

ОПЫТ МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»

Излагается 13-летний опыт работы факультета информатики по подготовке студентов гуманитарных и естественно-научных факультетов на специализации «Прикладная информатика». Подробно рассмотрен вопрос об особенностях содержания образования. Приведены аргументы в пользу выбранного подхода.

Что такое информатика?

Прежде чем говорить о содержании образования в области прикладной информатики, необходимо четко определиться с содержанием самого понятия «информатика» и с местом информатики среди других наук. К сожалению, даже среди специалистов нет единого понимания относительно этих вопросов. В профессиональной и популярной литературе наиболее часто встречаются три подхода.

Информатика как супернаука. «Информатика – это отрасль науки, изучающая структуру и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием, распространением и использованием в различных сферах деятельности» (Большой энциклопедический словарь. 1998. 2-е изд.). Такое определение, по нашему мнению, мало конструктивно, так как при буквальном его применении в сферу информатики следует включить не только кибернетику, библиотечное дело и наукометрию, но также историю, географию, лингвистику и т.д., поскольку все указанные науки имеют дело со сбором и переработкой специфической информации. К тому же в данном определении нет и намека на компьютеры.

Информатика как полный набор компьютерных наук, что буквально соответствует переводу стандартного англоязычного термина «computer science». В этом значении слово часто употребляется в профессиональной среде и в обратном переводе на английский язык, однако как понимать при таком значении широко употребляемое в русскоязычных образовательных документах словосочетание «вычислительная техника и информатика»?

Информатика как наука об информационных технологиях. Если из предыдущего объема понятия вычленим в отдельную область знаний «вычислительная техника» вопросы, касающиеся деталей технического устройства компьютеров, то информатику можно определить как науку о применении компьютеров или, иными словами, науку о компьютерных (чаще говорят «новых информационных») или просто «информационных» технологиях – ИТ. Такое толкование представляется нам наиболее приемлемым для профессионального употребления, в частности при рассмотрении программ профессионального образования.

Информатика и проблемные науки

Приведенные выше рассуждения представляют не только терминологический интерес, но позволяют глубже понять место информатики среди других наук и ее роль в профессиональном образовании. Как сле-

дует из определения, информатика занимает промежуточное положение между вычислительной техникой и проблемными науками, изучающими различные сферы деятельности (экономика, право, биология, науки о Земле и т.д.). Это обстоятельство иллюстрируется рис. 1, на котором некоторые проблемные науки изображены в виде периферических областей, окружающих ядро вычислительной техники. Тогда информатика представляется некоторой соединительной оболочкой, связывающей ядро и периферию.

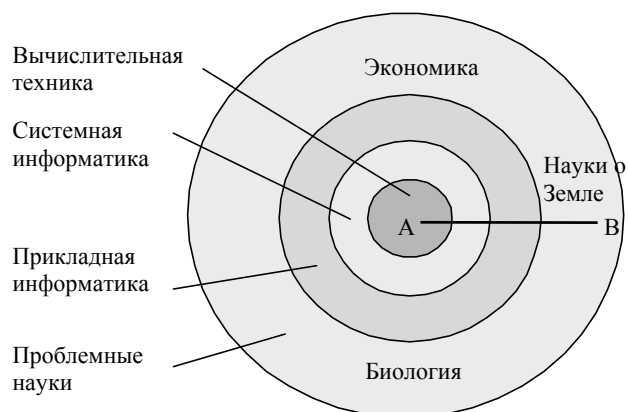


Рис. 1

В свою очередь, сферу информатики можно поделить на две составляющие – системную и прикладную. Системная информатика непосредственно примыкает к вычислительной технике и имеет дело с проблемами, которые относительно не зависят от предметной области. Это прежде всего общие вопросы создания программного обеспечения вычислительной техники. Поэтому системную информатику можно с определенной натяжкой отождествить с программированием.

Прикладная информатика, наоборот, всегда проблемно окрашена, поэтому она подразделяется на ряд направлений, каждое из которых обслуживает определенную предметную область.

