

Журнал «Компьютерные инструменты в образовании» продолжает публикацию интервью, посвященных влиянию информатики на преподавание математики, которые редакция журнала подготовила для ISME-9 – Международного Конгресса по Математическому Образованию, проведенного в августе 2000 года в Японии. Интервью вызвали большой интерес среди участников секции «Новые тенденции в математике и математических науках, их отражение в образовании».

Анализ интервью, опубликованных в прошлом номере, позволяет сделать следующие выводы.

1. За последние годы в математике утвердились новые направления, связанные с развитием информатики, к которым, в частности, относятся изучение вопросов трудоемкости вычислений и криптография.
2. В математике появились и развиваются новые идеи, ведущие происхождение от информатики, например, квантовые вычисления, доказательство «с нулевым знанием».
3. Есть направления, по которым взаимодействие математики и информатики может оказаться плодотворным, – это математическая теория тестирования, верификация компьютерных программ, прогресс в молекулярной биологии, основанный на взаимопроникновении математики, информатики и биологии, изменения в языке дискретной математики, связанные с необходимостью более правильного отражения проблем информатики.
4. Появилось и формируется новое направление экспериментальной математики.

Нам кажется, что появление экспериментальной математики повышает актуальность опыта обучения физиков-экспериментаторов. Такой опыт накоплен физико-техническим институтом в Москве, созданным П.Л. Капицей и физико-техническим лицеем в Санкт-Петербурге, созданным Ж.И. Алферовым. С этой точки зрения, любопытно мнение известного учителя математики В.И. Рыжика, работающего в этом лицее, а до этого много лет работавшего в школе с математическим уклоном, из которой вышло много известных математиков и программистов.

В этом номере мы публикуем (в хронологическом порядке) интервью с Иосифом Владимировичем Романовским, профессором кафедры операционного исчисления математико-механического факультета СПбГУ, научным руководителем Заочной школы современного программирования, Валерием Идельевичем Рыжиком, кандидатом педагогических наук, преподавателем математики физико-технического лицея, членом авторского коллектива известной серии учебников по геометрии, Григорием Лазаревичем Литвиновым, профессором международного центра Софуса Ли, сотрудником научно-исследовательского института системных исследований РАН, Марком Ивановичем Башмаковым, академиком РАО, директором Института продуктивного обучения РАО, автором многих известных учебников по алгебре и основам анализа.

## НА ШКОЛЬНУЮ МАТЕМАТИКУ ДОЛЖНЫ БОЛЬШЕ ВЛИЯТЬ ТЕНДЕНЦИИ ИНФОРМАТИКИ И ПРИЛОЖЕНИЙ

*Что Вы можете сказать о новых тенденциях в математике, в частности, о влиянии информатики на математику?*

Вы хотите разговаривать о новых тенденциях развития математики и математических наук и об их влиянии на школьную программу. Ну что ж, в последнее время у меня как раз были поводы, чтобы думать на эту тему. Такой повод мне дает вводный курс дискретного анализа, который я читаю на матмехе. Я хорошо понимаю, что многое из моего курса могло бы излагаться еще в школе, а мы со студентами в этом случае могли бы проходить более серьезные вещи.

Мне кажется, что в школе надо давать больше дискретной математики, связанной с компьютером. Например, способы кодирования данных – это прекрасная, чисто школьная математика. Я сам учился системам счисления в 5 классе по замечательным книгам Я. Перельмана и помню, что мне все было понятно и очень интересно. А для нынешних школьников вопрос о системах счисления – это не просто развлечение, это подготовка к работе на компьютере.

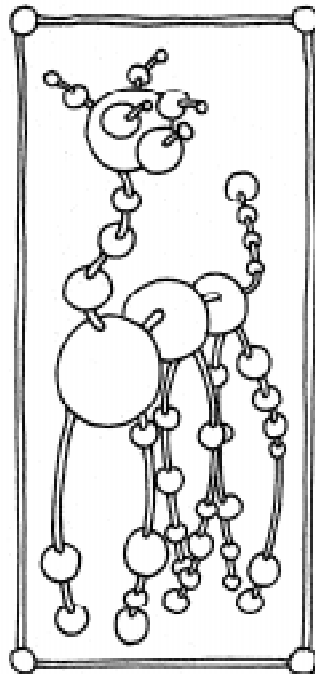
В школе можно объяснять начала теории множеств (это и делается), в школе можно говорить о теоретико-графовых моделях, можно, вернувшись к преподаванию комбинаторики, дополнить ее элементами теории вероятностей. По-моему, меньше всего речь может идти о моделировании, например, экономических процессов, которые они еще не

понимают. Конечно же, школьникам доступна теория графов, она дает прекрасный язык моделирования, обилие задач и на «кружковом» уровне вполне годится. Динамическое программирование тоже доступно школьникам. И, действительно, школьники из многих петербургских кружков информатики знают и понимают, что это такое.

