

## **Тематика информационных систем в государственном образовательном стандарте по направлению «Информационные технологии»**

*М. Р. Коголовский, Институт проблем рынка РАН,  
экономический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова,  
kogalov@cemi.rssi.ru*

Анализируются разделы известных рекомендаций IEEE CS и ACM, касающиеся обучения технологиям информационных систем. Обсуждаются предложения по дополнению и уточнению спецификаций государственного образовательного стандарта по направлению "Информационные технологии", связанные с определенными в нем требованиями к объему знаний о технологиях информационных систем.

### **1. Введение**

В последние годы усилиями представителей ряда крупнейших университетов страны была проведена важная и нужная работа, направленная на повышение качества подготовки и обеспечение унификации объема знаний в области информационных технологий выпускников высшей школы [1]. Ее результатом стало учреждение Министерством образования РФ в 2002 г. нового научно-образовательного направления "Информационные технологии". Позднее, в 2003 г., Министерством были утверждены также документы [2, 3], определяющие требования к содержанию и уровню подготовки выпускников высшей школы по специализациям указанного направления и фактически получившие статус экспериментального образовательного стандарта.

Документы [2, 3] в значительной мере опираются на получившие широкое международное признание в образовательной практике рекомендации по содержанию и организации обучения компьютерным наукам и информационным технологиям (Computing Curricula-2001, CC-2001) [4-7], главным образом, на их первый том [4]. Эти рекомендации являются результатом деятельности Совместного комитета авторитетных международных научно-технических организаций в области информационных технологий - IEEE Computer Society (IEEE CS) и Association for Computing Machinery (ACM), поддерживаемой Национальным научным фондом США (National Science Foundation, NSF).

Для популяризации результатов этой огромной и чрезвычайно важной работы в нашей стране сотрудниками кафедры системного про-

граммирования Санкт-Петербургского госуниверситета и ряда компаний был предпринят русский перевод первого тома СС-2001 [8].

Адекватное применение документов [2, 3] в качестве методических материалов при разработке конкретных учебных программ, несомненно, способствует обеспечению соответствия знаний выпускников вузов, специализирующихся в рассматриваемой области, современному состоянию информационных технологий, интенсивно развивающихся в последние годы, их подготовленности к актуальным научным исследованиям, практическим разработкам и к эксплуатации продуктов информационных технологий, востребованности подготавливаемых специалистов рынком труда.

Вместе с тем, некоторые аспекты документов [2, 3] вызывают, к сожалению, неудовлетворение. В частности, с нашей точки зрения, недостаточно полно и с рядом неточностей в них определены требования к содержанию знаний, характеризующих современное состояние науки об информационных системах (ИС) и используемых в них технологий. К сожалению, в [2, 3] допущен также ряд погрешностей и неудачных, на наш взгляд, решений при заимствовании связанных с этой тематикой материалов из СС-2001. При этом воспроизведены и некоторые дефекты, от которых не свободны сами эти документы-источники.

ИС широко используются сегодня во многих областях деятельности. Они весьма разнообразны, в их разработках используется большой пласт различных информационных технологий, многие из которых основаны на широко признанных стандартах (см., например, [9-11]). Выпускники вузов, обучающиеся по направлению "Информационные технологии", должны обладать полноценными знаниями в этой области.

В данной работе анализируются разделы СС-2001, посвященные технологиям ИС, и обсуждаются некоторые предложения по дополнению и уточнению содержания документов [2, 3].

## **2. Единый подход к рассмотрению ИС различных классов**

Разнообразие классов современных ИС довольно велико. Они различаются не только их назначением и видимыми пользователю функциональными возможностями. Конечно же, весьма существенны различия в архитектурных свойствах систем, среде их функционирования, в используемой технологии разработки и т.д. Однако важнейшие критерии различия - характер поддерживаемой модели предметной области, используемые подходы к моделированию данных и применяемый для этих целей инструментарий, свойства воплощающих такую модель информационных ресурсов. Именно эти свойства ИС определяют выбор основных информационных технологий, на которых должна быть основана система – технологий управления информационными ресурсами.