Какие специалисты нужны

Приведенная схема позволяет дать объективную классификацию необходимых специалистов, важную для понимания роли информатики в университетском образовании, и дать понятие профиля специалиста. Сделаем это на приведенном выше примере. Предположим, что поставлена задача разработать специализированную компьютерную систему для одной из наук о Земле (допустим, геологии). На рис. 1 это соответствует прокладке пути из точки А в точку В, причем путь проходит через три области:

область вычислительной техники, область информатики (системной и прикладной) и проблемную область. В каждой из них разработку должен поддерживать соответствующий специалист, подобно тому, как экспедицию, пересекающую несколько стран, должны сопровождать местные проводники. Таким образом, для осуществления разработки потребуются специалисты нескольких направлений.

1. Специалисты по вычислительной технике, которых мы, следуя принятому выше разграничению наук, выносим за скобки дальнейшего рассмотрения.

2. Специалисты в области системной информатики. В специальной литературе их часто называют ИТ-специалистами, а на бытовом уровне – программистами.

3. Специалисты-предметники, являющиеся конечными пользователями компьютерных технологий. В нашем случае это должны быть профессионалы в области наук о Земле.

Уровень знаний специалиста в своей и смежных областях можно графически представить в виде профиля. На рис. 2 схематически изображены профили трех специалистов: инженера-электронщика, типичного программиста и типичного конечного пользователя, скажем, геолога, применительно к действующим в настоящее время стандартам высшего образования.

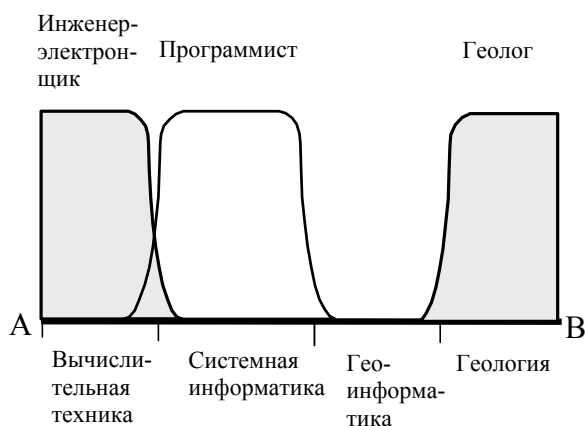


Рис. 2

Для того чтобы специалисты в смежных областях могли продуктивно общаться, они должны иметь общий понятийный аппарат, т. е. их профили должны существенно пересекаться. Мы же видим явный разрыв в знаниях между программистами и специалистами-предметниками, поэтому обеспечить полный цикл разработки прикладной системы силами указанных специалистов невозможно. Практика показывает, что такая ситуация имеет место практически во всех проблемных областях, что препятствует реальному внедрению средств вычислительной техники. Это обстоятельство объективно требует привлечения к информационным проектам еще одной категории специалистов.

4. Специалисты по прикладной информатике. Подготовка таких специалистов возможна двумя способами. Первый лежит в русле традиционного для нашей системы технического образования узкопрофильного мышления, когда для каждого оформившегося научно-практического направления выделяется отдельная специальность. Выбрав этот

путь, мы должны для сопровождения разработки по области информатики привлечь двух узких специалистов – системного и прикладного профильного программиста. В действующем государственном стандарте высшего образования для прикладной информатики предусмотрена групповая позиция 3514 «Прикладная информатика (по областям применения)», в ряде вузов началась реализация профессиональных образовательных программ по нескольким областям применения (экономике, праву, геоинформатике). Выпускники этой специальности должны получить двойственное образование, они являются своеобразными кентаврами в науке, им присваивается квалификация «информатик», и они должны, по замыслу авторов стандарта, заполнить брешь между программистами и предметниками.

Не отрицая принципиальной возможности такого узкопрофильного подхода, следует указать на его ограниченность. Он предполагает для каждой проблемной науки создание и утверждение собственного образовательного стандарта, после чего должно происходить лицензирование подготовки по каждой из узких специальностей. Все это связано с большими организационными проблемами, особенно если речь идет о крупном многопрофильном классическом университете; теряется мобильность профессионального образования.

Второй путь основывается на идее подготовки специалистов широкого профиля. При этом предполагается расширение профилей традиционных программистов в сторону прикладных наук, а предметных специалистов – в сторону информатики до тех пор, пока они не будут пересекаться в достаточной степени. Именно этот путь представляется нам наиболее перспективным для классического университета. Мы убеждены в том, что широкое внедрение компьютерных технологий в разнообразные прикладные науки естественно-научного и гуманитарного профиля должно проводиться в основном не профессиональными программистами, а самими специалистами-предметниками. Но это должны быть не обычные гуманитарии и естественники, а специалисты нового типа. Являясь носителями менталитета своей науки, они должны иметь профессиональную подготовку по прикладной информатике и смежным дисциплинам.

