

МАТЕМАТИКА В ШКОЛЕ

Из лекции в Ватикане

Особенно опасна тенденция изгнания всех доказательств из школьного обучения. Роль доказательств в математике подобна роли орфографии и даже каллиграфии в поэзии. Тот, кто в школе не научился искусству доказательства, не способен отличить правильное рассуждение от неправильного. Такими людьми легко манипулировать безответственным политикам. Результатом могут стать массовый психоз или социальные потрясения.

Лев Толстой писал, что сила правительства основана на невежестве народа, что правительство знает об этом и потому будет всегда бороться против просвещения.

В продолжение наших дискуссий о школьном образовании публикуем отрывки беседы корреспондента В. Губарева с академиком В.И. Арнольдом, помещенной в журнале «Наука и жизнь», № 12, 2000 г. (Редакция)

В.А.: — Попробуем разобраться с тем, что происходит сегодня в образовании. Мне кажется, это главная тема, которая должна нас беспокоить.

В.Г.: — **Согласен.**

— С математическим образованием в мире дела обстоят очень плохо. В России, кстати, получше, но все равно плохо!.. Начну с высказывания, прозвучавшего на одном из заседаний в Париже, где выступал министр науки, образования и технологий Франции. То, что он говорил, относится к его стране, но столь же актуально для США, Англии и России. Просто во Франции катастрофа наступила чуть раньше, в других странах — она еще впереди. Школьное образование начало гибнуть в результате тех реформ, которые интенсивно проводятся во второй половине XX века. И особенно печально то, что некоторые выдающиеся математики, к примеру уважаемый мной академик Колмогоров, имеют к ним отношение... Французский министр отметил, что математика постепенно вытесняется из школьного образования. Аналогичный процесс наблюдается и у нас, где математику нередко заменяют более «важными» науками.

— **Мы отвлеклись от министра...**

— Я понимаю, что это неприятно слышать, но тем не менее... Министр из Франции, о котором идет речь, — не математик, а геофизик, — рассказал о своем эксперименте. Он спросил школьника: «Сколько будет два плюс три?». И этот школьник — умный мальчик, отличник — не смог сосчитать... У него был компьютер, преподаватель в школе научил им пользоваться, но сложить в уме два плюс три школьник не умел. Правда, это был способный мальчик, и ответил он так: «Два плюс три будет столько же, сколько три плюс два, потому что сложение коммутативно...» Министр был потрясен его ответом и предложил убрать из всех школ преподавателей-математиков, которые так учат детей.

— **И в чем вы видите основную причину случившегося?**

— Процветает пустая болтовня, и она заменяет подлинную науку. Я могу продемонстрировать это еще одним примером. Несколько лет назад в Америке шли так называемые «калифорнийские войны». Штат Калифорния вдруг заявил, что выпускники школ недостаточно подготовлены, чтобы учиться в университете. Молодые люди, приезжающие в Америку, к примеру, из Китая, оказываются подготовлены гораздо лучше американских школьников. Причем не только в математике, но и в физике, химии, в других науках. Американцы превосходят своих зарубежных коллег во всевозможных «сопутствующих» предметах — тех, которые я называю «кулинариями» и

«вязаниями», а в «настоящих» науках сильно отстают. Таким образом, при поступлении в университет американцы не выдерживают конкуренции с китайцами, корейцами, японцами.

— **Понятно, что такое наблюдение вызвало шок в американском обществе, так как там не принято отводить соотечественникам «вторые места»?!**

— Американцы тут же создали общенациональную комиссию по образованию, чтобы определить круг проблем, вопросов и задач, которые старшеклассник должен уметь решать при поступлении в университет. Комитет по математике возглавил нобелевский лауреат Гленн Сиборг. Он составил требования к выпускнику школы. Главное из них — умение сто одиннадцать разделить на три!

— **Вы шутите?**

— Отнюдь! К семнадцати годам школьник должен эту арифметическую операцию проводить без компьютера. Оказывается, сейчас они этого делать не умеют... Более того, 80 % современных учителей математики в Америке понятия не имеют о дробях, не могут сложить половину с третью. А среди учеников таких — 95 %!

