

# Роль научных организаций в подготовке ИТ-специалистов

*А. К. Петренко, О. Л. Петренко, В. В. Кулямин*

*Институт системного программирования Российской академии наук  
{petrenko,olga,kuliamin}@ispras.ru}*

## Аннотация

Рассматривается проблема подготовки специалистов высокой квалификации в области информационных технологий (ИТ), чья профессиональная карьера связывается не только с использованием таких технологий, а, в первую очередь, с созданием новых технологий мирового уровня. В статье предлагается использовать для решения проблем современного ИТ-образования подход, основанный на принципах «системы Физтеха», прежде всего — ресурсы научных и научно-производственных учреждений. В рамках такой системы студенты получают возможность участвовать в работе по специальности совместно с ведущими специалистами в соответствующей области. Это позволяет им перенимать как практические навыки работы и неявные, плохо вербализуемые знания, так и чрезвычайно важные для современных ИТ-специалистов навыки анализа командной работы и профессионального общения.

## Проблемы ИТ-образования

Потенциал развития общества во многом определяется соответствием системы образования потребностям и нуждам этого развития. При необходимости ускоренного развития общества всегда возникает потребность в инновациях в системе образования.

Так, в 40-50-х годах прошлого века, когда необходимо было ускоренными темпами восстанавливать экономику страны и одновременно развивать новые наукоемкие отрасли промышленности, ведущие советские ученые [1] сформулировали принцип подготовки специалистов высокого уровня — их полноправное участие в работе коллективов, выполняющих научные исследования и разработки для решения конкретных промышленных задач. Этот принцип был кратко сформулирован М. А. Лаврентьевым как «наука–кадры–производство» и известен под названием «треугольник Лаврентьева» [2].



**Рисунок 1. Треугольник Лаврентьева.**

Идея такой интеграции обучения с научно-производственной практикой активно реализовывалась в советское время, но в 90-ые по многим причинам система такой подготовки была нарушена. Неспособность подготовить специалистов, которые необходимы для дальнейшего как технического, так и общественно-экономического прогресса, становится одной из наиболее серьезных и тяжело устранимых причин возникающих кризисов. В современном мире действует ряд факторов, которые еще более обостряют проблемы, возникающие из-за несоответствия возможностей образовательных структур потребностям общества.

- Ускоренное технологическое развитие и быстрое проникновение его результатов в повседневную жизнь. Оно приводит к тому, что невозможно предсказать набор навыков и знаний, которые понадобятся нынешним молодым людям через 10-15 лет.
- Быстрая смена областей и географического положения очагов экономического роста, делающая необходимым поддержание высокой мобильности рынка труда, возможности для его участников быстро и эффективно изменять область деятельности, дабы с минимальными потерями избегать последствий множества социальных и экономических микрокризисов, возникающих вследствие ускоренного развития.
- Вовлеченность широких слоев населения в глобальные экономические процессы, еще более увеличивающая необходимость обеспечения высокой мобильности специалистов. Недостаток ее приводит к расслоению населения, нарастанию различий между представителями ранее однородных социокультурных групп, связанному с разной их вовлеченностью в технологическое развитие и процессами миграции. Это тяжелее всего сказывается на молодежи и еще больше усугубляет возникающие в различных регионах мира и областях экономики кризисные явления.

Информационные технологии (ИТ) являются одним из фокусов развития современного общества. Несмотря на то, что они широко используются в современной экономике, их эволюция продолжается, и нас еще ждут серьезные преобразования, связанные с более широким и систематичным использованием ИТ во всех сферах человеческой деятельности. Поэтому в них достаточно ярко отражаются все особенности современного развития.