Эксперимент по межфакультетской специализации

Для подготовки таких специалистов в Томском государственном университете с 1988 г. проводится крупномасштабный эксперимент по межфакультетской специализации в области прикладной информатики. Основная концепция специализации была сформулирована следующим образом: обучение студентов гуманитарных и естественно-научных факультетов новым информационным технологиям и эффективному применению существующих пакетов прикладных программ.

Согласно принятому положению о межфакультетской специализации «Прикладная информатика» на нее зачисляются студенты 4-го курса гуманитарных и естественно-научных факультетов при условии их

полной успеваемости и по рекомендациям ученых советов. Одним из обязательных условий зачисления является наличие темы дипломного исследования, для выполнения которого требуется использование компьютерной технологии. Это обстоятельство, а также большой объем специализации (1050 ч в течение четырех семестров) с самого начала существования специализации отличали ее от широко распространенных компьютерных курсов. Из отобранных студентов формируются сводные группы, которые прикрепляются к факультету информатики на все время специализации.

Содержание межфакультетской специализации

Учебный план цикла прикладной информатики построен по традиционной схеме классического университетского образования. Он содержит блок общеобразовательных дисциплин информатики, к которым относятся дискретная математика, вычислительные системы, программирование, базы данных, и предметы для углубленного изучения методов и систем компьютерной обработки разнообразных данных (информационные технологии) в соответствии со спецификой базовой специальности.

Математический компонент блока общеобразовательных дисциплин представлен курсом «Дискретная математика», в состав которого включены следующие разделы: введение в теорию множеств, элементы теории отношений, модели и алгоритмы теории графов, начала математической логики.

Изучение теории множеств необходимо для знакомства с современными основами математики. Теория отношений лежит в основе построения математических моделей баз данных. Модели и алгоритмы теории графов способствуют формированию математического мышления и представляют собой широкое поле для выбора структур представления данных и способов их обработки. Начала математической логики важны с двух точек зрения. Во-первых, как математический аппарат для описания функциональных схем компьютера, а во-вторых, как база для последующего выхода на языки логического программирования.

Практический компонент общеобразовательного блока представлен курсом «Вычислительные и операционные системы». Основная задача этого курса – дать представление об определяющей роли операционной системы для работы компьютера и пользователя. Материал делится на три части:

- компьютер под управлением MS-DOS;
- компьютер под управлением MS-DOS или Windows 2000 в качестве рабочей станции в локальной сети;
- компьютер и глобальная сеть Интернет.

Ветеран среди операционных систем, MS-DOS удобна для начального знакомства с системным программным обеспечением, поскольку она позволяет достаточно просто показать, как влияет операционная система на управление ресурсами компьютера. Последовательное изучение отдельных составляющих компьютера и способов управления ими

создает цельное представление о персональном компьютере как едином комплексе аппаратных и программных средств. Эти знания позволяют преодолеть психологический барьер, мешающий пользователям активно и, главное, осознанно работать.

Эта часть курса состоит из следующих разделов: хранение информации во внутренней и внешней памяти (файловая система FAT), функции операционных систем, состав и характеристики MS-DOS, командные файлы, окружение, конфигурирование.

Следующая часть начинается со знакомства с составом операционной системы Windows 2000. Интерфейс Windows 2000 и структура реестра изучаются на лабораторных занятиях. Дидактический материал для лабораторных работ представлен в файлах общего доступа в сети факультета информатики.

Продолжение курса – краткое знакомство с компьютерными сетями. Студенты знакомятся на лекциях и лабораторных занятиях с составом и структурой сети факультета информатики. В качестве самостоятельной работы студентам предлагается изучить и изложить в наглядной форме сведения о сети своего факультета или кафедры. Нужно заметить, что основная масса студентов относится к этой работе весьма творчески, они не просто собирают сведения, но и анализируют, насколько эффективно используются аппаратные и программные возможности сетей.

В третьей части курса студенты знакомятся с основами UNIX и наиболее важными и популярными протоколами и сервисами Интернета. Тексты заданий размещены на Web-сайте Интернет-центра ТГУ, а связь между преподавателем и студентами осуществляется с помощью электронной почты или в учебной конференции ТГУ tsu.test. Поскольку студенты межфакультетской специализации в основном старшекурсники, то у них уже вполне сформированы научные интересы, поэтому обычно в ходе выполнения лабораторных работ каждый находит адреса сайтов или конференции по своему научному направлению и может познакомиться с самыми современными разработками и идеями.