Близкая тема – каким должен быть учебник по информатике для гуманитарных специальностей. Для себя я стараюсь уяснить это следующим образом. Я взялся читать лекции на факультете международных отношений, где на магистерском отделении есть курс «Элементы информатики», и читаю лекции бакалаврам. По возрасту это уже старшекурсники. Как нажимать на кнопки, их уже учить не надо.

Выбирая, что им рассказывать, я ожидал, конечно, полного непонимания математики (и не ошибся в ожиданиях). Поэтому я им рассказывал только отдельные темы из своего матмеховского курса: представление информации, кодировка ASCII, двухбайтовая кодировка Unicode, затем такие загадочные для них вещи, как сжатие информации, впрочем, хорошо известное по работе архивирующих программ. Как происходит сжатие? Почему информация сжимается? Как действуют алгоритмы сжатия? Они спокойно это воспринимают, правда, не могут потом воспроизвести на экзаме-не.

Вообще, иногда в этом курсе происходят интерес-



*...теория графов...  
дает прекрасный язык  
моделирования...*

ные вещи. Например, я им объясняю, что такое лексикографическое упорядочивание, предупреждая о возможных различиях правил сравнения – с учетом заглавных букв, без учета заглавных букв. Что получится, если в русское слово нечаянно вставить латинскую букву? Всем все понятно. Потом, когда я их на зачете спрашиваю, как эти слова сравниваются, студенты-гуманитарии безошибочно сравнивают, но почти никто не может сформулировать правило.

Этот пример заставляет задуматься о том, что надо учить и гуманитариев и всех школьников не только формулам, но и умению формулировать правила. Зачем рассказывать гуманитариям о числах и пространствах? Мы должны им показать, что математика – это наука точных формулировок. На самом деле, и в международных отношениях без точных формулировок не обойтись. Может быть, проблема в том, что они привыкли к установкам, а в математике используются правила? Я думаю, что математика, независимо от будущей специальности, должна учить людей строгим правилам. И, например, в дискретной математике хорошо брать разделы, где больше правил, четких алгоритмов. В этом должен быть тренирующий момент.

Может быть, полезно хотя бы назвать еще некоторые темы этого курса. Я им говорил о многих полезных деталях сортировки текстовых данных, о порядках, в которых кириллица предшествует латинице или латиница предшествует кириллице. Знаки препинания и служебные символы могут быть где-то в промежутке. (А еще есть испанский язык, где порядок в словарях не лексикографический, потому что сочетание *ll* является буквой в смысле языка, и эта буква следует за обычной буквой *l*. Так что, например,

слово «*relusa*» (парик) предшествует слову «*pellejo*» (шкура).)

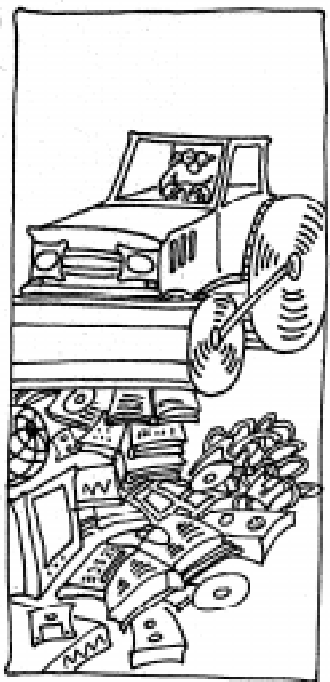
Дальше речь шла о различных формах представления информации. Например, во многих текстовых редакторах курсор, дойдя до конца строки, автоматически переходит на следующую строку. Но иногда хочется протянуть строку дальше. И надо объяснить студенту, что на самом деле мы видим некоторую «фикцию», надо объяснить, как информация хранится в машине и что мы видим на экране. Я им сказал, что текст представлен цепным списком строк, и, когда мы вставляем строку, она не редактирует весь текст, а просто вставляет ее на свободное место. И они поняли достаточно хорошо.

