

**ЛЕОНИД ВИТАЛЬЕВИЧ
КАНТОРОВИЧ**

математика, менеджмент
информатика

Под редакцией Г.А. Леонова, В.С. Катькало,
А.В. Бухвалова

Санкт-Петербург
Издательство «Высшая школа менеджмента»
2009

УДК 65.050

Л47

*Печатается по решению Ученого Совета
Высшей школы менеджмента
и математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета*

Л47 Леонид Витальевич Канторович: математика, менеджмент, информатика / Под ред. Г.А. Леонова, В.С. Катькало, А.В. Бухвалова. СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2009. — 575 с.

ISBN 978-5-9924-0044-1

Монография посвящена выдающемуся советскому ученому, математику, лауреату Нобелевской премии по экономике Л.В. Канторовичу. Труды Л.В. Канторовича заложили основы интенсивного развития исследований по применению математики в экономике. Благодаря многогранной деятельности Л.В. Канторовича в СССР утвердился термин «эконометрика», обозначающий математические методы исследования и планирования экономических процессов. Он на деле показал полезность оптимизационных расчетов на примере крупных конкретных экономических задач (задачи раскроя материала, транспортная задача, формализация механизма ценообразования, системное планирование и т. д.). Пройденный Л.В. Канторовичем путь, его фундаментальные научные достижения и акты гражданского мужества ярко показали жизненную необходимость сочетания «высокой теории» науки с «конкретными и жесткими требованиями» экономики, необходимость сведения этого сочетания к учебным программам и курсам.

Книга предназначена для широкого круга читателей — она будет полезна как для специалистов в соответствующих областях знания, так для преподавателей, аспирантов и студентов.

ISBN 978-5-9924-0044-1

© Коллектив авторов, 2009

© Высшая школа менеджмента СПбГУ, 2009

*Г. А. Леонов, В. И. Кияев, Н. В. Кузнецов,
В. В. Оносовский, С. М. Селеджи*

Некоторые аспекты подготовки IT-менеджеров

1. Введение

Конец XX — начало XXI веков ознаменовались бурным развитием информационных технологий и широким их применением в государственном управлении, науке, образовании и бизнесе. Это потребовало большого числа подготовленных специалистов, которые могли бы разрабатывать, использовать, сопровождать и развивать информационные технологии и системы. Отметим, однако, что развитие технологий во многом обогнало подготовку нужных специалистов в университетах России — образовательные стандарты в этой области в большой степени не соответствуют требованиям времени. Летом 2006 г. Советом по информационным технологиям при Министерстве информационных технологий и связи было принято решение о разработке силами IT-индустрии профессиональных стандартов отрасли. Необходимо было очертить предметное поле и структуру для IT-профессий и сформировать требования к подготовке необходимых специалистов — это, в свою очередь, задаст ориентиры для системы образования.

В. В. Путин, будучи Президентом РФ, неоднократно обращал внимание на это обстоятельство во время встреч с представителями российских деловых кругов: «Потребности предприятий в современных и квалифицированных специалистах не удовлетворяются. Я даже хочу сказать: не полностью не удовлетворяются — просто не удовлетворяются» (Встреча Президента с представителями деловых кругов в Кремле, 29 марта 2006 г.). В послании Президента Федеральному собранию Российской Федерации (Москва, Кремль, 10 мая 2007 г.) было подчеркнуто, что «...правительство должно навести порядок и с содержанием программ профессионального образования, причем делать это надо

совместно с представителями бизнеса и социальных отраслей, для которых, собственно, и готовятся специалисты». И, наконец, на совещании в Российской академии наук 30 ноября 2007 г. при обсуждении нового устава РАН В.В. Путин заявил, что «...до 2010 г. расходы на науку и наукоемкие отрасли знания должны увеличиться вдвое, причем половину средств даст частный бизнес».

В связи с этим в течение последних нескольких лет регулярно проводятся открытые общественно-научные конференции под эгидой Ассоциации производителей компьютерных и информационных технологий (АПКИТ), на которых представители науки, образования и бизнеса заинтересованно обсуждают насущные вопросы подготовки ИТ-кадров и изменения образовательных стандартов. Пятая открытая конференция АПКИТ состоялась в мае 2007 г. в Твери. По заказу Комитета АПКИТ по образованию и при его непосредственном участии проводятся различные статистические исследования, направленные на изучение вопроса востребованности выпускников российских вузов ИТ-компаниями, а также «заполнение» учебными программами соответствующих ниш по необходимым специальностям. На рис. 1.1 показано распределение вузов, в которых проводится обучение по шести основным направлениям информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Данные 2005 г. взяты из базы данных «Вузы России», архива ГОС по профилям рынка ИКТ, классификаторов и перечней СПО/ВПО, исследование проведено Интернет-Университетом информационных технологий (ИНТУИТ), издательством «Открытые Системы», Лицеум информационных технологий при поддержке АПКИТ. Из рисунка ясно видно, что в настоящее время основное внимание уделяется подготовке программистов, гораздо меньше — подготовке технических специалистов. О подготовке менеджеров ИТ данных пока нет [1].

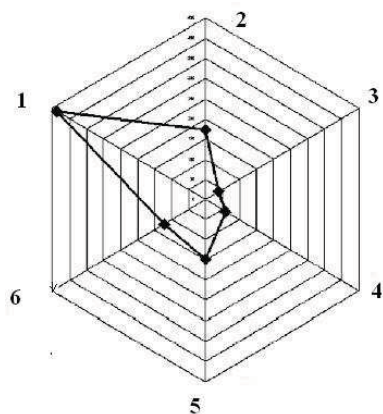


Рис. 1.1. Распределение числа российских вузов, предлагающих обучение по каждому из шести направлений (общее число студентов в 2004-2005 учебном году — 292646). 1 – Progr. средства (435); 2 – КИС (173); 3 – Комм. средства (40); 4 – Апп. средства и микроэл. (59); 5 – Прикл. IS (148); 6 – Сист. Авт. и Упр. (122).