Таким образом, в течение двух семестров студенты получают сведения о работе 3 разных операционных систем и приобретают навыки работы в компьютерных сетях.

Алгоритмический компонент блока общеобразовательных дисциплин – курс «Программирование», состоящий из двух частей: основы алгоритмизации и синтаксис языка Pascal и основы создания интерфейса прикладных программ в среде Delphi.

В первой части изучаются основы алгоритмизации на примерах решения задач, автоматически выполняющихся в различных прикладных пакетах. К ним относятся: статистическая обработка одномерных и двумерных числовых массивов; поиск и сортировка, редактирование текстов, преобразование информации со сложной структурой, представленной в виде записей, списков или файлов.

Определенный круг составляют задачи, моделирующие объекты и закономерности дискретной математики. Такой подбор задач способствует более глубокому пониманию математических теорий, положенных в основу обработки информации на ком-

пьютере. Программная реализация изучаемых алгоритмов выполняется на языке Pascal.

Вторая часть курса предназначена для обучения основам создания современного интерфейса прикладных программ. В качестве инструмента используется среда визуального программирования Delphi. Поскольку синтаксис внутреннего языка Delphi (Object Pascal) включает в себя возможности языка Pascal, к программам, написанным в первой половине курса, добавляются интерфейсные элементы. Для выполнения заданий подготовлен лабораторный практикум, состоящий из 10 работ, включающих изучение и создание основных элементов графического интерфейса Windows. К ним относятся модальные формы, разнообразные меню и диалоговые окна, просмотрщики файлов, компоненты для вывода графической информации, компоненты для создания баз данных, способы организации взаимодействия различных программ.

Изучение программирования важно для понимания того, как создается программное обеспечение компьютера. Кроме того, оно важно и с практической точки зрения для приобретения навыков записи алгоритмов на алгоритмических языках, что требуется при использовании почти всех прикладных пакетов.

Работая в Delphi, студенты знакомятся с современной объектно-ориентированной технологией разработки сложных программных систем, а также с элементами языка Object Pascal.

Три названные базовые дисциплины изучаются студентами в течение двух семестров параллельно и взаимосвязанно. Полученные знания образуют стартовую площадку, с которой можно углубляться в изучение любого раздела информатики.

Дисциплиной общеобразовательного блока, изучаемой всеми студентами специализации, является курс «Системы управления базами данных». Это очень важный курс, потому что без знакомства с основами современных баз данных невозможно себе представить не только квалифицированного специалиста – программиста, но и грамотного пользователя компьютером. Задачи курса – систематическое введение в идеи и методы, используемые в современных реляционных базах данных, и знакомство с одной из самых распространенных систем управления базами данных СУБД ACCESS 97. Теоретический раздел курса состоит из шести частей.

Первая часть посвящена закономерности возникновения этого направления в информатике, ограниченности возможностей файловых систем для ведения информационных баз, определению основных понятий, таких как уровни представления информации, концепции баз данных и прочие.

Вторая часть курса посвящена концептуальному уровню представления информации – инфологической модели «Сущность – Связь». Данный раздел содержит сведения об основных составляющих этой модели – объектах, свойствах, отношениях и ее графических представлениях – ER-диаграммах.

Третья часть курса содержит введение с СУБД ACCESS. Здесь наиболее подробно рассматриваются таблицы и запросы, составляющие ядро базы данных. В этой части студенты получают сведения

о таких понятиях, как ограничения целостности на значения полей в таблицах, индексированные поля, составные индексы, фильтры базы данных, операции по определению данных, операции по манипулированию данными.

Четвертая часть посвящена введению в теорию реляционных баз данных. Вводятся основные понятия реляционной модели данных, обсуждаются свойства отношений и базовые механизмы манипулирования данными. Здесь же даются основы языка SQL.

В пятой, заключительной части рассматриваются вопросы проектирования реляционных баз данных: структуризация информации, выделение классов объектов, значимых свойств этих объектов и логических связей, целесообразных для решения поставленных задач. К этому времени студенты готовы создать свои базы данных. На каждом курсе 4–5 человек выполняют дипломные работы по этой тематике.

