

Концепция нового образовательного направления

20.02.2003 Владимир А. Сухомлин, Владимир В. Сухомлин

Открытые системы. СУБД. 2003 № 02

(<https://www.osp.ru/os/2003/02/182628/>)

- Ключевые слова / keywords:
- Обучение
- Академия ОС

Приказом по Министерству образования РФ N 4175 от 29.11.2002 создано новое направление подготовки бакалавров и магистров 511900 «Информационные технологии». Это решение знаменует собой рождение новой быстро развивающейся университетской дисциплины, имеющей большое научное, практическое и образовательное значение, которая заняла теперь свое место в системе образовании наряду с математикой, физикой или химией.

В статье рассмотрены основные принципы разработки образовательных стандартов для подготовки бакалавров и магистров по направлению «Информационные технологии».

В постановочной части приказа №4175 говорится: «В соответствии с решением Межведомственного экспертного совета по государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования от 04.07.2002, а также учитывая потребность в соответствующих кадрах, приказываю:

1. Создать в экспериментальном порядке направление подготовки бакалавров и магистров 511900 Информационные технологии со степенью (квалификацией) "бакалавр информационных технологий" и "магистр информационных технологий".
2. Отнести направление "Информационные технологии" к группе 510000 "Естественные науки и математика".
3. Ввести в экспериментальном порядке, начиная с 2003/2004 учебного года, подготовку по направлению "Информационные технологии" в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова; Санкт-Петербургском государственном университете; Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского; в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Московском государственном институте электроники и математики (техническом университете); в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина); в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "МАТИ" - Российском государственном технологическом университете им. К.Э. Циолковского..."

С этого момента научно-образовательная дисциплина «Информационные технологии» встала в один ряд с такими классическими университетскими дисциплинами, как математика, физика или химия. Классические и технические университеты получили возможность подготовки ИТ-профессионалов на единой систематической основе и при этом в широком диапазоне направлений ИТ,

расставляя собственные акценты в обучении. В частности, классические университеты больше внимания могут уделять научно-методическим аспектам подготовки, а технические университеты — прикладным. Кроме этого, специалисты, работающие в области ИТ, получили теперь истинное название их специальности.

Разработка концепции нового образовательного направления «Информационные технологии» и соответствующих ему стандартов, а также продвижение разработанных решений через учебные и формальные структуры заняли более двух лет. В системе высшего образования существует целый ряд специальностей и направлений, связанных с компьютерными и информационными технологиями, и за каждой из них стоят достойные уважения инициативы, подкрепленные не менее достойным опытом [1]. Однако ни с содержательной точки зрения, ни с точки зрения соответствия современным требованиям, все они не формируют целостной системы ИТ-образования в стране. Цель предпринятой инициативы состояла не в том, чтобы заменить все эти направления и специальности чем-то одним, более современным, и не в том, чтобы систематизировать все существующие виды обучения в данной области, обновив их так, чтобы они соответствовали современным воззрениям.

Целью ставилось создание магистрального образовательного направления для ИТ в целом, рассматривая эту область как сложившуюся научно-прикладную дисциплину. Именно такое образовательное направление, адекватно отражающее специфику, тенденции, динамику развития научных и прикладных аспектов ИТ, могло бы сплотить в целостную систему ИТ-образования все другие образовательные деятельности в этой области, включая смежные специальности и направления, дать им важные ориентиры для развития.

Основные задачи; выбор модели обучения

Центральной задачей разработки направления «Информационные технологии» являлось формирование целостного подхода к подготовке ИТ-профессионалов, учитывающего современную роль ИТ для науки, образования, индустрии и бизнеса; международные рекомендации для базового образования (бакалавриата) в области ИТ (Computing Curricula 2001 [2]); накопленного в Московском университете [3-6] опыта в ИТ-образовании.