Этот — в целом положительный — опыт такого исследования является важным достижением и одновременно показателем того, что взаимодействие ИТ-индустрии и образования стало носить деятельный и конструктивный характер, приобретая форму полезного диалога. Результаты проведенных исследований были доложены в январе 2007 г. в Нижнем Новгороде на заседании совета Российского союза ректоров, в котором приняли участие ректоры и президенты вузов, председатель Комитета Государственной Думы по образованию и науке Н. И. Булаев, министр образования и науки А. А. Фурсенко и др.

Действительно, современное управление ИТ-проектами и ИТ-ресурсами высокотехнологичных компаний, разрабатывающих сложные программные комплексы и распределенные информационные системы, требует от ИТ-руководителя реальных знаний в области чистой и прикладной математики, процессов управления, общего менеджмента, финансовой математики и финансового менеджмента, основ психологии и социологии, технологического предпринимательства, управления творческими коллективами разработчиков. На конференции были сформулированы и утверждены следующие основные направления работы Комитета АП КИТ по образованию в 2007–2008 гг. [1]:

- исследование потребностей ИТ-индустрии в кадрах;
- разработка профессиональных стандартов для ИТ-индустрии;
- участие в организации и проведении «Делового рейтинга высшего образования» (ДРеВО);
- организация и проведение конференции «Преподавание ИТ в России».

В результате почти пятилетнего взаимодействия представителей системы образования и успешно практикующего ИТ-бизнеса накоплен большой положительный опыт и обоснована необходимость всемерного усиления активности по следующим сферам деятельности:

- анализ востребованности специалистов на рынке;
- разработка профессиональных стандартов;
- экспертиза образовательных стандартов;
- организация базовых кафедр и учебно-исследовательских лабораторий компаний в вузах;
- преподавание сотрудниками фирм в вузах;
- проведение конференций для преподавателей;

- проведение целевых студенческих олимпиад и конкурсов, в которых оценивается как теоретическая подготовка конкурсантов, так и практический результат в виде пилотного проекта или прототипа продукта, отвечающего современным требованиям;
- льготная сертификация студентов по рыночным технологиям и ПО;
- проектные и исследовательские задачи (на базе IT-компаний) в учебном процессе;
- работа перспективных студентов и аспирантов в компаниях (дипломные, научные проекты, стажировки на позициях интернов, «технопарки, инкубаторы» и т. д.);
- специальные условия для вузов и студентов по приобретению компьютерного и сетевого оборудования и программного обеспечения.

Исторически сложилось так, что в российских университетах и специализированных вузах — в отличие от западных университетов — нет специальных программ для подготовки квалифицированных руководителей IT-подразделений (CIO — Chief Information Officer). Сфера деятельности CIO не исчерпывается, как это принято полагать в России, только руководством техническими IT-подразделениями. Руководитель информационно-технологического подразделения имеет, как правило, высокий статус — вице-директор компании, директор департамента IT/IS, член совета директоров. Помимо выполнения своих прямых обязанностей по организации работы и постоянному совершенствованию технологических средств и методов работы с информационными ресурсами, он должен быть своего рода «посредником» между руководством компании и внешней средой, а также «посредником» между сотрудниками IT-служб и остальными сотрудниками компании. Главная цель деятельности CIO как одного из высших менеджеров — всемерно увеличивать капитализацию и конкурентоспособность компании, используя потенциал и возможности современных информационных технологий.

IT-активы современных предприятий представляют большую величину, учитывая совокупные вложения в оборудование, программное обеспечение и, в особенности, накопленную информацию и знания. CIO имеет дело с быстро меняющимися условиями внешней среды, сложными техническими проблемами: линейки новых программных продуктов, платформ и стандартов. Он должен быть лидером и завоевывать уважение технического персонала. Он управляет работой служб и систем, непосредственно влияющих на бизнес, доходы и прибыль — часто они прямо зависят от эффективной работы этих служб и систем. Ему

нужно поддерживать отношения с руководителями всех уровней управления компанией, внутренними и внешними клиентами (Stakeholders), партнерами, поставщиками, представителями властных органов, другими заинтересованными лицами.

Главные роли СЮ в современной высокотехнологичной компании — СЮ является инициатором формирования и распорядителем информационно-технологических процессов в компании и связующим звеном между участниками этих процессов. Как «посреднику» ему необходимо уметь говорить языком хозяйственных руководителей, как ИТ-менеджеру высоко уровня — помогать высшим руководителям выявлять риски и возможные организационные осложнения при реализации информационных проектов и таким образом способствовать принятию эффективных решений (рис. 1.2) [2].

Перечислим основные требования к руководителю современного ИТ-подразделения (Приложение 1). Прежде всего — это понимание:

- основной цели бизнеса, сути финансово-хозяйственной деятельности и содержания бизнес-процессов предприятия;
- методологии формирования стратегии и тактики развития информационных технологий и систем в свете общего развития компании;
- необходимости переноса фокуса с технологий на удовлетворение внутреннего и внешнего потребителя и формирования комплексной системы информационных услуг.



Рис. 1.2. Сферы деятельности СЮ.

Во-вторых, наличие знаний и практического опыта:

- в формировании структуры IT-подразделения и управлении его персоналом;
- в управлении проектами построения корпоративной информационной системы (в том числе, установка компьютерных сетей, внедрение ERP-систем соответствующего класса, защита информации);
- в организации взаимодействия IT-отделов с внутренними и внешними пользователями.