— **Звучит анекдотично!**

— Я надеюсь, что у наших школьников еще сохраняется какое-то представление о дробях и они могут подсчитать сумму половины с одной третью... Теперь о физике. Я сам читал требования к американской Федеральной программе обучения. Там, в частности, говорится, что школьник должен знать о двух фазовых состояниях воды, которая в холодильнике превращается в лед. Гленн Сиборг потребовал, чтобы в программу ввели три фазовых состояния — еще и водяной пар. Однако конгресс и сенаторы запротестовали, прошли бурные дебаты, и штат Калифорния был осужден и осмеян за то, что посмел усомниться в качестве образования американцев. Один из сенаторов (фамилию его я забыл) в своем выступлении сказал, что набрал 41,3 % голосов избирателей, что свидетельствует о доверии к нему народа, а потому он всегда будет бороться в образовании только за то, что он сам понимает. Если чего-то он не понимает, то и учить такому не следует... Аналогичными были и другие выступления. Причем, инициативе Калифорнии старались придать и «расовую», и «политическую» окраску. Битва продолжалась два года. Победил все-таки штат Калифорния, так как его очень дотошный адвокат нашел в истории США прецедент, при котором закон штата становился в случае конфликта выше федерального закона. То есть образование в США временно победило...

— **Значит, теперь там научатся делить сто одиннадцать на три?**

— Ирония ваша понятна, но она не имеет значения... Я попытался докопаться до сути проблемы и выяснить, почему в Америке могло случиться подобное? И оказывается, источником является Томас Джефферсон.

— **Второй президент США?**

— Он, голубчик! Отец-основатель Америки, творец конституции, идеолог независимости. В его письмах из Вирджинии есть такой пассаж: «Я точно знаю, что ни один негр никогда не сможет понять Евклида и разобраться в его геометрии». Из-за этого американцы вынуждены отвергать Евклида, математику и геометрию, которые заменяются знанием того, на какую кнопку надо нажимать... Вместо размышлений — механическое действие, что выдается за борьбу с расизмом.

— **Это слишком болезненная проблема для Америки, и то, что они «перестраховываются», понять можно... А может быть им проще купить тех, кто знает дроби, чем самим этому учиться?!**

— Они и покупают! Американские ученые — в основном эмигранты из Европы, а аспиранты сегодня — это китайцы и японцы.

— **Но тем не менее успехи американской науки вы не можете отрицать?**

— Я не делаю сейчас обзор о состоянии науки в США или американского «образа жизни». Я говорю о состоянии преподавания математики в школах США, и здесь ситуация плачевная. Я обсуждал эту проблему с выдающимися математиками Америки, многие из них — мои друзья, достижениями их я горжусь, но тем не менее я задавал им такой вопрос: «Как вам удалось при столь низком школьном образовании достичь столь высокого уровня в науке?» И один из них мне ответил так: «Дело в том, что я рано учился «двойному мышлению», то есть у меня было одно понимание предмета для себя, а другое — для начальства в школе. Мой учитель требовал, чтобы я ему отвечал, что дважды три — восемь, но сам-то я знал, что это шесть... Я твердо знал, что надо отвечать на уроках и что есть на самом деле... Я много занимался в библиотеках, благо, есть прекрасные книги».

— **Как вы стали математиком?**

— Учился в Москве, в нормальной школе на Арбате. Из нее вышло несколько известных людей. Один выпускник стал ректором МАИ, потом послом во Франции. В нашем классе — два академика...

— **И это «нормальная» школа?!**

— Ничего особенного в ней не было — таких школ миллион!.. Поступил на мехмат МГУ. Впрочем, интерес к математике появился рано. Помню, на уроке учитель дал задачу, я над ней долго думал и решил только на следующий день. Причем смог это сделать лишь я один. Это было в пятом классе. Задача, казалось бы, очень простая. Из города А в город Б и из города Б в город А на рассвете одновременно вышли две старушки. В 12 часов они встретились. Потом продолжили свой путь. Одна пришла в конечный пункт в 4 часа дня, а другая — в 9 вечера. Вопрос: в каком часу рассвело в этот день?.. Прекрасная задача, замечательная! На меня она произвела сильнейшее впечатление. Позже я делал разные математические открытия, но удовольствие получал точно такое же, как тогда в пятом классе, когда я нашел решение задачи со старушками...

— **Характер творчества не меняется?**

— Открытие есть открытие!