Формирование такого подхода и соответствующей концептуальной базы для обоснования необходимости создания данного образовательного направления (например, объяснения того, чем отличается направление «Информационные технологии» от предложенного рядом технических университетов направления «Информационные системы») в значительной мере зависит от того, какой смысл вкладывается в слова «информационные технологии». Мы придаем этому понятию максимально широкую трактовку; для нас это:

1. Обширная научная область знаний, объединяющая десятки крупных научных направлений, таких как искусственный интеллект, вычислительная математика, инженерия программного обеспечения, когнитивная наука, архитектуры компьютерных систем, автоматизация научных исследований, Web-технологии и др.

2. Обширная область профессиональной деятельности, характеризующаяся постоянно расширяющейся сферой применения и все возрастающим спросом на высокопрофессиональное кадровое обеспечение.
3. Актуальное в мировой системе университетского образования образовательное направление ("Информационные технологии" или Computing), одно из наиболее активно развивающихся, базовых для других научных и прикладных дисциплин. Первым шагом в построении нашего подхода являлся выбор между обучением специальности и обучением образовательному направлению. Напомним, что Федеральным законом РФ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» допускаются две модели обучения: двухступенчатая — сначала квалификация бакалавра (не менее четырех лет обучения) и затем квалификация магистра (еще не менее двух лет), а также одноступенчатая — квалификация специалиста (не менее пяти лет).

Для области знаний, важнейшей тенденцией развития которой является быстрое расширение ее научных и прикладных горизонтов, двухступенчатая модель более логична. На первой стадии обучения осуществляется подготовка не по конкретной специальности (каких могут быть в этой области сотни), а по образовательному направлению (крупной самостоятельной дисциплине такой, как, математика, ИТ, физика, философия и пр.). В результате завершения первой стадии обучения студент получает базовые знания по фундаментальным и специальным предметам, необходимые для профессиональной деятельности и для дальнейшего профессионального совершенствования. Завершением первой стадии обучения является присвоение образовательной степени бакалавра. Те, кто стремится повысить свой образовательный ценз и специализироваться в более конкретных областях ИТ, продолжают учиться в магистратуре, а затем, возможно и в аспирантуре.

В международной образовательной системе используется именно такая модель. Так как одной из наших задач являлось обеспечение возможности интеграции в мировую образовательную систему [1], была выбрана именно двухступенчатая модель обучения.

С учетом роли ИТ для науки, практики и образования перед разработчиками данного направления ставились следующие задачи:

- создание учебно-методической базы для системы подготовки ИТ-профессионалов, востребованных в индустрии, бизнесе и исследовательских центрах, способных развивать научно-методические основы ИТ, разрабатывать стандарты, спецификации и профили ИТ, создавать системы, продукты и сервисы новых ИТ;
- обеспечение соответствия базовой подготовки (бакалавриат) международным рекомендациям к объему знаний для базового ИТ-образования (в частности, определенным в Computing Curricula 2001);
- сохранение традиций российского университетского образования в углубленной, целенаправленной математической подготовке, составляющей основу качества и фундаментальности профессионального ИТ-образования;
- обеспечение возможности интеграции российского образования в области ИТ в международную образовательную систему и выхода на международный рынок образовательных услуг;

- обеспечение подготовки высокопрофессиональных научных и преподавательских кадров, на основе магистерского обучения, причем во всем диапазоне важнейших научных и прикладных направлений дисциплины ИТ.

Принципы стандарта подготовки бакалавра ИТ

Из поставленных задач вытекают следующие принципы разработки образовательного стандарта бакалавра ИТ.