Отсюда прямо следует, что CIO должен, помимо специальных знаний IT, обладать широкими познаниями и практическими навыками в области общего менеджмента, маркетинга, финансов, управления персоналом, знать основы НИОКР, организации производственных процессов и реализации качества программных продуктов, информационных технологий и систем. Подчеркнем ещё раз — учебные программы западных университетов в большой степени содержат указанные дисциплины.

Существует устойчивое мнение, что для CIO в российских компаниях желательно наличие двух образований: высшее физико-математическое (техническое) + программа MBA (Master of Business Administration). Но это только базис, еще нужны опыт практической работы и целеустремленность (жизненная позиция), обеспечивающие баланс краткосрочных и долгосрочных приоритетов деятельности.

На примере Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона России можно показать, что в большинстве высокотехнологичных компаний позицию CIO занимают именно выпускники математических, физических, технико-технологических факультетов СПбГУ, СПбГТУ, ГУАП, СПбГУТ, Балтийского университета, которых специально не обучали технологиям менеджмента и менеджменту IT-технологий.

На конференции АПКИТ-2007 генеральный директор компании «1С» Б. Г. Нуралиев приводил красноречивые данные (рис. 1.3), полученные по предварительному исследованию комитета по образованию АПКИТ, свидетельствующие о том, что программная и информационно-технологическая индустрия в России испытывают ежегодную нехватку сотен тысяч квалифицированных разработчиков программного обеспечения, руководителей проектных команд и IT-подразделений. И дело вовсе не в том, что слаба теоретическая подготовка выпускников — в большинстве случаев слаба или совсем отсутствует подготовка практическая. Выпускники вузов фактически являются лишь «сырьем», из которого еще нужно готовить специалистов. В советский период сложилось так, что отечественные вузы привыкли работать на государство, которое сейчас

не ставит перед ними конкретных отраслевых задач. Сегодня вуз практически не ориентирован на рынок, на трудоустройство своих выпускников, отвечая лишь за их образование по достаточно абстрактным устаревающим стандартам. Вот и приходится компаниям доучивать приходящих сотрудников — как непосредственно на рабочих местах в процессе работы над реальными проектами (что существенно увеличивает риски проектов), так и посылая на специальные курсы за счет работодателя. Участники конференции (в основном, представители компаний-разработчиков заказного программного обеспечения) отметили, что в настоящий момент и в ближайшей перспективе на рынке будут наиболее востребованы следующие специалисты:

- менеджеры проектов по созданию сложных программных продуктов;
- специалисты по консалтингу и внедрению проектов;
- аналитики, архитекторы (конструкторы) программных систем;
- программисты (C++, Java, J2EE, .NET, SQL, Oracle DBA и т. п.);
- специалисты по тестированию и верификации ПО;
- специалисты по эргономике интерфейса;
- разработчики документации и технические писатели;
- специалисты по управлению качеством процессов и программных средств;
- менеджеры по продажам программных продуктов со знаниями в области финансов, торговли и психологии;
- юристы с ИТ-специализацией.

По словам того же Б. Г. Нуралиева, российским компаниям приходится вкладывать много средств и времени в повышение квалификации новых сотрудников, чтобы они могли полноценно участвовать в выполнении проектов компании. Об этом же говорил в своём выступлении генеральный директор компании «Ланит-Терком» (Санкт-Петербург) профессор А. Н. Терехов, который приводил примеры специальных курсов и практикумов, читаемых молодыми сотрудниками компании, которые, в свою очередь являются студентами, аспирантами или выпускниками математико-механического факультета СПбГУ.

Основной вектор проблем ИТ-образования и подготовки ИТ-специалистов был задан на пленарных заседаниях АПКИТ-2007 в выступлениях директора ИСП РАН, члена-корреспондента РАН В.П. Иванникова и профессора СПбГУ А. Н. Терехова. По меткому выражению научного редактора журнала «Мир ПК» Г. И. Рузайкина «первый представил в

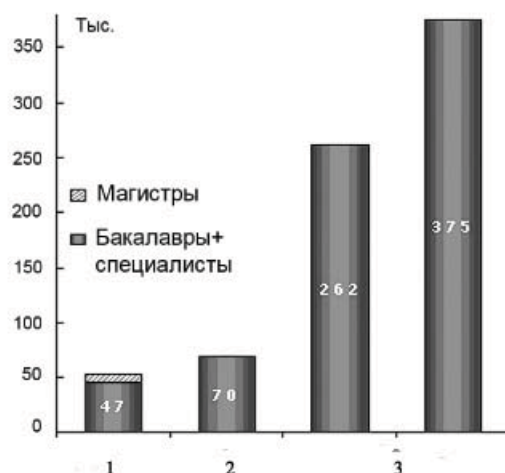


Рис. 1.3. Возрастающие потребности в ИТ-специалистах в России. 1 — выпущено ИТ-специалистов в 2005 г. 2 — принято на первые курсы в 2005 г., 3 — потребности в ИТ-специалистах в 2007 и 2012 г.

своем докладе позицию профессора-ученого, а второй — профессора-бизнесмена». В.П. Иванников обратил внимание на то, что в России пока наблюдаются лишь внешние признаки выхода из катастрофического положения образования в целом и в сфере ИТ в частности. Остаются серьезные проблемы, связанные со старением и миграцией педагогического состава, низкой занятостью преподавателей, снижением общего уровня технического сопровождения исследовательской работы, трудностями интеграции образовательной и исследовательской деятельности, отсутствием перспективы трудоустройства по специальности у выпускников гуманитарных и технических вузов. Он также остановился на проблемах формирования рынка ИТ-специалистов и обеспечения качества образования, отметив явную диспропорцию между количеством выпускников вузов и числом принятых на работу. При этом большинство выпускников не готово ни к проектной, ни к научной деятельности, а время их адаптации занимает от полугода до года. По мнению В. П. Иванникова, реализованная в МФТИ и повторенная в Новосибирском государственном университете модель открытия в вузе базовых кафедр научных институтов остается действенным средством повышения качества образования. При этом нельзя забывать, что университетское образование дает фундаментальные знания, которые являются долговременным преимуществом.