В современных ИС используется три главных пласта технологий управления информационными ресурсами – технологии баз данных, технологии ИПС, в том числе, технологии текстового поиска, и веб-технологии. Системы, основанные на технологиях баз данных, оперируют структурированными данными; главным их компонентом является система баз данных. ИПС имеют дело с неструктурированными данными – с текстами на естественных языках, статическими изображениями, аудио- и/или видеоданными. Наконец, действующая версия Веб, основанная на языке HTML, поддерживает слабоструктурированные данные.

Технологии ИС каждого из этих классов имеют свои особенности, и их следует изучать в учебных программах с нужной степенью детализации. Однако у них есть и много общего. Поэтому весьма важно не только обсудить в учебных курсах технологии баз данных, технологии ИПС (в сегодняшнем понимании смысла этого термина), а также веб-технологии, но и рассмотреть их с *единых позиций*. Это важно с двух точек зрения. Во-первых, с методической. А во-вторых, нужно учитывать важнейшие тенденции развития современных ИС - тенденции интеграции и конвергенции используемых в них технологий управления информационными ресурсами. Наряду с "чистыми" системами указанных видов, конечно же, создаются разнообразные гибридные системы. Понимание этих тенденций невозможно без единой точки зрения на соответствующие пласты информационных технологий.

Тем не менее, в документе [2] не предусмотрено какой-либо дисциплины (этот термин соответствует термину "область" в СС-2001) или специализации (в документе [3]), которые бы решали эту задачу. Заметим, что она полноценно и корректно не решается также и в СС-2001.

Предложенная в [4] структура совокупности знаний представлена в виде трехуровневой иерархии, подразделяемой на области, разделы и темы. Знания об ИС рассредоточены в ней по нескольким областям. Областью, в рамках которой было бы возможно провести единую точку зрения на ИС с позиций моделирования предметной области, классификации информационных ресурсов и используемых технологий управления ими, является "*Управление информацией*" (Information Management, IM). Обобщающими в ней являются два раздела. В трехчасовом разделе IM1 - "*Информационные модели и системы*" (Information Models and Systems), однако, ни о каких информационных моделях, обещанных в названии, речь не идет. Причины необходимости использования разнообразных технологий управления информацией в ИС не показаны. Раздел IM3 "*Моделирование данных*" (Data Modeling), по замыслу авторов, должен был касаться лишь технологий баз данных, хотя на самом деле он имеет более общий характер. В частности, он имеет отношение и к моделированию данных в XML-технологиях – технологиях Веб нового

поколения. К тому же, трактовка понятия модели данных в ИМЗ, к сожалению, не соответствует современным представлениям - предлагается рассматривать лишь структурные аспекты моделей данных. Не удивительно, что в ИМЗ не упоминаются многомерные модели данных, без рассмотрения которых невозможно обсуждать технологии OLAP – о технологиях OLAP в СС-2001 попросту забыли. Не рассматриваются в этом разделе и XML-ориентированные модели данных, хотя ко времени подготовки СС-2001 о них вполне уже можно было вести речь.

Большинство остальных разделов области ИМ посвящено отдельным аспектам технологий баз данных (один из этих разделов обязательный, остальные - факультативные). Остальные разделы факультативны и отведены технологиям анализа данных (Data Mining - в [8] этот термин переведен как "Проходка данных"), хранению и поиску информации (по сути, краткому обсуждению текстовых ИПС), гипертексту и гипермедиа, мультимедийным технологиям, электронным библиотекам.

Входящий в состав СС-2001 том [7], специально посвященный ИС, на наш взгляд, не отличается полнотой и сбалансированностью представления технологий ИС. Указанная проблема единого подхода и здесь не решается. Материалы этого тома в [2, 3] не использованы.

Область Information Management из СС-2001 [4] послужила прототипом для дисциплины ОПД.Ф.08 в [2]. К нашему удивлению, ее название изменилось при этом на *"Технологии баз данных"*. Содержание этой дисциплины включает с модификацией только три обязательных раздела из ИМ1. При этом первый из них *"Информационные модели и системы"* переименован в *"Информационные системы"*. Ясно, что такой раздел не соотносится с названием дисциплины. Раздел *"Системы баз данных"* из ИМ1 переименован в *"Системы управления базами данных"*. Такая же подмена понятий сделана и в описании содержания этого раздела. В результате оно стало слишком узким по отношению к новому названию раздела. Третий раздел *"Модели данных"* заимствован из СС-2001 вместе с теми упущениями, которые имелись в ИМЗ.

