

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

РЕКТОР МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА,
ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ РАН
АКАДЕМИК
Виктор Антонович
Садовничий



Испокон веков учитель был на Руси одним из самых уважаемых людей, а школа – притягательным центром знаний и культуры, который пользовался всеобщей поддержкой.

Важнейшую роль в формировании российской системы образования и воспитания сыграли земские школы. Они фактически обеспечили переход ко всеобщему начальному образованию, высоко подняли авторитет учителя и существенно способствовали делу народного просвещения. Земские школы стали местом «кристаллизации» народной интеллигенции, золотым фондом которой являлись учителя.

И хотя, к сожалению, с тех пор положение учителя изменилось не в лучшую сторону, как в моральном, так и в материальном отношении, но профессиональный и нравственный потенциал российского учительства достаточно силен. В наших школах немало ярких, талантливых педагогов, настоящих подвижников и энтузиастов, которые умеют увлечь учеников своим предметом и дают им отличную подготовку.

О высоком уровне квалификации и творческого ресурса наших учителей свидетельствует и конкурс «Учитель года», где лучшие учителя страны демонстрируют выдающиеся профессиональные достижения и мастерство. Среди победителей немало математиков. В 2008 году лучшими учителями страны были признаны два математика: Дмитрий Гушин из Санкт-Петербурга и Анна Мехед

из Москвы. В 2009 году высшую награду – Хрустального пеликана – получила учительница математики из Магнитогорска Наталья Никифорова. В 2010 году в числе победителей – учитель математики из Москвы Михаил Случ.

РОССИЙСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ШКОЛА

«Царицей наук» назвал математику Карл Фридрих Гаусс, сам получивший почетный титул «короля математики». И хотя это произошло в XIX веке, сейчас ясно, что уже много веков назад именно с математики началось осмысление мира, которое лежит в основе становления и развития научного знания.

Через два века после Пифагора Евклид сформулировал пять постулатов геометрии, носящей с тех пор его имя. Наиболее знаменит пятый постулат, согласно которому через точку, взятую вне прямой, можно провести одну и только одну прямую, параллельную данной. Вопрос о том, является ли этот постулат независимой аксиомой или же он может быть выведен из других аксиом, занимал математиков много сотен лет. Гаусс первым осознал, что пятый постулат доказать нельзя, что следует принять его за независимую аксиому и что, более того, существуют другие геометрии, в которых пятый постулат Евклида не выполняется. Однако, опасаясь за свою научную репутацию, Гаусс ничего не опубликовал на эту тему. Лишь после его смерти выяснилось, что он открыл начальные факты геометрии Лобачевского.

Первыми, кто открыто бросил вызов авторитету многих столетий, были Николай Иванович Лобачевский и венгерский математик Янош Бolyai. В 1829 году опубликовал свой труд Лобачевский, через два года появилась работа Bolyai. Гаусс уже знал о приоритете Лобачевского и сообщил об этом Bolyai, который не выдержал такого удара и был сломлен навсегда.

Драматичной была и судьба самого Лобачевского, чье великое открытие при жизни не получило признания. А сейчас без геометрии Лобачевского не обходится

ни одно исследование по общей теории относительности, так же как исследования во многих других разделах естественных наук.

Началом преподавания математики в России считается 1701 год, когда по указу Петра I в Москве была создана первая русская школа «математических и навигацких наук». Как писал Ломоносов, Петр «усмотрел тогда ясно, что ни полков, ни городов надежно укрепить, ни кораблей построить и безопасно пустить в море [невозможно], не употребляя математики».

Первым учителем математики, работавшим в этой школе, был Леонтий Магницкий (Телятин), автор первого учебника по арифметике – того самого, который Ломоносов назвал «воротами своей учености». Псевдоним Магницкий дал ему Петр I за то, что он своими знаниями и талантом притягивал к себе, как магнит, дав начало дальнейшему интенсивному и плодотворному развитию математики в нашей стране.

Успехи российской математической школы сегодня общепризнаны. За сравнительно небольшой по историческим меркам срок Россия превратилась в одну из самых математически грамотных стран мира, а ее математическая школа завоевала международное признание и стала неотъемлемой, а по многим направлениям и ведущей силой мирового математического сообщества. И роль Московского университета в этом трудно переоценить. С середины XIX века здесь начинается постепенный расцвет и последующий блестящий взлет математики.

Существенную роль в становлении математического образования в Московском университете сыграли профессоры Н.Д. Брашман и Н.Е. Зернов. Учеником Брашмана был П.Л. Чебышёв – основоположник математической теории машин и механизмов, один из основателей теории приближений функций, теории чисел и теории вероятностей. Чебышёв всегда хранил благодарную память о своих учителях, никогда не порывал связи с Московским университетом. Портрет своего учителя Н.Д. Брашмана он хранил на письменном столе.