В новой модели шестилетней подготовки специалистов (бакалавриат и магистратура) В. П. Иванников предлагает в разумной мере соче-

тать математическую подготовку и дисциплины по программной инженерии. Так, бакалаврам можно читать общематематические курсы и реализовывать специализированные программы, включающие знания, необходимые программисту. К примеру, программа общей математики может содержать такие традиционные дисциплины, как уравнения математической физики, численные методы и функциональный анализ, а специальная часть — математическую логику, комбинаторику, языки и конечные автоматы. ИТ-составляющую курсов предлагается формировать из предметов по программной инженерии и специальных курсов, максимально приближенных к требованиям практики бизнес-разработки программных систем и средств. Первая группа включает в себя курсы по технологии программирования, объектно-ориентированному программированию, формальным методам проектирования, приемам верификации и тестирования, а также обобщающий курс по программной инженерии. К специализированным курсам относятся курсы по базам данных, криптографии, языкам программирования, распределенным операционным системам, компонентам сервиса, параллельной обработке и др. [4].

Профессор А. Н. Терехов сделал доклад «Применение рекомендаций Computing Curricula: Software Engineering к российским образовательным стандартам», выслушанный с большим вниманием и вызвавший оживленную дискуссию. Основные положения, составившие содержание этого доклада, были опубликованы в 2003, 2005 и 2006 гг. — тем не менее, тема изменения и совершенствования российских образовательных стандартов по некоторым «программистским» специальностям с использованием рекомендаций «Computing Curricula: Computer Science 2001» (CC:2001) и «Computing Curricula: Software Engineering 2004» (CC:SE 2004) не потеряла актуальности и по сей день [5–7]. В документе «Computing Curricula: Software Engineering 2004» предложен ряд шаблонов преподавания Computer Science для различных стран (США, Европа, Австралия и др.) [8]. К сожалению, пока не было примера реального применения этих рекомендаций для России. Авторы одной из упомянутых выше статей (А. Н. Терехов и А. А. Терехов) решили предложить свое видение шаблона преподавания программной инженерии в университетах России [7]. Ими были рассмотрены существующие российские стандарты:

- 010503 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» (СПбГУ);
- 010400 «Информационные технологии» (МГУ);
- Разрабатываемый стандарт «Программная инженерия» (ГУ-ВШЭ).

За основу был взят стандарт подготовки бакалавров и магистров 010400, который был тщательно изучен и подвергнут конструктивной кри-

тике в тесном сотрудничестве с авторами данного стандарта. Список общих курсов, их содержание и объемы были сопоставлены с рекомендациями CC:SE 2004. В результате дискуссии убрали те курсы, по которым были серьезные замечания, добавили традиционный и важный с точки зрения CC:SE 2004 курс CS103 «Алгоритмы и структуры данных» (3 семестр, 2 часа в неделю), в 6-й семестр — незаслуженно забытый курс CS240 «Трансляция языков программирования». На основании консенсуса по обсуждаемым вопросам авторами был предложен вариант перехода к реализации рекомендаций CC:SE 2004, при этом в качестве ключевых были выбраны следующие насущные вопросы:

- Сначала информатика, затем программная инженерия или наоборот?

Был выбран первый вариант — все-таки программную инженерию должны осваивать люди, уже умеющие программировать.

- Какой вариант лучше: тройка курсов CS101, CS102, CS103 или сжатие материала в два курса CS111 и CS112?

Выбрана последовательность $CS101 \rightarrow CS102 \rightarrow CS103$ и, параллельно с CS103, первый курс по программной инженерии SE201, т. к. сжатие материала вредит качеству изложения.

- Что сначала изучать — императивное программирование, а затем объектно-ориентированное, или наоборот?

Первый вариант более традиционный — он и был выбран, т. е. курсы CS101i и CS102i.

- Какой из двух пакетов основных курсов CC:SE 2004 по программной инженерии выбрать?

Предпочтение отдано первому пакету — лучше иметь отдельный курс по требованиям к ПО, чем отдельный курс по формальным методам:

- SE 211 Конструирование программного обеспечения
- SE 212 Подход программной инженерии к человеко-машинному взаимодействию
- SE 311 Проектирование и архитектура программного обеспечения
- SE 321 Обеспечение качества и тестирование программного обеспечения
- SE 322 Анализ требований к программному обеспечению
- SE 323 Управление программными проектами.

- Такой же вопрос — по множеству шаблонов разбивки курсов по годам и семестрам.

На взгляд авторов, российским традициям лучше всего соответствует шаблон N2S-1 (учебный год в Северной Америке), причем его вариант N2S-1с для факультета информатики, а не N2S-1е для инженерных факультетов.

В результате была сформирована окончательная версия модифицированной программы 010400, которую можно предложить в качестве нового образовательного стандарта [7].