Таким образом, единственная область из [4], в которой, хотя и несколько ущербно, но все-таки предполагалось дать обобщенное представление технологий ИС, модифицирована в [2] так, что она утратила эту роль, а ее содержание стало не совсем корректным.

Нужно заметить, что важнейший для ИС всех видов вопрос о моделировании предметной области в некоторой мере затрагивается в дисциплине ЕФ.Ф.02.02 "Моделирование информационных процессов" [2]. Однако здесь этот вопрос рассматривается в несколько ином ракурсе, чем это необходимо в контексте проблематики ИС.

Заметим далее, что в документе [3] предусматривается специализация 511911 *"Открытые информационные системы"* (Information

Systems - обращает на себя внимание несоответствие англоязычного его наименования русскоязычному). Однако в ней также не решается задача рассмотрения различных типов ИС с единых позиций. На наш взгляд, было бы весьма желательно предусмотреть в документах [2] и [3] обзорные курсы, естественно, разного уровня сложности, по технологиям ИС, служащие этим целям, которые бы предваряли более детальное изучение конкретных технологий.

### **3. Полнота знаний о технологиях ИС**

К сожалению, в документах [2, 3] не обеспечивается в достаточной мере полноты знаний в области ИС, предоставляемых обучающимся. В содержание обучения не вошли не только некоторые свежие (на время разработки этих документов) явно перспективные направления технологий ИС, но и ряд уже сложившихся широко используемых технологий. Приведем несколько существенных, с нашей точки зрения, примеров.

*Веб-технологии.* При рассмотрении веб-технологий не в полной мере учитывается тот факт, что Веб является, с одной стороны, коммуникационной средой прикладного уровня архитектуры OSI и благодаря этому средой "обитания" разнообразных приложений и их интеграции. С другой стороны, Веб - это самая крупная из созданных человечеством глобальная распределенная гипермедийная ИС. В [2, 3] главное внимание уделяется первой роли Веб и почти совсем не представлена его вторая сторона (а именно она была первоначально целью его создания).

Действительно, в [2] есть единственная дисциплина ОПД.Ф.5, которая затрагивает веб-технологии. Однако при этом речь идет только о первой стороне функциональности Веб, да и то лишь об аспектах архитектуры клиент-сервер. В [3] веб-технологии затрагиваются в специализациях 5119111 "*Открытые информационные системы*" и 511917 "*Сетевые технологии*", причем весьма фрагментарно и опять в аспекте коммуникационной функции Веб. При знакомстве с документом первоначально обнадеживает обнаружение в этом документе специализации 511924 "*Web-технологии*". Однако в скобках указано англоязычное ее наименование – "*Web service design*", что обязывало вести речь о веб-сервисах. Фактически же эта специализация посвящена вовсе не достаточно полному изучению веб-технологий и не разработке веб-сервисов, а разработке веб-приложений. При этом ни концепция веб-сервиса, ни стандарты, которые уже формировались в этой области на момент создания документа [3], здесь также не рассматриваются.

В результате не охвачены не только базовые аспекты Веб как ИС, но и такие злободневные направления, как современные технологии поиска информации в Веб, семантический Веб и XML-ориентированные базы

данных. Не рассматривается и влияние стандартов XML на другие, традиционные пласты информационных технологий.

*Информационные ресурсы.* В курсах, представляющих общую точку зрения на различные классы ИС, должны обсуждаться разновидности информационных ресурсов и их свойства. Следовало бы рассмотреть и злободневную проблему интеграции информационных ресурсов.