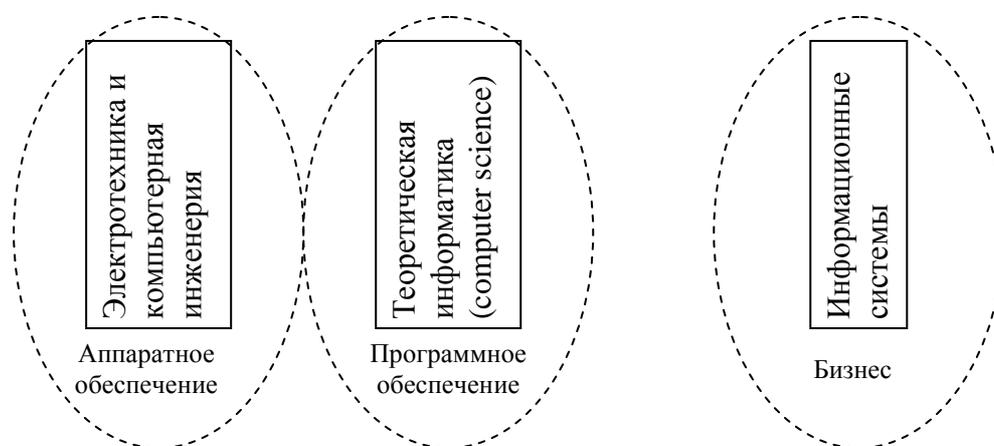
- Информационные технологии развиваются исключительно быстро, достаточно не следить за последними достижениями и тенденциями в течении 3-5 лет, чтобы полностью потеряться в потоке новых терминов и технологических новшеств. При этом их развитие кумулятивно — новые технологии часто включают в себя элементы почти всех предшествующих.
- Источники знаний по ИТ, включая программы курсов и знания преподавателей, чаще всего развиваются медленнее, чем технологии, поэтому освоение новых технологий становится все труднее, так же, как и подготовка педагогов, способных обучить им. Быстрое развитие приводит к необходимости часто менять область деятельности, чтобы оставаться в числе ведущих ИТ-специалистов, и поэтому у таких специалистов все меньше времени остается для передачи накопленного опыта и знаний, участия в воспроизводстве кадров в этой отрасли.
- Все острее становится проблема подготовки ИТ-специалистов высшей квалификации, обладающих широким кругозором и глубокими знаниями, как в этой области, так и в ряде смежных, способных адекватно оценивать перспективы и риски новых технологий, проводить исследования в ИТ, видеть во всей полноте альтернативные решения конкретной технической задачи, и их влияние на итоговые, социально-экономические характеристики ИТ-продуктов и услуг.

Все перечисленные факторы обуславливают необходимость повышенного внимания к подготовке ИТ-специалистов, особенно специалистов высокой квалификации, чья профессиональная карьера связывается не только с использованием имеющихся

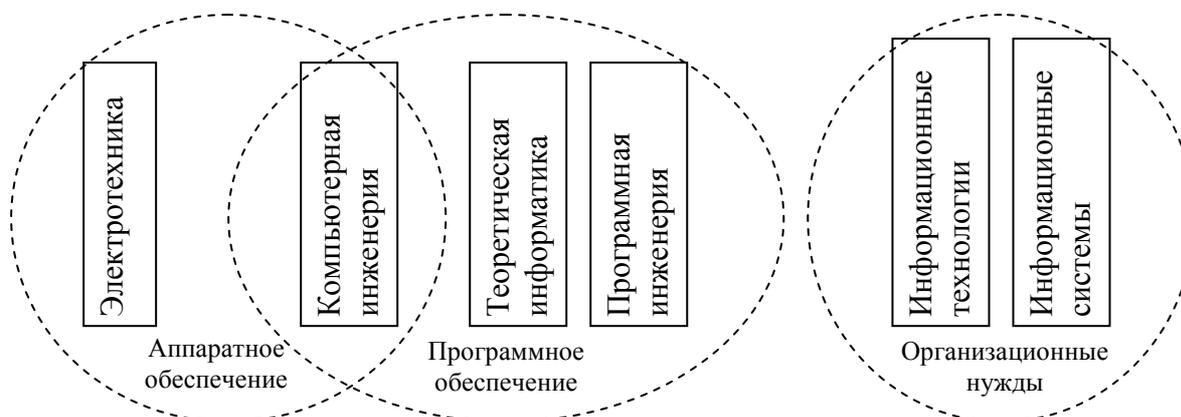
технологий, а, в первую очередь, с созданием новых технологий мирового уровня. Для решения задачи подготовки таких специалистов необходимы специальные меры, которые помогли бы обеспечить соответствие получаемых ими знаний и навыков как практическим потребностям самих студентов и их будущих работодателей, так и целям развития общества в целом.

Одним из проявлений имеющихся в нашей стране проблем ИТ-образования является нехватка специалистов в области ИТ. По данным исследования АП КИТ [3] потребность российской экономики в ИТ-специалистах в 2007 году составила 188 тыс. человек, что в 2.7 раз больше, чем число выпускников профильных образовательных учреждений в этом же году. Прогнозы показывают, что потребность в ИТ-специалистах будет каждый год расти, опережая количество выпускников по соответствующим специальностям в 3-6 раз.

#### До 1990-х годов



#### После 1990-х годов



**Рисунок 2. Схема изменения содержания дисциплин ИТ.**

Второе проявление тех же проблем — это несоответствие уровня подготовки выпускников требованиям работодателей. Для решения этой частной проблемы существует несколько подходов: дополнительное обучение специалистов при поступлении на работу в компанию или организация совместных с крупными фирмами программ обучения в институте. Недостаток этих подходов состоит в том, что таким образом готовят специалистов для конкретных работ и любое серьезное изменение внешних факторов требует их переподготовки, соответственно, действуя так подготовить специалиста высшей квалификации можно только случайно.