В чем жизненность рекомендаций СС: SE 2004 и предложений А. Н. Терехова и А. А. Терехова? Вернувшись к определению Г. И. Рузайкина, охарактеризовавшего А. Н. Терехова как «профессора-бизнесмена» (профессор А. Н. Терехов — заведующий кафедрой системного программирования математико-механического факультета СПбГУ, является одновременно директором НИИ Информационных технологий СПбГУ, генеральным директором известных компаний «Терком» и «ЛАНИТ-Терком»), мы добавляем в это определение обязательную составляющую — слово «ученый»! Все предложения, сформулированные А. Н. и А. А. Тереховыми в новом варианте образовательного стандарта, базируются на плодотворных исследованиях по созданию новых технологий, многолетнем практическом опыте преподавания и успешной разработке сложных программных средств.

Таким образом, для удовлетворения запросов современной программной индустрии и высокотехнологичных отраслей бизнеса следует пересматривать как общие принципы подготовки специалистов в области информатики (Computer Science), системной и программной инженерии (System/Software Engineering), информационно-технологического менеджмента (Informational/Technological Management), так и перестраивать структуры кафедральных программ и курсов, всемерно способствуя развитию инновационных направлений в классических университетах.

Опыт сотрудничества «китов» ИТ-индустрии — Microsoft, IBM, Intel, Sun Microsystems, Samsung Electronics — с крупнейшими университетами в России и во всем мире позволил сформулировать несколько ключевых причин разрыва между уровнем подготовки выпускников и требованиями ИТ-бизнеса [3]:

1. Быстрое устаревание некоторых важных компонент базовых учебных курсов, замедленная реакция учебно-методических управлений вузов и Министерства образования и науки Российской Федерации на необходимость адекватного изменения и совершенствования учебных

стандартов в соответствии с современными технологическими решениями и требованиями ИТ-бизнеса.

2. Разрыв между теоретическими знаниями в большинстве предметных областей ИТ-отрасли и практикой решения реальных бизнес-задач в этих же областях.

3. Игнорирование творческого характера работы программиста, а также развития личностных навыков и гуманитарных элементов образования в области информационных технологий.

4. Практически полное отсутствие у выпускников навыков командной работы, большие пробелы в области менеджмента технологий, реализации качества программных продуктов и информационных систем, неумение работать со стандартами и низкий уровень восприятия корпоративной культуры.

На ликвидацию отставания и указанного разрыва и направлены инициативы создания новых общих и специальных курсов, читаемых на факультетах, и организация практических занятий на базе ведущих ИТ-компаний.

В заключение этого раздела укажем, что в период с 5 по 7 декабря 2007 г. на базе Санкт-Петербургского государственного университета состоялась интереснейшая конференция «Инновационное образование — основа устойчивого развития государства». В рамках конференции обсуждались следующие основные темы:

- проблемы построения экономики государства на знаниях;
- кадровая политика инновационного развития государства;
- совершенствование систем управления вузом и научно-образовательной деятельностью, отвечающих новым вызовам времени;
- проблемы внедрения и устойчивого развития инновационных образовательных программ;
- интеграция учебной, научной и инновационно-предпринимательской деятельности студентов как необходимого условия повышения качества подготовки;
- развитие системы партнерств вузов с органами власти, профессиональными и бизнес-сообществами.

На конференции с большой заинтересованностью участников прошло представление и обсуждение результатов реализации проектов вузов, внедряющих инновационные образовательные программы Приоритетного национального проекта «Образование», в особенности — вузов Северо-Западного Федерального округа.

Литература

1. Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2007. *Сборник докладов Пятой открытой Всероссийской конференции*. Тверь.
2. Лапланте Ф., Бэйн Д. 2005. Изменение роли ИТ-директора, или Почему ИТ по-прежнему значимы. *Открытые системы* 10.
3. Николаев А. В., Одинцов И. О. 2007. Проблемы и успехи российского образования в области информационных технологий: опыт Intel. *Сборник докладов Пятой открытой Всероссийской конференции*. Тверь: 56–59.
4. Рузайкин Г. 2007. Как преподают и как преподавать ИТ. *Открытые системы* 05.
5. Сухомлин В. А., Сухомлин В. В. 2003. Концепция нового образовательного направления. *Открытые системы* 2.
6. Сухомлин В. А. 2005. *ИТ-образование: концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации*. М.: Горячая линия — Телеком.
7. Терехов А. А., Терехов А. Н. 2006. Computing Curricula: Software Engineering и российское образование. *Открытые системы* 8.
8. Павлов В. Л., Терехов А. А., Терехов А. Н. (ред.) *Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах*. 2007. М.: ИНТУИТ.РУ.

2. Современное образование и требования ИТ-менеджмента

2.1. Общие принципы современной организации образовательного процесса и кафедральных структур

В настоящее время невозможно представить себе подготовку высококвалифицированного программиста без компьютера. Также, на наш взгляд, невозможно полноценное образование будущего создателя сложного программного продукта без понимания того, как создается такой продукт, без получения практических навыков работы в коллективах, производящих реальный программный продукт. Верно и обратное: студенты, проходящие производственную практику в ИТ-компаниях, совершенно по другому — на более высоком уровне — воспринимают специальные курсы по управлению ИТ-проектами и управлению качеством разработки программного обеспечения.

Такая идея объединения теоретических курсов и практики для подготовки руководителей и участников ИТ-проектов осуществляется в настоящее время на кафедре прикладной кибернетики математико-механического факультета. Впервые такая образовательная программа стартовала для группы студентов третьего курса в осеннем семестре 2006 г. на отделении прикладной математики и информатики, а кафедра прикладной кибернетики была образована в мае 2007 г., где была продолжена реализация указанной идеи.