Специализации внутри специализации

В современных экономических условиях послевузовская траектория специалиста во многом определяется его возможностями оперативно реагировать на предложения рынка труда. В плане подготовки студентов по специализации «Прикладная информатика» определен набор курсов, которые значительно расширяют возможности использования ими компьютерных технологий применительно к базовой специальности. Так, например, для специалистов в области естественно-научных отраслей знания, таких как химия, экология, биология, геология и т.д., большое значение имеет владение методами компьютерного анализа данных. Для специалистов гуманитарного профиля необходимы знания по автоматизации работы с текстовой информацией. Поэтому студенты межфакультетской специализации для углубленного изучения пакетов различных направлений делятся на три подгруппы.

Для студентов биологического, химического геолого-географического факультетов, а также социологов (философский факультет), которым профессионально важен компьютерный анализ данных, в учебном плане специализации предусмотрены курсы для изучения теоретических аспектов проблемы, а также работа с соответствующими компьютерными пакетами.

Основной методический прием организации занятий сводится к принципу обучения на примерах. В рамках данного курса студенты выполняют лабораторные работы на персональных компьютерах с использованием собственных экспериментальных данных, а далее – курсовую и дипломную работы. Причем тема дипломной работы выбирается такой, чтобы содержание работы требовало широкого применения разнообразных методов анализа данных. Как правило, кроме достаточно стандартных методов анализа, таких как оценки дескриптивных статистик, корреляционный и дисперсионный анализ, в дипломных работах используются и более сложные методы анализа: множественный регрессионный (линейный и нелинейный), дискриминантный и кластерный анализ, факторный анализ и др.

Все виды анализа выполняются в обязательном порядке на персональных компьютерах. Темы дипломных работ формулируются и утверждаются на базовых факультетах, однако научное руководство каждой дипломной работой выполняется совместно двумя руководителями – от базового факультета и от факультета информатики. Первый осуществляет руководство с позиций специалиста в базовой области знания, по которой специализируется выпускник, второй – с позиций правильности применения в дипломной работе математических и статистических методов, процедур обработки данных и компьютерных технологий.

Опыт преподавания курса анализа данных показал, что имеется и специфика в запросах различных специальностей. В связи с этим была выделена группа студентов, для которых важен больший уклон в сторону изучения специальных методов математического анализа данных, характерных для данных, получаемых, как правило, в гидрологии, геологии и химии. Здесь студентам приходится не только овладевать разнообразными методами параметрической и непараметрической статистики, представленными в различных статистических пакетах (например, в пакете Statistica), но и самим создавать программные модули, реализующие специальные алгоритмы обработки данных. При этом студенты используют различные языки и системы программирования. Одни из них (Pascal, Delphi) изучаются студентами в курсе основ программирования, другие (обычно встроенные в статистические и математические пакеты, как, например, языки Statistica Basic или Matlab) – в курсе компьютерного анализа данных. Использование языков программирования совершенно необходимо при решении задач аппроксимации и нелинейной обработки данных, анализа временных рядов и прогнозирования, планирования эксперимента.

Для студентов гуманитарных факультетов вводится курс по информационным системам. Он включает в себя следующие разделы.

Подробное знакомство с приложениями Office. Особенно пристальное внимание уделяется текстовому процессору Word. Помимо освоения общих принципов работы с текстовыми документами, изучаются технологические приемы для разработки шаблонов бланков, буклетов, электронных форм. Рассматриваются возможности использования полей в документах Word, это делается на примере полей: оглавление, указатель, сноски. Создание группы подобных документов на основе механизма слияния текстового и табличного документов позволяет познакомиться с полями слияния. Изучаются вопросы автоматизации операций над текстовыми документами с использованием макросов.

Работа с электронными таблицами рассматривается на примере среды Microsoft Excel. Цели этого раздела курса – создание электронных таблиц любых размеров и любого форматирования, преобразование их в базу данных, структурирование и видоизменение отображения и содержания данных в таблице на основе итоговых таблиц, представление числовых данных в графическом виде. В качестве

зачетного задания по данному разделу предлагается задание, имеющее несколько вариантов решения. Студент должен сам выбрать наиболее простое и технологичное решение, продемонстрировав полученные на занятиях навыки.