- **Целенаправленное обучение профессии ИТ.** Поясним это на примере направления 510200 "Прикладная математика и информатика", которое многие годы являлось основным поставщиком ИТ-кадров. По существу, это направление нацелено на подготовку двухголовых "спецов", у которых одна "голова" - математическая, а другая - программистская, при этом головы слабо коррелированы. В случае направления ИТ предполагается ориентация учебного процесса на достижение единой цели - подготовки востребованных ИТ-профессионалов.
- **Соответствие объема профессиональных знаний международным рекомендациям, определенным в СС2001.** Это является необходимым для обеспечения открытости российского образования, его интеграции в международную образовательную систему, упрощению внешней сертификации учебных программ наших университетов. По существу этот принцип приводит к требованию полного включения в том или ином виде ядерных разделов СС2001 (так называемых разделов ядра объема знаний или core units - обязательных для любых учебных программ подготовки бакалавров ИТ) в состав стандарта бакалавра ИТ или, более точно, в цикл общепрофессиональных дисциплин.
- **Углубленная, целенаправленная математическая подготовка.** Предусматривается акцент на изучении дисциплин дискретной математики, математической логики и математических методов, непосредственно используемых в формировании научно-методических основ ИТ.
- **Модульность цикла общепрофессиональных дисциплин.** Объем ИТ-знаний бакалавра определяется не на уровне учебных курсов, а на уровне модулей знаний, что позволяет каждому университету выбирать собственную педагогическую стратегию покрытия ядра учебными курсами. Напомним, что в СС2001 описаны шесть стратегий покрытия ядра.
- **Развитие профессиональных навыков и умений во владении современными ИТ.** В стандарт подготовки бакалавра включен значительный объем часов (порядка 500) для проведения различного рода практикумов.
- **Приоритетная роль дискретной математики.** Как наиболее приоритетная математическая дисциплина, дискретная математика начинает читаться в первом семестре - ее задачей является ознакомление студентов с фундаментальными понятиями, методами и алгоритмами дискретной математики, составляющими теоретический и методический базис ИТ. В этом плане она должна с некоторым упреждением обеспечивать математическим аппаратом такие важные разделы ИТ-образования, как "Основы программирования" и "Алгоритмы и анализ сложности", а также служить прелюдией к изучению таких математических дисциплин, как "Математическая логика и теория алгоритмов", "Теория автоматов и формальных языков", "Теория графов" и др.

- **Включение в состав ИТ-части учебной программы актуальных специальных дисциплин.** В частности, они должны охватывать такие аспекты, как вопросы стандартизации, управление безопасностью, анализ качества информационных систем, основанные на компонентном подходе методы проектирования информационных систем и пр. Например, в стандарт в качестве рекомендуемых включены такие разработанные на факультете ВМК курсы, как "Анализ ИТ", "Объектная распределенная обработка", "Суперкомпьютеры и их применение", "CASE-технологии и язык UML", "Internet-технологии", "Безопасность ИТ".

Объемы часов по математическим и общепрофессиональным дисциплинам сбалансированы (примерно по 1800-1700 часов). При разработке математической части учебной программы первоначально математические дисциплины разбивались на три группы в следующих пропорциях: дискретная математика — 650 часов, классическая математика — 900 часов, математические методы — 200 часов. Впоследствии все математические дисциплины были объединены в один раздел — «Математика». Значительной поддержкой в пересмотре математических знаний для направления ИТ явился новый учебник по высшей математике [7].

Согласно требованиям государственного стандарта в программу входят также: цикл гуманитарных и социально-экономических дисциплин (1800 часов), цикл общих естественнонаучных дисциплин (физика — 200 часов), военная подготовка (450 часов), подготовка и защита выпускной квалификационной работы (430 часов). Примерные учебные планы и материалы стандарта бакалавр ИТ см. по адресу <http://hcs.cmc.msu.ru/standards/>

Принципы стандарта подготовки магистра ИТ

Магистерское образование в области высоких технологий ориентировано на углубленное профессиональное обучение и научную работу. По убеждению авторов, имеющих определенный опыт в магистерском образовании [4], магистратура является перспективной формой подготовки высокопрофессиональных кадров и для России. При малой эффективности нынешней аспирантуры именно магистратура может стать действенной системой отбора и подготовки кадров для науки и высшей школы.

Магистерское обучение многообразно по своим формам. По существу, каждый университет предлагает те или иные программы подготовки на магистерскую степень. Известны программы подготовки магистров по различным направлениям науки и видам технологий, магистров в области хозяйственной деятельности и менеджмента. Большое внимание за рубежом уделяется научной магистратуре, для которой характерным является малый объем учебных часов при большом объеме научной работы над диссертацией. Такой вид магистерского обучения, как правило, поддерживается грантами и стипендиями. Еще одной популярной формой магистерского образования является обучение набору курсов (coursework). Обычно эта форма обучения является платной, с большой учебной составляющей (порядка десятка курсов и больше) и, возможно, маленькой выпускной работой (проектом).