Другим важным принципом при организации кафедры являлся принцип мобильности. Если в области чистой математики модернизация образования проходит постепенно, и хорошо поставленные курсы могут практически не изменяться в течение нескольких десятков лет, то в ИТ-области модернизация образования (в том числе создание новых курсов и семинаров и отказ от курсов, отслуживших свой срок) проходит чрезвычайно быстрыми темпами, причем новые курсы и практикумы в большой степени должны быть согласованы. Из этого следует, что на кафедре необходимо эффективное сочетание небольшого ядра штатных преподавателей (в настоящее время четыре человека) и значительного количества приглашенных профессоров и преподавателей — специалистов в конкретных ключевых направлениях ИТ-науки и ИТ-технологий.

Приведем примеры. В качестве пока эксперимента по измененному учебному плану в начале третьего курса начинается производственная практика студентов кафедры в ИТ-компаниях Санкт-Петербурга. В настоящее время в большинстве солидных фирм, создающих прикладные программные средства, одной из основных платформ является платфор-

ма Java. И в компаниях, где студенты проходят практику, платформа Java также является одной из основных. Следовательно, в первом семестре третьего курса необходимо провести интенсивное обучение языку программирования Java и различным приложениям, которые разрабатываются на этом языке. Для чтения спецкурса «Java-технологии» кафедрой приглашен профессор В. О. Сафонов — руководитель лаборатории Java-технологий, широко известный специалист в этой области [17–24, 63–69]. Одновременно с этим доцент кафедры прикладной кибернетики Н. В. Кузнецов проводит соответствующий практикум по Java в компьютерном классе. И, наконец, совместно с компанией Exigen Services StarSoft разработан спецкурс «Бизнес-программирование на платформе Java/J2EE», который читается специалистами Exigen в течение всего третьего курса.

Таким образом, студенты кафедры прикладной кибернетики, мотивированные необходимостью применять язык Java в компаниях, где они проходят производственную практику, могут активно освоить эту платформу и уже в декабре продемонстрировать свои знания в ИТ-фирме. А это чрезвычайно важно, поскольку в это время уже формируется мнение о студентах в этих фирмах, как о потенциальных сотрудниках. И велика вероятность того, что плохо успевающим, не демонстрирующим интереса к работе и не имеющим прогресса студентам руководители практики в ИТ-компаниях скажут: «До свидания, Ваша производственная практика в нашей фирме для Вас закончена, мы не видим перспектив в Вашей дальнейшей работе у нас».

Здесь следует отметить, что прерогативы деканата и кафедры с одной стороны и руководства ИТ-фирмы с другой стороны, четко определены в соответствующих соглашениях, и представление на отчисление студента с производственной практики — это прерогатива руководства фирмы. Заметим, что факты таких отчислений четко коррелируют со средним баллом студента. Двухлетний опыт проведения практики показал, что во всех случаях отчислений, сделанных до сих пор — а это, примерно, 20% от всего количества практикантов — средний балл студента всегда был меньше, чем 3,5. Были, конечно, и исключения, когда сильный студент уходил из компании после практики в связи с подготовкой к международной олимпиаде, с изменением научного интереса, с зарубежной стажировкой — но эти исключения лишь подтверждали полученный обобщенный результат.

Другие примеры. Для чтения спецкурса «Финансовая математика и финансовый менеджмент» приглашен профессор С. В. Вавилов — автор ряда широко известных работ по управлению портфелями инвестиций [6, 7, 76–78]. Спецкурс «Метрология, стандартизация и качество

разработки программного обеспечения: аспекты менеджмента» читает В. И. Кияев — заместитель директора НИИ информационных технологий Санкт-Петербургского университета, один из авторов широко известного учебника «Информационные системы и технологии в экономике и управлении», вышедшего третьим изданием [9]. Спецкурс «Теория фильтрации случайных процессов» попросили читать профессора А. С. Матвеева — известного специалиста по теории оптимизации [12, 13].

Мобильность профессорского-преподавательского состава, его высокая квалификация, положительная динамика развития учебных программ предполагает также мобильность, мотивированность и готовность к восприятию новых методов и идей со стороны студентов и аспирантов. Распределяясь на кафедру прикладной кибернетики в конце второго курса (а выбор кафедры для студента — дело добровольное) студенты должны быть готовы участвовать в интенсивной целевой образовательной программе. Наряду с выполнением общего учебного плана им приходится выполнять кафедральную часть нагрузки, которая более объемна, чем это рекомендовано Госстандартом.

Так, например, как уже отмечалось выше, в начале третьего курса дополнительно введена производственная ИТ-практика (один полный день в неделю — занятия и работа в ИТ-компании), вместо одного спецкурса по общему плану — два (по платформе Java), практические занятия (по Java), семинар по классической архитектуре и языкам программирования. Кроме того, на кафедре поощряется индивидуальная активность студентов и аспирантов: посещение внеплановых лекций и презентаций (например, ежегодных презентации компаний Samsung-Electronics, Microsoft, Intel, Sun Microsystems), участие в стажировках (например, австралийская стажировка в компании ВНР Billiton) участие в российских и международных конференциях. Уже при распределении на кафедру прикладной кибернетики студенты имеют определенный объем знаний по «динамическому менеджменту», который они получили, прослушав общий курс «Теория управления» [11] во втором семестре второго курса.

Скажем несколько слов об основных идеях динамического менеджмента и его принципиальных связях с кибернетикой. До появления фундаментальной работы Норберта Винера «Кибернетика» основной задачей прикладной математики была задача анализа. Это означало, что основной схемой исследований, где применялась математика, была цепочка, приведенная на рис. 2.1.

Развитие электроники во время Второй мировой войны и различные ее военные применения привели Н. Винера к формулировке одного из основ-

ных принципов кибернетики: «Любой математический алгоритм может быть реализован на элементах электроники». В этом контексте кибернетика — это новый принцип синтеза математических методов и алгоритмов с одной стороны и практического дизайна (Synthesis&Design) — с другой. Концепция Винера вышла далеко за рамки профессионального математического сообщества и «овладела массами», тем более что Н. Винер был блестящим популяризатором и написал несколько хороших книг о новой науке.