В начале XX века в центре внимания математиков была теория функций действительного переменного. Именно эта тематика стала предметом исследований профессором Д.Ф. Егорова и Н.Н. Лузина. Ими доказаны основополагающие теоремы в теории функций, получившие их имена, – теорема Лузина и теорема Егорова. Так возникла одна из самых знаменитых математических школ XX века – московская школа теории функций «Лузитания».

Н.Н. Лузин произвел настоящую революцию в научно-педагогической работе: двери профессорской комнаты широко раскрылись для живой научной беседы со студентами, причем перед ними ставились проблемы, решение которых пока не удавалось руководителю. Это был сильнейший толчок к самостоятельной творческой работе.

Об этом периоде один из учеников Лузина – Д.Е. Меньшов – вспоминал: «В 1915 году мы занимались функциональными рядами, а в 1916 году – ортогональными рядами. А потом наступил 1917 год. Это был очень памятный год в нашей жизни, тогда произошло важнейшее событие, повлиявшее на всю нашу дальнейшую жизнь: мы стали заниматься тригонометрическими рядами».

В начале 1920-х годов начались исследования в области теории функций комплексного переменного. Выдающиеся результаты были получены М.А. Лаврентьевым и его учеником, будущим президентом Академии наук СССР, главным теоретиком космических программ М.В. Келдышем.

Еще в молодости Келдышу удалось решить сложную задачу развития скоростной авиации – обеспечения безопасности полетов, защиты от флаттера (явление, при котором набегающий поток воздуха разрушает крылья самолетов).

В 1930-х годах началась научная деятельность крупнейшего русского математика XX века А.Н. Колмогорова. Он предложил общепринятую сегодня аксиоматику теории вероятностей, что имело огромное значение для развития этой теории и ее применения во многих областях естествознания и техники. Совместно с Л.А. Люстерником и Л.Г. Шнирельманом он заложил основы функционального анализа.

А.Н. Колмогоров очень много сделал для школьного образования, неслучайно его имя присвоено школе-интернату Московского университета для одаренных детей, среди выпускников которой около 8 тыс. (!) кандидатов наук, более 800 докторов наук, 5 академиков Российской академии наук и Российской академии образования.

Среди других выдающихся имен – С.Л. Соболев, создатель теории обобщенных функций, и П.С. Александров, основатель топологической школы, из которой вышли А.Н. Тихонов и Л.С. Понтрягин.

А.Н. Тихонов – автор основополагающих работ по общей топологии и функциональному анализу, по теории дифференциальных и интегральных уравнений, по математической физике и вычислительной математике. Ему принадлежит метод решения некорректно поставленных задач, известный во всем мире как метод регуляризации Тихонова. Дело в том, что все реальные задачи в естествознании являются некорректно поставленными, то есть не имеют однозначного решения, а Тихонов предложил способы их решения. Он – основатель одной из крупнейших научных школ по математической физике и вычислительной математике. Полученные им и его учениками результаты нашли широкое применение в различных областях естествознания и техники, в том числе позволили решить ряд важных оборонных и народно-хозяйственных задач. Под его руководством осуществлены и приняты за основу модели ядерного взрыва.

Л.С. Понтрягин оставил глубокий след во многих центральных областях современной математики, как чистой, так и прикладной. Его труды оказали определяющее влияние на развитие топологии и топологической алгебры, а созданные им теория оптимального управления и теория дифференциальных игр нашли широкое применение в различных областях, в том числе в работах по созданию новой техники, где обязательно учитывается принцип максимума Понтрягина.

В ряду выдающихся университетских математиков – И.Г. Петровский, который создал школу по теории систем уравнений с частными производными и в течение 21 года был ректором Московского университета.



Усилиями этих выдающихся ученых, настоящих научных гигантов, на механико-математическом факультете МГУ создана уникальная математическая школа. Достаточно сказать, что в те годы на факультете одновременно проходило более 500 спецсеминаров и спецкурсов. Этот феномен и сегодня является предметом изучения историков науки в разных странах мира. Ученые мехмата тогда были готовы решить любую научно-техническую проблему.

Когда в стране началось активное движение по освоению космического пространства и подготовка к полету в космос, перед учеными встал вопрос: какое воздействие окажет полет на человека? При старте космического корабля организм космонавта испытывает большие перегрузки. На орбите появляется невесомость – новое, непривычное для человека и не изученное ранее состояние, когда организм ослабевает. Затем предстоит спуск с орбиты – и снова большие перегрузки.