*Технологии баз данных.* На наш взгляд, имеются упущения в рассмотрении ряда фундаментальных элементов технологий баз данных, например, моделирования данных (см. выше), принципов архитектуры данных, многоуровневого представления данных и отображений данных, технологии хранилищ данных, OLAP и анализа данных (Data Mining), XML-ориентированных баз данных. Не рассмотрены важные классы систем баз данных: темпоральные и пространственно-временные, активные, статистические, мобильные системы, геобазы данных и др. Не уделено внимания измерению производительности систем баз данных и их эталонному тестированию, методам и моделям защиты данных в системах баз данных. Недостаточно представлена обширная деятельность по стандартизации технологий баз данных (см. [9]).

*"Вертикальные" ветви.* Вызывает недоумение выбор "вертикальных" ветвей информационных технологий, которые были включены в [3]. Среди такого рода специализаций удостоилась внимания только 511902 "Биоинформатика". Конечно же, в биоинформатике имеются существенные достижения в области информационных технологий, например, поддержка и обработка сложных структур данных, разработка подходов к семантической интеграции данных. Однако информационные технологии активно используются сегодня и в других областях знаний - в химии, астрономии (особенно интересна здесь концепция виртуальной обсерватории), математике, общественных науках. Большой пласт специфических технологий используется в ГИС, но специализация, связанная и с этим широким классом ИС, в [3] также отсутствует.

*Управленческие информационные системы.* Документ [3] включает дисциплину 511915 "Управленческие информационные системы". Однако ее содержание включает в основном математические методы и общие технологии, не специфичные для управленческих ИС. При этом такие ключевые для таких систем технологии, как технологии хранилищ данных (Data Warehousing), OLAP, Data Mining, визуализации данных, даже не упоминаются. Не обсуждаются специфика и классификация управленческих ИС, технологии электронного бизнеса.

*Грид-технологии.* Быстро развивающиеся в последние годы грид-технологии, обеспечивающие создание мощных распределенных систем со слабосвязанной архитектурой, также не упоминаются в материалах

рассматриваемых спецификаций. Однако важно было бы уделить внимание как вычислительным градам, так и градам данных.

#### **4. Экономика информационных систем**

Квалифицированные специалисты по информационным технологиям в условиях рыночной экономики должны обладать экономическими знаниями. В [2] для ознакомления с ними введена дисциплина ГСЭ.Ф.11 "Экономика". В специализации 511915 "Управленческие ИС" [3] затрагивается также тема экономической эффективности ИС, но в сочетании с методами оценки надежности (?!). К сожалению, некоторые вопросы управления ИС, представленные в [7], в [2, 3] не включены.

Однако сегодня уже недостаточно ограничиться лишь общетеоретическими экономическими знаниями, и они необходимы не только в контексте управленческих ИС. В последние годы серьезное развитие получила специальная ветвь экономической науки, называемая иногда ИТ-экономикой. Систематическое изложение развиваемых в ней идей, подходов и методов использования ИС в экономике, оценки экономической эффективности ИС, управления системами этого рода можно найти в работе [11]. Основы ИТ-экономики, безусловно, должны изучаться в рамках данного образовательного стандарта.

#### **5. Стандартизация технологий ИС**

Довольно много внимания уделено в [2, 3] рассмотрению многочисленных стандартов информационных технологий. Однако нельзя сказать, что в них представительно показано положение дел со стандартизацией в области технологий ИС, где создан большой комплекс стандартов де-факто, в частности, в области баз данных и Веб как информационной системы [9, 10]. Широко используются на практике также многочисленные стандарты в области ИПС. Мы полагаем, что ознакомление с указанными стандартами, а также с главными «игроками» в области официальной и индустриальной стандартизации технологий ИС, заслуживает внимания в учебных курсах рассматриваемого направления.

#### **6. Терминология**

Спецификации образовательного стандарта должны быть, на наш взгляд, образцом использования терминологии. С этой точки зрения, в [2, 3] не все благополучно. Приведем лишь несколько иллюстраций. Авторы, часто подменяя понятия, используют «СУБД» вместо «базы данных». А понятие «система базы данных» вообще не используется. В результате вместо проектирования баз данных говорится о проектировании СУБД. ИС называются не только «информационными системами», но и «информационными сервисами» и даже «информационными

ресурсами». В спецификации 511915 сосуществуют «управленческие информационные системы» и «информационные системы управления». Устоявшийся термин «независимость данных» заменен термином «независимость представления данных», «интерфейсы прикладного программирования» – «прикладными программными интерфейсами», а «веб-серверы» – «интернет-серверами». Вполне устоявшийся термин-калька «инкапсуляция» заменен его русским переводом «упрятывание».