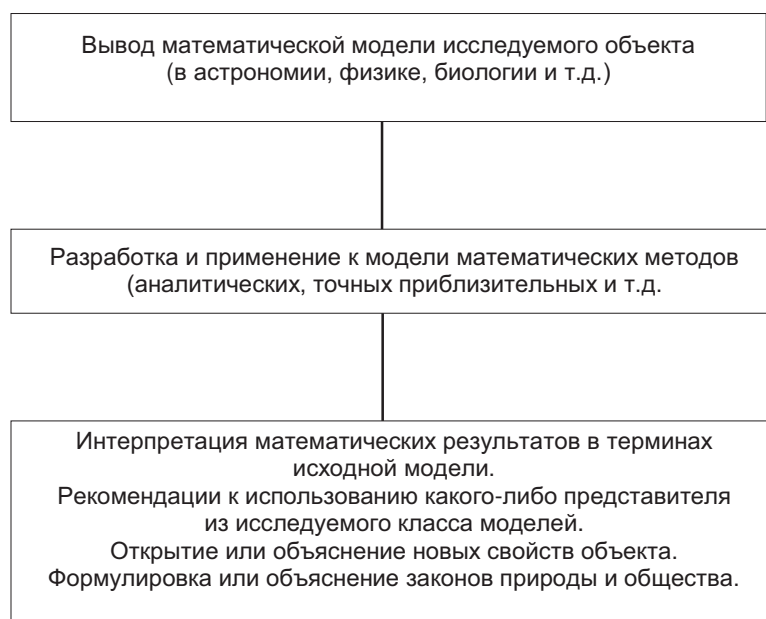


Рис. 2.1. От математической модели — к физическому закону.

Заметим также, что замечательные идеи Н. Винера подтверждают широко известное высказывание: «Любая математическая идея рождается в муках, а умирает тривиальностью». В настоящее время любой студент, получивший начальное образование по математике знает, что практически любой математический алгоритм можно запрограммировать на компьютере, который состоит из электронных элементов.

Из сказанного следует, что в «послевинеровскую эпоху» стала популярна другая «кибернетическая» парадигма исследований:

- создание математического алгоритма, обеспечивающего решение сформулированной задачи;
- реализация алгоритма на реальном объекте (в компьютере, в различного вида мобильных компьютерных и сетевых устройствах для

управления автомобилем, кораблем, самолетом, ракетой, в автоматизированных системах управления предприятием, войсками, государством и т. д.).

Такая перспектива решения многих важных задач вдохновила большую часть общества, и, прежде всего, ученых, руководителей крупных гражданских предприятий и военно-промышленных комплексов на развитие и повсеместное применение этих методов. И, действительно, в 60–80-е гг. XX века наблюдался бурный прогресс во многих задачах синтеза.

Однако, во многих принципиально важных случаях применения кибернетического синтеза в различных предметных областях — от инженерных и технических разработок до разработок бизнес-планов компаний и политических программ государств — с реализацией добротного описанных алгоритмов в некоторых случаях получалось нечто непредвиденное: управляемый объект вел себя «как-то не так» — не так, как это было смоделировано и запланировано. Крылатая фраза бывшего российского премьер-министра В. С. Черномырдина, родившаяся в 90-е гг. прошлого столетия: «Хотели как лучше, а получилось как всегда!» — достаточно точно отражает такую ситуацию.

Оказалось, все дело в явлении, которое называется неустойчивостью: многие алгоритмы и процессы управления оказываются непригодными, поскольку управляемый объект «уводит» при таком управлении «в совершенно другую, непредсказуемую сторону». Математическая теория, объясняющая такие неустойчивости, развивалась в течение всего XX века. Однако ее определяющее значение в управлении и менеджменте стало ясно широкому кругу специалистов только в последние 20 лет. Отметим, например, влияние этой теории на экономические исследования последних лет [8, 25, 26, 28–43, 45, 50–60, 62, 70–75, 79–81]. Таким образом, устойчивость алгоритма (модели, процесса) управления является вторым важнейшим принципом кибернетики. Именно поэтому в образовательном процессе на кафедре прикладной кибернетики уделяется большое внимание современной теории динамических систем, в рамках которой рассматриваются вопросы устойчивости и неустойчивости алгоритмов управления. Приглашенный профессор Ф. Райтманн читает специальные курсы в этом направлении, руководит аспирантами, дипломными и курсовыми работами. (Ф. Райтманн — широко известный специалист в области математической теории динамических систем [27, 46], его работа в Санкт-Петербургском университете поддержана «Deutsche Akademische Austauschdienst»).

Итак, динамический менеджмент — это управление коллективами с учетом возникающих в процессе управления неустойчивостями. В резуль-

тате изучения общих сценариев возникновения и развития неустойчивостей в эволюционирующих во времени системах оказалось возможным сформулировать принципы динамического менеджмента. Эти принципы описаны в работах [11, 18]. Оказалось, что здесь чрезвычайно плодотворным является применение различных кибернетических идей, методов и результатов, ранее развитых для систем технического и технологического характера.

В этом разделе мы остановимся на новых тенденциях глобальной мобильности, особенно активно проявляющихся в странах Европейского Союза и их влиянии на подготовку ИТ-менеджеров.

Одной из основных идей глобализации и мобильности в образовании является создание глобальной университетской образовательной сети с «системой кредитов». В рамках такого образования студент слушает лекции по определенному предмету в одном университете, сдает экзамены, получает за это определенное количество баллов (кредитов), потом перемещается в другой университет (возможно, в другой стране) там выбирает себе некоторое количество курсов, сдает их, также получает определенное количество баллов и так далее.