Вопрос подготовки человека к космическому полету поставил перед Московским университетом Центр подготовки космонавтов. Мне пришлось тогда, в 1977 году, возглавить группу ученых мехмата и специалистов из Центра подготовки космонавтов и начать работу семинара по динамической имитации космического полета. Перед нами стояла задача – создать на земле тренажер, который бы в режиме реального времени имитировал все стадии полета космонавта: старт, орбитальный полет и невесомость, посадку.

Разработанное математическое обеспечение позволило добиться на тренажере-центрифуге почти полного совпадения с результатами всех этапов реального полета в космическом корабле. Впервые в мире была осуществлена имитация невесомости на земле. Все командиры экипажей, отправляющихся на МКС, проходят подготовку на этом тренажере и дают ему высокую оценку.

СОВРЕМЕННАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Современная математика по-прежнему является важнейшим инструментом для естественных наук. Наиболее важные и перспективные разделы современной биологии, такие как исследование белка или расшифровка геномов, немислимы без применения подходящего математического аппарата; возникла даже новая научная дисциплина – биоинформатика. В МГУ уже несколько лет работает факультет биоинженерии и биоинформатики. Одна из самых последних физических теорий микромира – теория «струн» – фактически стала новой областью математики, в которой работают специалисты в современном функциональном анализе, геометрии и топологии.

Многие годы на стыке математики и физики происходит интенсивное исследование хаотических процессов, которые важны в понимании природных процессов на всех уровнях, от микромира до макромира. Современная неравновесная термодинамика, квантовый хаос и многие другие разделы физики немислимы без соответствующего математического аппарата.

Например, одна из филдсовских медалей, врученных в 2010 году (их вручают раз в четыре года), присуждена за математические работы по квантовому хаосу.

Мне выпала честь многие годы сотрудничать с лауреатом Нобелевской премии И.Р. Пригожиным, с учеными института Сольвея в Бельгии. В результате в Московском университете создан Институт математических исследований сложных систем, который ведет активную работу в новейших областях математики и ее приложений.

Один из примеров этого – разработка нового медицинского прибора – тактильного механорецептора. Он имитирует осязательную функцию человеческого пальца и предназначен для исследования удаленных тканей и работы внутри полостей человека. Тактильный механорецептор – сложное устройство, поскольку прикосновение, ощупывание – динамичный процесс. За 5 секунд прикосновения прибора мы получаем численные результаты более 1 тыс. измерений, которые затем обрабатываются, распознаются и позволяют формировать диагноз. В настоящее время аппарат проходит клинические сертифицированные испытания в ведущих медицинских центрах страны.

Российская математическая школа – это мощный интеллект с большим творческим потенциалом, который не знает государственных границ и может реализовываться и за пределами своей страны, но корнями уходит в родную землю.

2010 год дал новые поводы говорить о достижениях российских математиков. Весной Григорию Перельману (Санкт-Петербург) Математический институт Клэя присудил премию в размере 1 млн. долларов за доказательство гипотезы Пуанкаре. В августе лауреатом престижной премии Филдса стал Станислав Смирнов, еще один выходец из Санкт-Петербургского университета, ныне работающий в Женеве. Как известно, Филдсовская премия – самая престижная награда в области математики. По числу филдсовских лауреатов Россия занимает 3-е место в мире. Причем две трети российских лауреатов – шесть человек – выпускники мехмата МГУ.

Важно и интересно задуматься о том, как изменилась математика за прошедшие несколько десятилетий. Сейчас много говорят об изменении соотношения «непрерывной» математики и «дискретной». Часто можно слышать, что раньше, то есть в докомпьютерную эпоху, основная часть математики была «непрерывной», а теперь положение изменилось на обратное – большая часть математики стала «дискретной». Сегодня под словом «дискретная», кроме классического представления, понимается и математика, нацеленная на создание компьютерных алгоритмов.

На мехмате МГУ было проведено исследование на эту тему. Оказалось, что за последние 20 лет дискретная составляющая выросла, но не намного. Если раньше соотношение было примерно такое: 70% непрерывной – 30% дискретной, то за последнее время дискретная геометрическая часть выросла до 40% при понижении непрерывной до 60%.

Но зато очень ярко проявился другой обнаруженный эффект. В непрерывной геометрии, оказывается,



существенно возрос процент использования компьютеров. Это привело к новому явлению: задачи, ранее не решавшиеся в непрерывной геометрии формульно точно, стали исследоваться сегодня компьютерно, то есть приближенно, а затем на этой основе часто удается сделать строго математически доказанные выводы.

Тем самым постепенно расширяется и меняется само понятие доказательства. Появляющаяся дискретно-компьютерная составляющая (конечно, при надежной оценке точности вычислений) стала довольно часто рассматриваться как необходимый первый этап исследований особо сложных научных задач. Как показывает анализ научных публикаций, в последнее время существенно вырос процент компьютерно угаданных, а потом строго математически доказанных теорем.