Еще рассматривались некоторые стандартные утилиты и объяснялось, почему они быстро работают (например, можно сравнить несколько способов сортировки по эффективности: вставка, метод фон Неймана и другие способы). Разбирался быстрый поиск данных с помощью хеширования.

Конечно, упоминалось (я уже говорил) сжатие данных, а также защита информации от помех и от незаконного доступа – им-то надо знать, что существует криптография, что есть разные проблемы, связанные с этим вопросом. Разумеется, рассказывать про криптографию студентам-международникам и школьникам нужно совсем по-разному.

После криптографии я рассказываю студентам, как хранить информацию в базах данных, как осуществляется быстрый поиск информации, затем рассказываю про математическую логику и про запросы.

Все перечисленные темы годятся, с другими интонациями, и для школьного образования. Но оно должно быть разнообразным, в нем мы должны подбирать



*Как происходит скрайпинг?*

разные уровни математизируемости – от будущих профессионалов-математиков до лиц, гордящихся своим полным невежеством в этой науке. А компьютерные навыки нужны уже всем без исключения. Компьютерная математика очень удобна как добавление к этим навыкам, по принципу «в кого сколько влезет».

Итак, я думаю, что в школьном образовании дискретной математики должно быть много, но вытеснить существующую программу мы не можем. Поэтому я предпочитаю писать для студентов.

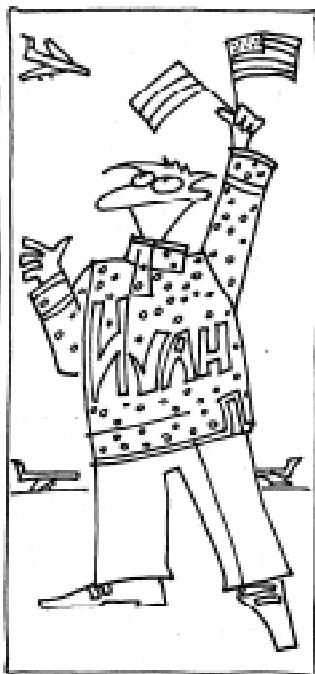
*Если бы дискретная математика вошла в школьную программу, она потеснила бы математику и информатику?*

Она вошла бы в математику и информатику, она не должна быть отдельно. Должны быть просто новые главы. Математика и информатика не должны быть строго разделены, они должны «закидывать удочки» друг в друга. Мне очень нравится недавно обнаруженная в старом журнале картинка, показывающая, как коды Грея используются при чтении угла поворота окружности. В этом примере появляются не только своеобразные двоичные коды, но еще и темы, которые побуждают вспомнить про физику и про различные трудности, о которых мы ранее не задумывались: о

том, что наши измерения могут быть неточными, и о том, что мелкие ошибки могут вызывать значительные неправильности.

Школьная программа – это программа далекого прошлого, примерно эйлеровских времен. Практически ничего из математических достижений XIX-XX века в школьную программу не входит. Поэтому колоссальные изменения в нынешней математике по своему влиянию на школу и уступают изменениям в информатике, так как новости о компьютерах школьники узнают самые свежие. Мне кажется, что на школьную математику должны больше влиять не тенденции математики, а тенденции информатики и приложений.

В курсе математики остается много «исторического» материала, и его надо если и потеснить, то очень осторожно. Конечно, классическая алгебра и геометрия нужны, и тригонометрия в разумных пределах тоже, но хотелось бы, чтобы тригонометрия соединялась с анализом и чтобы не было перенасыщения этим предметом, чтобы школьники не учили наизусть непонятные для них вещи. Они должны понимать идею производной, идею интеграла и знать, где это применяется. Не надо добиваться у школьников вузовских навыков умения вычислять производную, а от них часто требуют именно этого.



*Что получится, если в русское слово нечаянно вставить латинскую букву?*

**НАШИ АВТОРЫ**

**Романовский Иосиф Владимирович,  
доктор физ.-мат. наук, профессор  
СПбГУ.**