Это происходит из-за того, что фирмы готовят специалистов только для себя, не разделяя подготовку на базовый и прикладной уровень. Базовый уровень должен быть основой многих специальностей в области ИТ, а прикладной уровень должен достаточно быстро формироваться на основе базового. Для нормального развития экономики нужно также выпускать определенное количество специалистов высокой квалификации, которым необходимо получать знания базового уровня с некоторым запасом, чтобы легче было адаптировать их к конкретным задачам, а также можно было принимать участие в создании новых технологий и знаний. При переходе определенных границ базовый уровень знаний по специальности изменяется, например, изменения требований к знаниям в разных областях хорошо видны на диаграмме, показывающей трансформацию содержания специальностей в рекомендациях АСМ по преподаванию вычислительной техники и информатики [4] — Рис. 2.

### ***Система Физтеха и ее использование в настоящее время***

Проблемы подготовки специалистов в области ИТ-технологий вызывают появление многочисленных предложений, направленных на повышение эффективности подготовки специалистов разного уровня. Однако в первую очередь стоит использовать уже имеющиеся ресурсы. Прежде всего, можно выделить «систему Физтеха» — принципы системы образования в МФТИ, впервые сформулированные лауреатом Нобелевской премии, академиком Петром Леонидовичем Капицей в письме И. В. Сталину в 1946 году [5,6]:

- 1) тщательный отбор одаренных и склонных к творческой работе представителей молодежи;
- 2) непосредственное участие в обучении ведущих научных работников и тесном контакте с ними в их творческой обстановке;
- 3) индивидуальный подход к отдельным студентам с целью развития их творческих задатков при отсутствии имеющейся сейчас в вузах перегрузки второстепенными предметами по общей программе и механического заучивания (следствие необходимости массового обучения);
- 4) ведение воспитания с первых же шагов в атмосфере технических исследований и конструктивного творчества с использованием для этого лучших лабораторий страны.

Приведенный набор принципов образования в свое время способствовал подготовке очень хороших специалистов. Один из способов реализации этих принципов — создание базовых кафедр в научных учреждениях страны.

Институт системного программирования РАН является одной из ведущих исследовательских организаций в области разработки программного обеспечения. Одну из своих задач институт видит в подготовке специалистов в области ИТ-технологий. ИСП РАН является базовой организацией для двух кафедр системного программирования ведущих вузов страны: факультета ВМиК МГУ им. Ломоносова и МФТИ. Специфика ИСП РАН как института Академии наук позволяет в настоящее время использовать потенциал научных учреждений для воспитания нового поколения специалистов в области ИТ. Одна из особенностей обучения на базе института — это знакомство студентов с методикой и культурой научных исследований и научной работой внутри. Кроме того, известно, что знания делятся на явные, передаваемые общедоступным, кодированным способом, и неявные — скрытые, незафиксированные знания, которые передаются только посредством обмена опытом и совместной работы

над различными задачами [7]. Для передачи скрытых знаний базовая организация является практически идеальной средой.

Во время такой работы студенты получают не только знания и практические навыки работы по специальности, но и ряд навыков социального и коммуникативного характера, которые, в основном, и делают их к концу обучения грамотными специалистами, способными эффективно работать в коллективе над общей задачей. Общая схема навыков и знаний, которые необходимы современным специалистам в области ИТ, изображена на Рис. 3.



**Рисунок 3. Схема знаний и навыков специалиста по ИТ.**

При использовании модели Физтеха необходимо учитывать реалии современного общества. Сейчас ее действенность сильно зависит от экономической эффективности базовых организаций и от их способности удержать студентов при помощи материальных или иных стимулов. Есть и другие факторы, требующие внести поправки в эту систему при ее использовании в современной ситуации. Если раньше студент работал над одной, достаточно узкой темой в ходе обучения, а становясь аспирантом, часто продолжал исследования по той же теме, более высокая неопределенность капиталистической экономики и более динамичное развитие бизнеса и технологий требуют более широкого и комплексного подхода при обучении студента в процессе работы.

Основные техники, используемые в таком подходе, таковы.

- Центральным элементом системы передачи знаний студентам является традиционное участие в обучении работников базовых организаций в рамках обычной вузовской программы.
- В приобретение практических навыков работы по специальности основной вклад вносит непосредственное участие студентов в проектах, ведущихся в базовой организации. При этом они ставятся в условия, в которых полноценное

общение между всеми участниками проекта необходимо для его успешного проведения.