— **А решение задачи не подскажете?**

— Есть такая идея, которая принадлежит Леонардо да Винчи. В его Атлантическом кодексе есть тексты, относящиеся к тому, что теперь называются «теорией турбулентности». Там у него есть соображения подобия. Он, например, рассматривает вопрос: почему кит больше слона? И дает сравнения... В общем, надо читать Леонардо, чтобы понять суть проблемы... Из его соображений легко увидеть, что отрезки пути, которые прошли старушки до встречи, пропорциональны их скоростям. А после встречи — обратно пропорциональны, потому что той старушке, которая идет медленней, надо пройти больший кусок. Поэтому времена, которые им потребуются, пропорциональны квадратам скоростей. Но времена после встречи — «4» и «9 часов», и теперь уже легко найти ответ.

— **Дадим лишь конечную цифру, хорошо?**

— Восход был в шесть часов.

— **Значит, этот «восход» и завлек вас в математику?**

— Хорошие учителя были в школе, увлеченные и прекрасно подготовленные. Потом был математический кружок, олимпиады.

— **Чем вы объясняете, что в последнее десятилетие лженаука пошла в тотальное наступление на общество?**

— Примерно в 1500 г. при Иване III был такой епископ Геннадий. В то время уже устанавливались контакты с Западной Европой, а потому в Россию пошло много ереси. И Геннадий написал Московскому митрополиту письмо, в котором сетовал на молодежь. В письме были такие строчки: «Иной и учится, но не усердно и поэтому живет долго».

— **Значит, неучи живут долго, и потому процветает современная ересь?**

— Когда все разрешено, то на свет появляется и хорошее и плохое. Я против этого не выступаю — пусть плохое будет видно.

— **Но если это касается математики, то вы протестуете, не так ли?**

— У нас есть много учебников по математике, и некоторые из них хорошие. На мой взгляд, надо вернуть Киселева...

— **Мы все учились по нему!**

— К сожалению, сейчас наука нередко заменяется философской болтовней, и делают это те люди, которые ничего другого не умеют. Но они — на виду, к их мнению прислушиваются, что наносит непоправимый вред как науке в целом, так и математике в частности. Тем не менее у нас еще не все потеряно, у нас пока лучше, чем в той же Франции... Приведу еще пример. Недавно я получил письмо от одного математика. Он пишет, что некий профессор из Бостона прислал ему рекомендацию на аспиранта с очень лестной характеристикой. В ней говорится, что этот молодой человек лучше всех остальных аспирантов в Бостоне, и неудивительно — он учился в Москве! У нас есть у кого учиться и кого учить, и это очень важно сохранить. Верно, что молодые ученые стараются побыстрее уехать из России, чтобы на Западе лучше жить и лучше кормить своих детей. Нужно, конечно же, больше платить здесь, и тогда уезжать не будут. Однако до сих пор математическая культура в России очень высокая. Причем это настоящая культура, которая во Франции и Америке заменена абстрактным вздором...

— **На вас там не обижаются, когда вы им говорите такое?**

— Они вынуждены слушать, так как это правда... И что печально, их заблуждения достаточно глубоки, они уходят далеко в прошлое. Это еще одна из причин того, что мне приходится заниматься историей. Она помогает мне находить убедительные доказательства собственной правоты.

— **Эта аксиома требует примеров.**

— Извольте... По сути дела вся французская наука началась с Рене Декарта. Он — в ее основе. И он же — причина ее гибели. Декарт провозгласил ряд принципов, которыми и сегодня следуют ученые Франции. Первый принцип: «Не имеет никакого значения соответствие исходных положений науки с какой-либо реальностью». То есть произвольное высказывание путем всевозможных преобразований превращается в новое высказывание. Вот и все! Когда Ньютон это прочитал, у него волосы встали дыбом. Он вскипел и заявил, что данный принцип губит все физику... Второй принцип Декарта: «Столь же мало смысла имеет сравнивать с экспериментом выводы наших теорий». Значит, никакого реального значения наши исследования не имеют... Третий принцип: «Чтобы математика стала наукой, надо прежде всего изгнать из нее чертежи». Расшифровка этого принципа показывает, что надо избегать эксперимента и исключить из исследования воображение... Четвертый принцип: «Надлежит немедленно и навсегда исключить все методы обучения. Только мой метод является основательным, серьезным, научным, разрешенным. Преимущества моего метода состоят в том, что это единственный демократический метод. С его помощью любая посредственность получит такие же результаты, как и самый умный ученик». Всего у

Декарта было около двадцати принципов, я привел только четыре...