Для магистерского образования характерно разнообразие форм обучения (дневная, вечерняя, заочная, экстернат, дистанционная), которые могут

комбинироваться при определении учебных планов слушателей; высокая степень адаптивности учебных программ к интересам слушателей; непосредственная взаимосвязь с соответствующими секторами бизнеса и промышленности.

В России для магистерского образования согласно требованиям государственного стандарта определена лишь одна форма — научная магистратура (более правильно ее называть комбинированной). Она включает как весьма солидный образовательный компонент, так и большой объем научной работы, которая должна завершаться защитой серьезной магистерской диссертации.

В части магистерского ИТ-образования были приняты следующие принципиальные решения.

- На магистерское обучение перенесена ответственность за профессиональное профилирование по всему фронту наиболее значимых научных направлений ИТ. Это выразилось в том, что в стандарт магистерской подготовки введен обширный набор из 24 магистерских программ вместе с их аннотациями. В качестве первоначального списка программ магистерской подготовки использован список научных направлений, предложенный в [8], который, конечно же, нельзя рассматривать как окончательный.
- При разработке содержания учебной программы для ИТ-магистра были приняты следующие ориентиры для учебной нагрузки (опять же согласно требованиям государственного стандарта). Общий объем часов программы составил чуть более 4000 часов, из которых на научную работу, включая работу над диссертацией, выделено 2000 часов. В учебной составляющей выделены два основных учебных компонента: "Современные информационные технологии" и "Специальные дисциплины". Оба объемом примерно по 600 часов (что в принципе соответствует при переводе на аудиторные часы примерно 7-8 сорока часовым курсам). Первый компонент, наряду с компонентом "Научно-методические и математические основы информационных технологий", несет образовательную нагрузку с целью дать систематические знания по научным основам и системе стандартов ИТ в целом, а также по важнейшим направлениям ИТ. Второй компонент предназначен для целей профилирования по выбранному магистром направлению специализации.
- В связи с тем, что для рассмотренных образовательных стандартов ИТ-часть базового образования по существу полностью соответствует международным рекомендациям, возникает возможность обучения магистерской степени бакалавров-выпускников зарубежных университетов по направлению Computing. Однако разработанный нами стандарт ИТ-бакалавра превосходит зарубежные программы бакалавриата по объему математических знаний, поэтому для обучения иностранных бакалавров предусматривается использование "переходной" программы для согласования стандарта бакалавра по направлению "Информационные технологии" и образовательных бакалаврских программ, соответствующих направлению Computing. Такая программа-переходник может быть реализована за один-два семестра дополнительного обучения студентов. Надеемся, что это будет представлять интерес для тех иностранных студентов, кто хочет получить более фундаментальные знания по сравнению с традиционными бакалаврскими программами. Примерные учебные планы и материалы стандарта магистра ИТ см. по адресу <http://hcs.cmc.msu.ru/standards/>

Заключение

Резюмируем результаты проделанной работы. Разработан систематический подход к подготовке бакалавров и магистров по новому образовательному направлению «511900 Информационные технологии», предложены образовательные стандарты бакалавра и магистра информационных технологий, принятые в качестве временных требований для проведения эксперимента по их отработке на практике, начиная с 2003 года. Стандарты ориентированы на подготовку профессионалов, востребованных в исследовательских проектах, индустрии и бизнесе. Стандарты разработаны в соответствии с международными рекомендациями, что обеспечивает возможность интеграции российского ИТ-образования в международную образовательную систему и выход на международный рынок образовательных услуг. В отличие от зарубежных учебных программ они предлагают более фундаментальный характер обучения, в частности, более углубленную и целенаправленную математическую подготовку. Стандарты магистерского обучения разработаны с учетом покрытия широкого спектра важнейших научных и прикладных направлений, что позволяет готовить высококвалифицированные ИТ-кадры, профилированные по конкретным направлениям специализации. Предложенный подход дает возможность российским университетам осуществлять магистерскую подготовку выпускников-бакалавров зарубежных университетов по направлению Computing, одному из наиболее популярных и быстро развивающихся образовательных направлений.