Вероятно, следует принять во внимание, что в отечественной литературе стал широко использоваться термин «информационно-коммуникационные технологии», по сути являющийся синонимом термина «информационные технологии». Нужно, наконец, заметить, что трактовка англоязычного термина «Computing» как «информационных технологий» является достаточно спорной. Однако предпринятые шаги фиксируют такую трактовку в стандарте на продолжительное время.

#### **7. Редакционные аспекты**

На наш взгляд, необходимо структурировать описания отдельных специализаций в [3], предваряя детальному представлению их содержания более агрегированное, например, в терминах названий тем.

#### **8. Имеющийся опыт обучения**

Кафедрой экономической информатики экономического факультета МГУ подготовлен и в течение ряда лет читается в бакалавриате и магистратуре факультета комплекс учебных курсов по ИС, включающий, в частности, обзорный курс указанного выше характера, а также курсы по управленческому ИС, экономике ИС и управлению такими системами. Изданы учебники с материалами курсов [10, 11 и др.].

#### **9. Заключение**

Информационные технологии интенсивно развиваются, особенно в последние годы. Работа по развитию и актуализации СС-2001 продолжается. В настоящее время обновлены три из четырех составляющих Computing Curricula томов [5-7]. Возможно, в близкое время новая версия рекомендаций будет одобрена IEEE CS и ACM. Естественно, должен актуализироваться и отечественный образовательный стандарт по направлению «Информационные технологии». Автор надеется, что высказанные здесь мнения будут полезны в этой работе.

## Литература

1. Сухомлин В. Подготовка ИТ бакалавров и магистров.  
[http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/art\\_os.zip](http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/art_os.zip)
2. Министерство образования Российской Федерации. Временные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению Информационные технологии – 51190. Степень – бакалавр информационных технологий. Москва, 2003.  
[http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/standard\\_bachelor\\_it.zip](http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/standard_bachelor_it.zip)
3. Министерство образования Российской Федерации. Временные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению Информационные технологии – 51190. Степень – магистр информационных технологий. Москва, 2003.  
[http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/standard\\_master\\_it.zip](http://hcs.cmc.msu.ru:8081/standards/standard_master_it.zip)
4. Computing Curricula 2001: Computer Science. Final Report, December 15, 2001. The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery.  
[http://www.computer.org/portal/cms\\_docs\\_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/cc2001.pdf](http://www.computer.org/portal/cms_docs_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/cc2001.pdf)
5. Computer Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering. The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery. December 12, 2004.  
[http://www.computer.org/portal/cms\\_docs\\_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/CCCE-FinalReport-2004Dec12-Final.pdf](http://www.computer.org/portal/cms_docs_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/CCCE-FinalReport-2004Dec12-Final.pdf)
6. Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery. August 23, 2004.  
[http://www.computer.org/portal/cms\\_docs\\_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/SE2004Volume.pdf](http://www.computer.org/portal/cms_docs_ieeecs/ieeecs/education/cc2001/SE2004Volume.pdf)
7. IS 2002. Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. Association for Computing Machinery (ACM). Association for Information Systems (AIS). Association of Information Technology Professionals (AITP). – 2002. <http://www.is2000.org/>
8. Рекомендации по преподаванию информатики в университетах. Computing Curricula 2001: Computer Science: Пер. с англ. /Под ред. В.Л. Павлова и А.А. Терехова. – СПб: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2002. – 372 с.  
<http://se.math.spbu.ru/cc2001>
9. Когаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
10. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. – М.: ДМК Пресс, Компания АйТи, 2003. –288 с.
11. Лугачев М.И., Анно Е.И., Когаловский М.Р., Липунцов Ю.П., Скрипкин К.Г., Смирнов С.Н., Смирнова Е.Е. Экономическая информатика. Введение в экономический анализ информационных систем. Учебник МГУ. - М.: Инфра-М, 2005. – 954 с.