержания обучения, так и в технологическом компоненте, поэтому система ИТ-образования может служить ориентиром для всей системы образования в целом.

В статье дан краткий экскурс в полувековую историю развития куррикулумной стандартизации компьютеринга, рассмотрены архитектура, принципы построения системы международных стандартов куррикулумов, ее современное состояние, важнейшие принципы разработки самих куррикулумов.

Вообще понятие куррикулума является исключительно богатым. Оно вмещает в себя описание актуального содержания обучения, методические рекомендации по реализации процессов обучения, тщательно разработанные и увязанные с элементами объема знаний оценочные средства, примеры лучшей практики лидеров университетского образования.

По убеждению автора, только перевод российского образования на куррикулумного парадигму может вывести национальную систему образования из кризиса, вызванного непродуманными навязанными сверху реформами. Глубокой ошибкой реформаторов было подведение под методическое обеспечения системы образования в качестве базовой парадигмы семантически куцега компетентностного подхода [21], что, в частности, привело к положению, когда образовательные стандарты оказались бесполезными для образовательной практики. Кстати, куррикулумная парадигма никоим образом не отвергает компетентностный подход, который может служить полезным дополнением к куррикулумной методологии, повышая эффективность конкретных учебных программ куррикулумного типа.

В заключение статьи рассматривается семантический портрет ИТ-специалиста, предложенный профессором Питером Деннингом, как результат обобщения его опыта в куррикулумной стандартизации. Данная модель использовалась автором статьи неоднократно при разработке учебных программ и образовательных стандартов, успешно внедренных в образовательную практику.

7. Литература

1. Перекатов В.И. Компьютерные дисциплины в представлении профессиональных обществ США: вехи академической легенды. Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. N1.
2. Перекатов В.И. Компьютерные дисциплины в представлении профессиональных обществ США: последний куррикулум?. Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. N4.
3. Association for Computing Machinery, Curriculum Committee on Computer Science. An undergraduate program in computer science – preliminary recommendations. Comm. ACM, 8, 9 (Sept. 1965).
4. Curriculum 68. Recommendations for Academic Programs in Computer Science. Comm. of the ACM, 11, 3 (March 1968).
5. Curriculum '78. Recommendations for the Undergraduate Program in Computer Science. Comm. of the ACM, 22, 3 (March 1979).
6. Denning, Peter et al. "Computing as a discipline". ACM Communications 32, 1 (Jan 1989), 9-23.
7. Computing Curricula 1991. Report of the ACM/IEEE-CS Joint Task Force. IEEE Computer Society Press, 1991.
8. Computing Curricula 2001. Computer Science Volume. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. <http://www.acm.org/education/cc2001/final> .
9. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
10. Сухомлин В.А. Введение в анализ информационных технологий. М: Горячая линия - Телеком, 2003, 457 с.
11. Сухомлин В.А. ИТ-образование. Концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации. М.: "Горячая линия - Телеком", 2005, 176 с.

12. Сухомлин В.А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий. Прикладная информатика, 2012, № 1(37), с. 33-54
13. Peter J. Denning. Great Principles of Computing. Сб. избранных трудов Первой Международной научно-практической конференции «Современные информационных технологий и ИТ-технологии». Под редакцией В.А. Сухомлина, МАКС ПРЕСС, М. 2005, с. 4-13.
14. Bloom, B. S. (Ed.), Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain, Longmans, 1956.
15. K12 - http://www.acm.org/education/education/curric_vols/k12final1022.pdf
16. Graduate Software Engineering 2009(GSwE2009). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
17. CS 2013 - Computer Science 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science - <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
18. SE2014 - Software Engineering Curriculum Guideline - <http://www.acm.org/education/se2014.pdf>
19. SWEBOOK V3 - <https://www.computer.org/web/swebok/v3>
20. Лапони́на О.Р., Сухомлин В.А. Способы трансформации сетей к SDN-архитектуре. International Journal of Open Information Technologies, Vol 3, No 4 (2015)
21. В.А. Сухомлин. Реформа высшей школы – анализ итогов. Сб. трудов V Международной научно-практической конференции «Современные информационных технологий и ИТ-технологии». Под редакцией В.А. Сухомлина, ISSN 978-5-9556-0115-1, М.: ИНТУИТ 2010, с. 3-22.