Благодарности

Полученные результаты не были бы возможны без поддержки руководства МГУ и факультета ВМК, а также моих коллег. Всем им моя благодарность.

О соавторе



**Владимир
Владимирович
Сухомлин
(1979-2003)**

Считаю соавтором выполненной работы своего сына, сотрудника факультета ВМиК МГУ, сетевого программиста и журналиста Владимира Владимировича Сухомлина (1979-2003), трагически погибшего от рук наемных убийц. Он постоянно помогал мне в работе своим пониманием важности

разработки и участием в создании отдельных компонентов проекта (в частности, проведением лекционных и практических занятий по Web-технологиям и проработкой содержания практикумов по этой теме). Основной темой его собственной научной работы были исследования и разработки в области методов и технологий поддержки информационных операций [9]. Нами планировалась совместная разработка практикумов по современным технологиям Internet и Web, однако, этим планам не суждено было сбыться. Владимиру Владимировичу Сухомлину и посвящаю результаты этой работы.

Литература

1. Владимир Сухомлин, [Подготовка бакалавров и магистров в области ИТ.](#)// Открытые системы, 2002, № 3.

2. Computing Curricula 2001. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
 3. Сухомлин В.А. "Высшая компьютерная школа". Система подготовки высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий. М.: "Диалог МГУ", 1999.
 4. Сухомлин В.А. Магистерское обучение по направлению специализации Информационные технологии и менеджмент. // М.: "Диалог МГУ", 1999.
 5. Сухомлин В.А. "Концепция и методика подготовки специалистов повышенной квалификации в области информационных технологий". Тезисы докладов Всероссийской конференции. Интеграция науки и Высшего образования России. 2001. Ч.2.
 6. Сухомлин В.А. Высшая компьютерная школа МГУ. Первое десятилетие. // Сб. трудов "Теоретические и прикладные проблемы информационных технологий", научной конференции, посвященной 250-летию МГУ и 10-летию ВКШ. МГУ, 2001.
 7. Ильин В.А., Куркина А.В. Высшая математика: Учебник: - М.: "ТК Велби", 2002.
 8. Peter J. Dening. Our seed corn is growing in the commons. Information Impacts Magazine, March 1999.
 9. <http://www.vif2.ru>
Владимир А. Сухомлин (sukhomlin@oit.cmc.msu.ru) — профессор факультета ВМиК МГУ им. Ломоносова. Владимир В. Сухомлин — программист лаборатории вычислительных практикумов и информационных систем ВМиК МГУ им. Ломоносова.
-

Перечень аннотированных магистерских программ по направлению 511900

511901 Интеллектуальные системы(Artificial intelligence)

511902 Биоинформатика (Bioinformatics)

511903 Когнитивные ИТ (Cognitive science)

511904 Вычислительная математика (Computational science)

511905 Компьютерные науки (Computer science)

511906 Технологии баз данных (Database engineering)

511907 Цифровые библиотеки (Digital library science)

511908 Компьютерная графика (Graphics)

511909 Человеко-машинное взаимодействие (Human-computer interaction)

511910 Теория информации (Information science)

- 511911 Открытые информационные системы (Information systems)
- 511912 Архитектуры ЭВМ (Instructional design)
- 511913 Инженерия знаний (Knowledge engineering)
- 511914 Обучающие системы (Learning theory)
- 511915 Управленческие информационные системы (Management information systems)
- 511916 Технологии мультимедиа (Multimedia design)
- 511917 Сетевые технологии (Network engineering)
- 511918 Анализ качества информационных систем (Performance analysis)
- 511919 Автоматизация научных исследований (Scientific computing)
- 511920 Архитектура программного обеспечения (Software architecture)
- 511921 Инженерия обеспечения (Software engineering)
- 511922 Системное администрирование (System administration)
- 511923 Безопасность ИТ (System security and privacy)
- 511924 Web-технологии (Web service design)