Своей дискретной компонентой математика сегодня создает условия для автоматизации и оптимизации учебного процесса по разным дисциплинам, включая и саму математику. Работы в этом направлении, ведущиеся на мехмате МГУ, показали высокую эффективность строящихся там компьютерных интеллектуальных систем, связанных с обучением. Назову три блока работ такого рода: распознающие системы, думающие системы и обучающие системы.

Первый блок построен на новых идеях распознавания образов, использует тестовый подход и особые инварианты геометрических фигур. Он с высокой степенью достоверности умеет распознавать абстрактные и визуальные образы, включая печатные и письменные знаки, символы и буквы, то есть фактически читать текст.

Второй блок нацелен на извлечение семантического смысла из текстов и чертёжей, на «понимание» поставленной задачи и решение ее с показом хода рассуждений. Здесь по-новому имитируются логические рассуждения человека с использованием его формализованного опыта. Иными словами, понимается смысл и решается задача.

Такая компьютерная интеллектуальная система построена и весьма успешно функционирует в математической среде. Она решает до 90% задач из доступных задачников по школьной математике, «поступает» на мехмат МГУ и даже «окончила» несколько курсов, «учась» на хорошо и отлично и за секунды справляясь с предлагаемыми ей задачами. Ее возможности намного превосходят все известные системы в этой области.

Третий блок – обучающие системы. В нем заложены модели учителя, типы учеников (сильный, хороший, средний и слабый) и базы данных и знаний какой-либо предметной области, например математики. Эта система решает задачу оптимальной дозировки подачи знаний для усвоения учеником, в зависимости от его уровня.

Разработанные методы синтеза описанных интеллектуальных систем были распространены на создание интеллектуальных систем, способных имитировать действия инженеров при создании процессоров для вычислительных систем.

Математическое моделирование различных объектов и процессов и вычислительные эксперименты, заменяющие реальные натурные эксперименты, давно уже стали неотъемлемой частью современной науки. Сейчас

на повестку дня выходят уже не просто вычисления, а супервычисления на мощных вычислительных системах с производительностью в сотни терафлопс, несколько петафлопс, а в скором времени и более.

В ближайшем будущем его производительность доведется до 1 петафлопса. В Московском университете создан мощнейший супервычислитель «Ломоносов» производительностью 414 терафлопс. Он занимает 13-е место в мире. Впереди нас – только США, Германия и Китай.

Супервычисления основаны на массовом параллелизме вычислительных операций и зачастую требуют использования принципиально иных математических методов и алгоритмов по сравнению с теми, которые казались оптимальными в случае обычных вычислений. Например, в последние 30–40 лет математики отдавали предпочтение неявным по времени разностным схемам решения систем дифференциальных уравнений. Теперь выясняется, что при использовании массового параллелизма операций зачастую оказываются предпочтительными явные по времени схемы вычислений.

Сейчас даже обычные домашние и школьные компьютеры используют многоядерные процессоры. Параллелизм вычислений и других операций становится обыденным явлением. Например, принцип параллелизма широко используется в видеокартах для компьютерных игр. Несомненно, пришло время включать начальные методы распараллеливания вычислений в школьные курсы математики и информатики.

Еще одно новое направление современной математики – фракталы. Это сравнительно молодая ветвь современного математического анализа, геометрии и топологии.

Фракталы – такие области притяжения (или их границы), которые устроены достаточно сложно и выглядят весьма причудливо. Здесь возникает переход «от порядка к хаосу». Очень важна и интересна структура границ между различными областями притяжения. Образно говоря, их притягивающие центры ведут борьбу за влияние на плоскости. Любая начальная точка либо под управляющим воздействием приходит к тому или иному притягивающему центру, либо же остается на границе и никак «не может принять определенное решение» – в какую сторону начать движение.

Граница зоны притяжения является фракталом, если она сильно изломана, не является гладкой линией. Причем она изломана настолько сильно, что если ее рассматривать под микроскопом, например с 10-кратным увеличением, она все равно выглядит столь же изломанной. Усиливая разрешение микроскопа, например доведя его до 100-кратного (и более), обнаружим, что граница остается столь же изломанной, как и раньше. Кроме того, наблюдается еще один поразительный эффект самоподобия: каждый фрагмент границы, сколь угодно малый, подобен изначальной границе. Если рассматривать произвольно выбранный кусок границы под микроскопом, выясняется, что после соответствующего поворота картинка одна и та же форма появляется в различных местах, но имеет разные размеры (бесконечно уменьшающиеся).