Знакомство со средствами автоматизации разработки документов сопровождается изучением принципов работы сканера и цифрового фотоаппарата. Для выполнения заданий по распознаванию отсканированного текста используется система Fine Reader. Цифровые фотографии готовятся для личных Web-страниц. На примере системы Prompt показываются возможности ПК по автоматизации перевода текстов на другие языки.

Знакомство с основными принципами работы с изображениями выполняется на примере среды Adobe Photoshop. Изучаются общие вопросы внутреннего представления изображений: растровая и векторная графика, кодирование цветов и форматы файлов растровых изображений. Дается понятие о слоях изображения и возможности их использования для создания графических композиций. Большое внимание уделяется работе с фотографиями (отсканированными или полученными с помощью цифровой камеры): изменение размеров, редактирование фотографий, ретуширование, фотомонтаж, подготовка их для использования в Интернете. Главным результатом работы в графическом редакторе должны стать фрагмент фона и фотография для разработки личной Web-страницы.

Знакомство со средствами разработки HTML-страниц происходит постепенно. Например, заключительное задание при работе с презентациями (MS PowerPoint) – превращение своей презентации в набор HTML-страниц. Личная страница студента создается с помощью визуального средства разработки Web-страниц Netscape Composer и редактируется в программе Arachnophilia, позволяющей работать со страницей на уровне HTML-языка.

Некоторые выводы

Идею преподавания курса анализа данных специалистам естественно-научных отраслей знания пытался реализовать в МГУ в 70-е гг. академик А.Н. Колмогоров, однако в силу ряда причин в те годы она не была реализована. За прошедшие 13 лет существования специализации «Прикладная информатика» в Томском государственном университете количество студентов, закончивших университет и получивших дополнительное образование в области компьютерных технологий, приближается к 400.

Проведенный анализ их послевузовской судьбы говорит о значительной ценности начинания 1988 г. Все выпускники нашли себе работу в наше непросто время, и, как они утверждают сами, в значительной степени этому способствовало их владение информационными технологиями. 27 % выпускников поступили в аспирантуру и 35 % из них уже закончили ее с защитой кандидатской диссертации. Около 10% выпускников по настоящее время являются сотрудниками Томского университета.

Важно также отметить, что подавляющее число выпускников сохранило профиль базового факультета. Отзывы с предприятий и организаций, где они работают в настоящее время, подчеркивают мастерство в использовании ими компьютерных технологий. А тот факт, что некоторые из выпускников связали свою профессиональную деятельность с областью информатики, говорит о высоком уровне знаний, полученных ими при обучении на специализации.

Специализация превратилась в неотъемлемую и стабильную часть учебного процесса ТГУ, расширяющую сферу полноценного обучения студентов гуманитарных и естественно-научных факультетов новым информационным технологиям.

Начиная с 1999 г. на факультете информатики ТГУ собираются электронные версии дипломных работ выпускников данной специализации. Эти версии становятся доступными для следующих поколений обучающихся как в локальной факультетской сети, так и в Интернете (<http://www.inf.tsu.ru>). Некоторые дипломные работы представлены в электронном журнале «Биометрика» (<http://www.biometrica.tomsk.ru>). Есть и лауреаты премии Академии наук за лучшую студенческую работу. Студенты-выпускники ранних лет уже становятся научными руководителями студентов следующих по-

колений, по сути, являясь полноценными руководителями как в области базовой специальности, так и в области использования возможностей компьютера.

Учебный план специализации, в котором сделан упор на фундаментальность образования в предметной области «компьютерная наука», позволяет выпускникам легко ориентироваться в быстро меняющемся мире информационных технологий и еще раз подчеркивает эффективность методик обучения классического университета.

Оля Кудаманова, студентка ФИЯ, находясь на стажировке в Лондоне, пишет: «Здесь для меня современные виды связи играют огромную роль, особенно Интернет. Привезла с собой шрифты с кириллицей, пишу полностью по-русски. Недавно подключилась к ICQ, теперь с продвинутыми друзьями из Томска общаюсь в прямом эфире. Уроки информатики на межфакультетской специализации не прошли даром!»

«Образования, полученного на факультете информатики, мне тут настолько хватает, что я работаю тут тором за деньги по всяким приложениям, так что спасибо факультету информатики и всем преподавателям, обучающим студентов межфакультетской специализации» – из письма Е. Переводчикова, дипломника БПФ, стажирующегося в настоящее время в США.

Статья представлена факультетом информатики Томского государственного университета, поступила в научную редакцию номера 5 декабря 2001 г.