- Чтобы сгладить переход от исключительно персонального обучения к работе внутри коллектива используются техники персонального наставничества. При этом 2-3 студента прикрепляются к работнику базовой организации, и он обязан следить за организацией их времени, оказывать им организационную или наставническую помощь в трудных и новых для них ситуациях, а также указывать необходимые источники дополнительной информации.
- Студенты пополняют знания по специальности и смежным областям, участвуя в тренингах и программах дополнительного обучения, имеющихся в базовой организации.
- Основой для получения полного набора навыков по специальности и расширения кругозора студента является его участие в различных проектах, в разных видах деятельности и над разными типами продуктов или услуг.
- На завершающих этапах обучения необходимо дополнительно стимулировать дальнейший профессиональный рост студента, его мотивацию и ответственность. Для этого студенты привлекаются к обсуждению основных проектных решений, им предоставляется возможность высказывать свою точку зрения и аргументировать ее, они участвуют в решении творческих задач, выступают на семинарах с докладами по темам, касающимся их работы.

## **Заключение**

В данной работе авторы предлагают использовать ресурсы научных и научно-производственных учреждений для повышения качества обучения специалистов в области ИТ. Основные идеи такого обучения были сформулированы еще в середине XX века в виде «системы Физтеха». В ее рамках студенты с некоторого момента все больше времени проводят не в учебных аудиториях, а в качестве непосредственных участников реальных проектов, выполняемых в базовой организации.

Однако одной вовлеченности в реальные, иногда рутинные производственные проекты для подготовки будущих создателей новых технологий недостаточно. Простое участие студентов лучших вузов страны в практической работе как правило не позволяет раскрыть и развить их творческий потенциал. Распространенная практика использования студентов лишь как относительно дешевой рабочей силы порождает мнение, что и сама «система Физтеха» в современных условиях перестала работать. В действительности такие умозаключения возникают из-за того, что существенная часть идей П. Л. Капицы упускается. Требуется не только формальная вовлеченность студентов в практическую работу базовых организаций. Требуется специальные техники и усилия по обучению в процессе работы, способствующие расширению кругозора студентов, получению ими навыков эффективного профессионального общения, повышению их мотивации и ответственности. Представленный в работе подход активно используется при обучении студентов ВМиК МГУ и МФТИ в Институте системного программирования РАН и дает значимые положительные результаты.

По убеждению авторов использование этого подхода способно преодолеть нарастающее в последнее время расхождение между характеристиками специалистов в области ИТ, необходимых индустрии высоких технологий и исследовательским организациям, и уровнем выпускников большинства вузов по ИТ-специальностям.

Таким образом становится возможным привести образовательную систему в этой области в соответствие с нуждами дальнейшего развития страны и избежать возникновения серьезных кризисных явлений.

Специфика обучения в базовых организациях позволяет перейти к формированию человеческого капитала, т.е. капитала в форме интеллектуальных способностей и практических навыков, полученных в процессе образования и практической деятельности человека. В настоящее время в экономике происходят структурные сдвиги, направленные на переход от «материальной» к «интеллектуальной» экономике — экономике, основанной на знаниях (knowledge-based economy) [8,9].

Понятие экономики, основанной на знаниях, отражает признание того, что научные знания и специализированные уникальные навыки их носителей становятся главным источником и ключевым фактором развития материального и нематериального производства, обеспечения устойчивого экономического развития. В этих условиях человеческий капитал становится основным ресурсом развития общества.

## **Литература**

- [1] С. А. Христианович, М. А. Лаврентьев, С. А. Лебедев. Назревшие задачи организации научной работы. Правда, 14.02.1956.
- [2] Н. Л. Добрецов. «Треугольник Лаврентьева»: принципы организации науки в Сибири. Вестник Российской академии наук, т. 71, № 5, 2001, стр. 428–436.
- [3] Аналитическое исследование "ИТ-кадры в российской экономике. Численность занятых, текущая потребность и прогноз на 2012 год в ИТ-индустрии и отраслях народного хозяйства".  
<http://www.apkit.ru/default.asp?artID=5835>.
- [4] Computing Curricula 2005. The Overview Report. The Joint Task Force for Computing Curricula 2005.  
[http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf).
- [5] П. Л. Капица. Письма о науке. М., 1989.
- [6] <http://museum.phystech.edu/books/book-museum/chapter4.html>.
- [7] C. Meyer. Relentless Growth: How Silicon Valley's Innovation Secrets Can Work for You. New York: The Free Press, 1998.
- [8] F. Machlup. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. Princeton: Princeton University Press, 1962.
- [9] P. Drucker. The Age of Discontinuity; Guidelines to Our changing Society. New York: Harper and Row, 1969.