Таким образом, множества, состоящие из «неопределившихся» точек-состояний, могут быть устроены чрез-



вычайно сложно, хаотически, хотя в то же время несут в себе хорошо организованную структуру самоподобия.

В современном математическом анализе и геометрии разработаны методы изучения фракталов, включая компьютерные программы. Если известно (задано) то или иное управление (стимулирование) системы, то в принципе можно вычислить и даже нарисовать (на компьютере) области влияния различных центров притяжения и их границы. Эти методы могут оказаться полезными при изучении сложных современных моделей тех или иных экономических процессов.

Другая возможная область знаний, где естественно появляются фракталы, – это моделирование биологических и социальных процессов.

В области социальных наук математическая теория фракталов пока, насколько известно, должного применения не получила, хотя может быть весьма полезной. Неслучайно ею очень интересуются сейчас политологи и политики. При помощи границ-фракталов можно описать настроения той части населения (электората), которая пока не определилась с выбором для себя того или иного центра притяжения (влияния).

Математическое описание и моделирование поведения этой части населения может представлять немалый интерес. На первый взгляд такие неопределившиеся, колеблющиеся группы устроены довольно хаотически. С другой стороны, если в них обнаружится фрактальная структура (внешне похожая на хаос), это будет означать, что здесь работает механизм самоподобия.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Школа – и высшая, и средняя – во всем мире переживает сейчас период глубоких и всесторонних преобразований. Затронули они и математику. Главное, чем отличалось обучение математике в прошлом, вплоть до 1970-х годов, – это реализация принципа «иметь немного понятий, но уметь выявлять между ними как можно более глубокие связи». Это достигалось в основном за счет решения большого числа задач возрастающей сложности.

К сожалению, последняя треть XX и начало XXI века ознаменованы инвертированием этого принципа: «иметь много понятий и выявлять неглубокие связи между ними», что привело к тому, что можно назвать «рецептурным» обучением математике (да и другим дисциплинам), часто бездоказательным. Надо сказать, что на этом пути мы, к счастью, значительно отстаем от зарубежных коллег.

Так, наш соотечественник, уехавший несколько лет назад в Америку и работающий сейчас учителем в американской школе, собрал свои наблюдения в книгу «Классная Америка. Шокирующие будни американской школы. Записки учителя». Американский учитель российского происхождения подчеркивает: главное в подходе к школьному образованию в Америке заключается в том, что процесс обучения должен доставлять удовольствие, то есть быть увлекательным и ненапряженным, а иначе он будет восприниматься как насилие над ребенком. Учебные программы

американских средних школ по математике сильно отличаются от наших. Так, в 8-м классе ученики испытывают трудности с примерами типа: $-5 + (-3)$. Решая этот пример, они получают либо 2, либо -2 , но только не -8 . Даже при наличии калькулятора многим школьникам не удается ответить на вопрос: сколько яблок можно купить на 8 долларов, если одно яблоко стоит 1 доллар 53 цента. Таких привычных нам задач, как «Из пункта А в пункт Б вышел поезд», в их учебной программе нет совсем.

И еще к вопросу о школьных программах и стандартах: на Западе все большее внимание в них уделяется финансовой грамотности. При Еврокомиссии два года назад был создан экспертный совет для помощи в написании школьного курса финансовой грамоты, которая уже внедрена или внедряется в ряде европейских стран. В соответствии с этими рекомендациями создаются стандарты финансовой грамотности – набор понятий, в которых должен разбираться любой ученик начальной школы. Предполагается, что дети должны уметь легко управляться с банковской картой, открывать-закрывать счета, грамотно их контролировать.

Многие европейские школы откликнулись на появление нового предмета, и не только потому, что заботятся о финансовой грамотности своих учеников. На внедрение этого предмета от ЕС через национальные министерства образования выделяются неплохие деньги. Большинство проектов финансируют банки, заинтересованные в будущих клиентах.

Наши школьные стандарты пока не предполагают финансовой грамотности. Но банковская глобальная сеть, по определению, стремится к распространению вширь, и нельзя исключать, что «деньговедение» как школьная дисциплина появится и у нас. Надеюсь все же, что распорядители этой глобальной сети в свое время получили неплохое математическое образование (ведь без него и в банковском деле не бывает успехов) и поэтому понимают, что при отсутствии в обществе подлинной математической грамотности через какое-то время финансовая грамота может просто не понадобиться.

Математическое образование – один из важнейших факторов, определяющих уровень экономического и общественно-политического развития страны. Неслучайно годы расцвета российской математической школы стали годами космического приоритета нашей страны. Именно тогда была построена система математического образования, достижения которой признаны во всем мире.