В результате, когда студентом набрана определенная сумма баллов, он получает возможность претендовать на диплом (т. е. некоторый сертификат о полученном образовании). Конечно, такая система образования сопровождается определенным количеством правил: выбранный студентом университет должен входить в упомянутую нами образовательную сеть, т. е. быть аккредитован в соответствующей организации, если студент претендует на некоторую специальность, например — математическую, он должен сдать определенное количество курсов математической направленности, может быть некоторая «выпускная» (дипломная) работа под руководством профессора и т. д.

Безусловно, для объединенной Европы эта новая образовательная система является шагом вперед с точки зрения интеграции. Молодые люди перемещаются по Европе, осваивают новые для себя языки и культурные ценности, сближаются и устанавливают дружеские отношения с местными студентами. Все это наряду с опытом учебы в разных университетах увеличивает студенческую мобильность на определенном, так сказать первом, начальном образовательном уровне.

Однако для организации второго, более серьезного и высокого уровня образования необходимы другие подходы. Здесь, конечно, следует отметить, что на первом уровне образования в глобальной сети естественным образом происходит определенная стандартизация и усреднение уровня образования. Поскольку в европейских университетах этот уровень в силу

ряда причин неуклонно понижается, понижается и средний образовательный уровень во всей сети. Часто бывало так, что студенты мат-меха на первом курсе добивались академического отпуска для обучения в довольно приличных европейских университетах (в основном — скандинавских). Там они были круглыми отличниками, а после возвращения на матмех — круглыми двоечниками и отчислялись за академическую неуспеваемость, не преодолев учебной программы первого курса.

В результате, несколько лет назад Ученый совет матмеха принял решение о запрете студентам первого курса уезжать для учебы в другие университеты и об обязательном посещении занятий на первом курсе.

Этот пример, весь наш опыт общения с зарубежными коллегами, резко критические статьи академика В. И. Арнольда [1–4] о падении уровня математического образования на Западе позволяют сделать вывод о том, что принятая сейчас в Европейском Союзе новая система глобализации образования является совершенно неприемлемой уже в начале интенсивного обучения по программам мат-меха. И особенно это касается описанного выше подхода к образованию на кафедре прикладной кибернетики, где необходимы предварительные знания, полученные на первых курсах, по основным математическим дисциплинам (математическому анализу, алгебре, геометрии и топологии, дифференциальным уравнениям, функциональному анализу и теории вероятностей), по основам информатики, математической логике и алгоритмическим языкам, по разным разделам прикладной математики: методам вычислений и теории управления. Кроме того, студенты кафедры, уже обладающие таким багажом общих знаний, должны быть готовы с большой скоростью осваивать новые актуальные дисциплины и применять многие из полученных знаний в производственной практике и в научной работе, которая позиционируется на кафедре также как один из необходимых элементов обучения.

Такая интенсивность обучения, конечно, не предполагает перемещение из одного университета в другой. Производственная практика, продолжающаяся, как правило, для успевающих студентов, в течение трех лет также не предполагает длительных отлучек. Единственно, что оказывается полезным (и рекомендуется нашим студентам) — это не очень длительные стажировки в компаниях и университетах мирового класса в течение одного–двух месяцев. На наш взгляд, очень полезно — особенно на старших курсах — участие наших студентов и аспирантов в семинарах, конференциях различного уровня (региональных, всероссийских, международных). И, особенно важно, не только как слушателей, но и с докладами. Так было, например, на Международном Конгрессе, посвященном 150-летию со дня рождения выдающегося русского ученого А. М. Ляпунова, на меж-

дународной конференции по кибернетической физике. В настоящее время студентам и аспирантам кафедры предоставлены все возможности для подготовки к участию в конференции по информатике, посвященной одному из основателей отделения информатики математико-механического факультета С. С. Лаврову.

Таким образом, приветствуя и поддерживая студенческую мобильность, описанную в начале нашей статьи, мы с определенной степенью скептицизма относимся к европейским тенденциям глобализации университетского образования в рамках создания глобальных университетских образовательных сетей.

Описанные здесь общие принципы создания новой образовательной программы на кафедре прикладной кибернетики, которые реализуются в последние три года, позволяют разрешать многие серьезные проблемы, возникшие в последнее время в современном университетском образовании. Они позволяют сблизить традиционные академические тенденции университетского образования с реальными потребностями ИТ-фирм в специалистах нового типа, которые уверенно чувствуют себя на современном рынке высококвалифицированного интеллектуального труда.

Подчеркнем здесь, что основная цель настоящей работы — распространение не только информации об этих общих принципах, но (это, пожалуй, самое важное) и описание уже имеющегося практического опыта реализации этих принципов. При этом, разумеется, существуют большие возможности применения таких принципов и нашего опыта к другим образовательным программам — особенно в области организации менеджмента в высокотехнологичных областях современного производства и в ИТ-областях.

2.2. Проблемные области и требования ИТ-менеджмента

ИТ-менеджмент — это управление информационными технологиями, системами, процессами и ресурсами, включая маркетинг, проектирование, разработку, внедрение, эксплуатацию сложных программных продуктов, на базе которых реализуются указанные системы. ИТ-менеджмент сформировался в последнее время в виде самостоятельного направления менеджмента — и как в управлении программными и информационными технологиями и как часть образовательного процесса по подготовке ИТ-специалистов. Это связано со следующими — в большой степени уникальными — обстоятельствами, отличающими производство сложного программного продукта от других видов деятельности [5, 44]:

- программные продукты относятся к одним из самых сложных систем, которые создаются человеком, программное обеспечение по са-