И сегодня преподавание математики у нас пока еще находится на очень высоком уровне. В Московском университете был проведен анализ наших учебных планов и программ по математике в сравнении с тем, что имеется в ведущих университетах мира. В этой работе участвовали выдающиеся ученые МГУ, многие из которых работали и работают в известных зарубежных университетах. Оказалось, что наши учебные планы – наиболее полные и содержат все учебные курсы, которые в разных наборах и не в такой полноте представлены в других университетах. Из всей совокупности учебных курсов, читаемых во всех университетах, в МГУ читается



две трети, тогда как в каждом из сравниваемых университетов читается не более половины этих курсов.

Но, к сожалению, сохранение этих достижений требует больших усилий, поскольку такая система не очень вписывается в современные тенденции развития. И математическое образование переживает сейчас не лучшие времена, что объясняется, в том числе, и причинами глобального характера. И высшая, и средняя школа переживают сейчас непростой период реформирования.

Один из главных – и глобальных – факторов, влияющих на развитие системы образования, – прагматический подход, то есть сведение ее к рынку образовательных услуг. Работодатели становятся активными игроками на образовательном пространстве, побуждая университеты подстраивать свое образование к конкретным потребностям рынка труда.

Понятно, что такой – сугубо рыночный – подход к образованию не может пойти на пользу ни государству, ни обществу, ни отдельно взятому человеку. Прежде всего это представляет угрозу фундаментальной науке и образованию, которые плохо вписываются в сегодняшние потребности рынка труда. Перенос рыночных механизмов в сферу науки и образования чреват стратегическими потерями, которые в перспективе могут оказаться более ощутимыми, чем сегодняшняя выгода. Только фундаментально, широко образованный специалист может быстро и эффективно адаптироваться к работе в условиях быстрой смены технологий.

Нельзя забывать и о гуманитарном образовании. Нерентабельное с экономической точки зрения, оно необходимо для воспитания личности и устойчивого социального развития.

К сожалению, и математика как фундаментальная дисциплина становится все менее востребованной, в отличие, например, от менеджмента или права. А это, безусловно, сказывается на ее положении в школе и в вузах, где падает конкурс на математические факультеты. Это, в свою очередь, неизбежно приводит к падению престижа учителя математики, а следовательно, понижению требовательности к профессиональному мастерству педагога. Отсутствует система постоянной переподготовки, повышения квалификации. Нет притока самых талантливых выпускников педагогических и математических вузов в школы. К этому необходимо добавить и неблагоприятный демографический фактор.

В итоге падает интеллектуальный тонус, всегда считавшийся отличительной чертой нашей интеллигенции, теряются важные качества среды, рождающей выдающихся деятелей своего времени – мыслителей, ученых, творцов. Стоит заметить, что президент США Барак Обама поставил задачу за два года подготовить 10 тыс. учителей по естественно-научным предметам и математике.

Не в лучшую сторону меняется содержание математического образования. Так, совсем недавно появилась новая опасность: ориентация школьных курсов не на действительно глубокое, системное изучение предмета, а на подготовку к поступлению в вуз, на сдачу ЕГЭ. В результате школьные курсы становятся все более при-

митивными, что часто объясняют борьбой с перегрузками школьников. В связи с этим уместно привести мнение выдающегося физиолога Н.Е. Введенского: «Устают не от того, что много работают, а от того, что плохо работают, неумело. Если человек увлечен делом, то он и не устает, и не замечает времени».

И еще по поводу пресловутой перегрузки. Среди предложений Барака Обамы по реформе образования – увеличение продолжительности учебного года на месяц. Сейчас подростки в США проводят за учебой порядка 180 дней в году, тогда как в Китае, например, до 260 дней, в Японии – 243, Южной Кореи – 220, Нидерландах и Таиланде – 200, Великобритании и Венгрии – 192, Франции – 185. В России школьный учебный год в среднем (учитывая, что есть 5-дневки и 6-дневки) такой же, как в Америке. Есть и нам над чем подумать.

В качестве одной из мер против перегрузки сейчас рассматривается идея о всеобщей профилизации школ. Мне кажется, что это не тот путь, который решит наши проблемы. Во-первых, это нереализуемо в сельских школах, которых насчитывается около 40 тыс., во-вторых, пока нет ни соответствующей материальной базы, ни достаточного количества хорошо подготовленных для таких школ учителей.

Одной из центральных задач, которую необходимо решить для того, чтобы правильно выстраивать математическое образование, адекватное потребностям инновационной экономики и модернизации общества, является принципиальное разделение двух подходов (и соответствующее развитие каждого из них). Условно их называют «математика для всех» (некоторые специалисты считают, что это должно быть до 80–85% учащихся) и «математика для будущих исследователей» (15–20%). По другой терминологии, это базисное, профильное и углубленное обучение. Названия различаются, но идея, лежащая в основе, одна и та же. Статистические данные по московским школам подтверждают это соотношение.

О том, как готовить будущих математиков, в общем известно. Это кружки в младших классах, олимпиады, турниры, конкурсы, факультативные курсы, летние школы, спецшколы, школы-интернаты типа Колмогоровского и т.д. Такие предложения были сделаны мною на совместном заседании президиумов Госсовета, Совета по культуре и искусству и Совета по науке, технологиям и образованию 22 апреля 2010 года и поддержаны Президентом РФ.

Важный вопрос – работа с одаренными детьми. Не у каждого учителя это получится, да и часы такой работы «всвят» больше, чем при базисном, или массовом, обучении. А подушевое финансирование такой дифференциации не предполагает.

Важнейшим элементом работы с одаренными детьми являются предметные олимпиады школьников. Они зародились в 1930-е годы в Московском и Санкт-Петербургском университетах, причем первыми были математические олимпиады. Впоследствии олимпиады стали проводиться и по другим предметам. Сейчас школьные олимпиады стали неотъемлемой частью российской системы образования.



Московский университет несколько лет назад стал инициатором проведения олимпиад, победители которых получали различные льготы при поступлении на первый курс. Это прежде всего олимпиады «Ломоносов» и «Покори Воробьевы горы».

Сейчас олимпиадному движению придан официальный статус, создан Всероссийский совет олимпиад школьников, который возглавляет Московский университет. Дело это относительно новое, имеется много проблем, но главное – олимпиады решают две важнейшие задачи. Они стимулируют талантливых ребят в углубленном изучении любимого предмета и творческую активность и в то же время помогают университетам привлекать и отбирать талантливую молодежь.

Более сложным видится выстраивание общеобразовательного курса математики для массовой, или базисной, школы. Здесь надо предельно жестко определить минимальный необходимый уровень технической подготовки, но при этом добиваться владения основами математической культуры как важным средством развития мышления и ориентации в мире. Понятно, что при этом не может ставиться целью поступление в вуз, иначе разгрузка школьных курсов будет невозможна. Главное – научить мыслить, рассуждать, доказывать.

Одна из центральных проблем сегодняшней школы – новые образовательные. В конце 2009 года Министерство образования и науки Российской Федерации утвердило новую модель начального образования. Сейчас перспективная новация привлекла внимание профессионалов. Что нового в ней?

В начальной школе математика рассматривается вместе с информатикой, что нельзя не признать целесообразным. При этом вводятся важные математические понятия, расширяющие традиционный курс начальной школы. Усилены требования к умению рассуждать, логически мыслить, планировать решение задачи и свою деятельность в целом, находить и исправлять ошибки в своих рассуждениях.

Однако сравнение количества часов математики в учебных планах за последние 60 лет показывает, что потеряны два часа в неделю в течение первых четырех лет обучения в школе. Ясно, что пробелы в элементарной математике у студентов – следствие этого сокращения часов. Конечно, необходимо вернуть сокращенные часы математики в начальную школу.

Проект стандарта по математике для основной школы еще не утвержден, поскольку вызвал серьезные вопросы. Общественная палата Российской Федерации провела общественную экспертизу проекта и признала, что он нуждается в существенной доработке.

Совершенно справедливо опасение учителей, что за общим, неконкретным текстом стандарта, сдвигом акцентов из области содержания образования в другие области, как, например, «социальная деятельность обучающихся», может потеряться само содержание образования. Что особенно важно – стандарт необходимо обсуждать вместе с примерами задач, которые должны быть его неотъемлемой частью.

Главное – при всех модернизациях содержания образования (а они, конечно, необходимы) нельзя потерять общий объем математической деятельности ученика, особенно в начальной школе.

Вопросы стандартов школьного математического образования обсуждаются и в Российской академии наук. Год назад Отделение математических наук заслушало на общем собрании вопрос о состоянии школьного математического образования и приняло ряд решений. Они касаются, во-первых, сохранения объема преподавания математики по классам, начиная с пяти часов на математику и информатику в начальной школе; во-вторых, расширения объема элементарной математики, в частности решения задач в педагогических вузах; в-третьих, необходимости радикальной перестройки единого экзамена, приближающей его к традиции российского математического образования, требованиям современной высшей школы и практики.

С 2011 года благодаря и нашим усилиям удалось добиться дифференцированного подхода к математике в рамках ЕГЭ, который будет иметь два уровня: основной (базовый) и профильный.

Ключевое звено школьного образования – учебник. В последние годы школа столкнулась с обилием учебников самого разного качества. Надо было срочно и адекватно реагировать на резкое снижение качества учебников. В результате установлена процедура двойной экспертизы: в Академии наук и в Академии образования.

Рецензентами в комиссии Академии наук являются квалифицированные математики, обязательно с ученой степенью, не являющиеся авторами школьных учебников и не находящиеся с авторами в неформальных отношениях. Приветствуется опыт работы в школе. На сегодняшний день результаты работы комиссии Академии наук говорят о плохом положении дел, что само по себе свидетельствует о крайней необходимости ее деятельности. Дело в том, что число отклоняемых учебников при первичной экспертизе иногда превышает 90%.

Экспертиза проходит в два тура. Если ситуация катастрофическая, сразу принимается заключение о несоответствии текста научным представлениям. В этом случае авторы могут повторить попытку в следующем году. Если ошибок и других недостатков не очень много, учебник направляется на доработку. Обычно после доработки успешно проходит проверку около половины учебников.

Следует отметить, что к экспертизе и раньше привлекались выдающиеся математики. Например, строгим экспертом был П.Л. Чебышёв, который в качестве члена Ученого комитета проанализировал более 200 учебных пособий по элементарной математике и только 11 из них посчитал возможным рекомендовать в качестве руководств по математике для начальных и средних школ.

И, конечно, нужен определенный настрой в профессиональном сообществе, нужны своего рода этические профессиональные императивы, которые не позволят авторам предлагать к опубликованию не отвечающие необходимым требованиям учебники и учебные пособия.

Было бы, наверное, правильно предусмотреть и другие этапы работы над учебниками, предлагаемыми



к изданию; например, обсуждение с учительской или вузовской общественностью.

Учебник должен являться продуктом многолетнего преподавательского опыта. Это тот вид литературы, который по определению должен быть классическим, а необходимость и степень новаторства – выверяться самым тщательным образом. Всем известны такие учебники, содержательная и методическая ценность которых сохраняются десятилетиями, например учебник А.П. Киселёва.

В традициях Московского университета – тесное взаимодействие со школой и в этом вопросе. В МГУ издается целая серия, или линейка, учебников, подготовленных ведущими университетскими учеными, академиками, профессорами. На них, как своеобразный знак качества, стоит наш логотип с названием программы: «МГУ – школе».

В национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» говорится, что модернизация и инновационное развитие – единственный путь, который позволит России стать конкурентоспособным обществом в XXI веке, обеспечить достойную жизнь всем гражданам нашей страны. Образование – ключевое звено в этом процессе. И школа – его первая и во многом определяющая ступень. Главное действующее лицо здесь – учитель.

В свое время Д.И. Менделеев, выдающийся российский ученый и педагог, писал: «Так как вся польза для страны от распространения желаемого среднего образования определяется учителем, то в заботах о подъеме нашего среднего образования начинать нужно отнюдь не с программ, а с подготовки надлежащих учительских кадров».

В Московском университете в рамках утвержденной недавно Председателем Правительства Российской Федерации В.В. Путиным программы развития до 2020 года разработана целая серия мероприятий, объединенных общим девизом «МГУ – школе». Это и подготовка высококвалифицированных учителей на факультете педагогического образования МГУ, и курсы повышения квалификации, специально разработанные

нашими факультетами для учителей средних школ, в том числе учителей математики, и летние школы, которые с большим успехом прошли первый раз, и работа над школьными учебниками. Запланированы и съезды учителей-предметников по различным дисциплинам.

Всероссийский съезд учителей математики, состоявшийся 28 октября 2010 года, – первый в этом ряду. Судя по проявленному интересу, по насыщенной программе, у нашего профессионального сообщества есть потребность в таких встречах. Поэтому было бы правильным проводить такие съезды регулярно. А в перерыве между ними необходимую работу по развитию математического образования в стране, по координации усилий школьных и вузовских математиков могла бы вести созданная нами общественная организация – Союз преподавателей математики, объединив всю корпорацию, ее школьное и вузовское крыло.

Среди всех школьных дисциплин математика занимает особое место. Ее неслучайно называют гимнастикой ума. Математика учит думать, правильно, логически, последовательно рассуждать. А это значит – не только решать примеры и доказывать теоремы, но и в более широком смысле – правильно ставить задачи и принимать верные решения, просчитывая их близкие и отдаленные последствия.

Настоящее, хорошее математическое образование ценно еще и тем, что оно сопряжено с воспитанием личности, с развитием в человеке таких важных свойств, как целеустремленность, интеллектуальная честность, воля, стремление к творчеству и эстетическому совершенству.

В условиях информационного общества, в условиях экономики, основанной на знаниях, роль математики неизмеримо возрастает. Следовательно, увеличивается ответственность учителя, на плечи которого возлагается непростая задача. Университет осознает и разделяет эту ответственность со школой.