— **Но его высказывания имеют чисто историческое значение?**

— К сожалению, нет. Сегодня у Декарта множество последователей. Причем весьма воинственных. И говоря о невежестве, о лженауке, надо учитывать, что они развивались параллельно с наукой, а потому так легко носители антинауки находят «поддержку» в прошлом — в их работах вы найдете множество ссылок на разные авторитеты, в том числе и на тех великих ученых, о которых я говорил. Это не должно обманывать! Особенно активно ведется сегодня атака на математику, что, впрочем, естественно, так как она лежит в основе современной науки.

— **Говорят, что XXI в. будет веком вычислительных машин. Зачем же тогда нужны математики?**

— ЭВМ — вещь замечательная, но эти машины абсолютно беспомощны!

— **Чем объяснить, что во второй половине XX века в СССР появилось много хороших математиков, и это, на мой взгляд, позволило решить и атомную проблему, и выход в космос?**

— Я размышлял об этом... Наверное, из-за того, что произошел «разрыв поколений». Что я имею в виду? Многие ученые и преподаватели после революции уехали из страны, других расстреляли. Преподавать стали очень молодые люди. Они быстро впитывали знания, стремительно развивались. Старшее поколение не тормозило их, а это очень важно.

— **Вернемся к школьному образованию. Если тенденция по выхолащиванию математики из учебного процесса у нас продолжится, чем это грозит России?**

— Она превратится в Америку!

— **Не говорите так, иначе у нас завтра математика в школе будет уничтожена полностью!**

— Во Франции я читаю студентам такие же лекции, как и в Москве. Принимаю там экзамены. И вот во время письменного экзамена парижский студент спрашивает меня: «Профессор, я нахожусь в затруднении: скажите, четыре седьмых меньше или больше единицы?». Это студент четвертого курса, математик! Он провел сложные вычисления, решил дифференциальное уравнение и получил верную цифру — четыре седьмых. Но дальнейшие его расчеты шли двумя путями в зависимости от того, больше или меньше единицы оказывается полученный результат. Все, чему я учил его — а это дифференциальные уравнения, интегралы и так далее, — он понял, но я его не учил дробям, и дробей он не знает... Аналогичная ситуация грозит и нам. А это приведет к тому, что не только атомоходы будут тонуть, но и все остальное, не только башня будет гореть, но и остальное тоже...

— **И наконец последнее: верно, что у математиков особый склад ума?**

— Наверное... Но его можно воспитать практически у каждого человека. Только начинать надо рано. Именно поэтому нас, математиков, так беспокоит качество школьного образования. Математики в основном бывают двух типов — «левые» и «правые». Сейчас это установлено с помощью достаточно тонких экспериментов, хотя психологи знают об этом уже добрые сто лет.

— **Я надеюсь, что деление на «левых» и «правых» не связано с политическими пристрастиями?**

— Два полушария мозга — левое и правое — анатомически различны и «заведуют» разными областями человеческой деятельности. Грубо говоря, одно полушарие скорее «логическое и алгебраическое», а второе — «геометрическое». Левое полушарие отвечает за последовательности, например, за умножение многозначных чисел, за ло-

гические, длинные рассуждения, а правое — за то, чтобы не заблудиться в лесу и в городе, оно также заведует эмоциями. Практически любую задачу можно решать и алгебраически, и геометрически. Но, как правило, одни решают так, другие иначе. Есть математики, совершенно не способные к «правополушарному», «гуманитарному» мышлению, к образному восприятию действительности, они умеют только умножать. Марат, прежде чем его убила Шарлота Корде, успел произнести глупейшую фразу: «Из всех математиков самые лучшие те, кто все время решает задачи, вычисляя по заранее заданной формуле». С современной точки зрения, это делают только тупицы, однако фраза Марата весьма популярна среди тех, кто совершенно не способен размышлять, но тем не менее старается навязать обществу свое мнение.

— **Такое впечатление, что вы постоянно спорите с кем-то?**

— Так и есть! Я стараюсь объяснить, что суть математики совсем в ином, чем пытаются нам представить. Математика подобна деятельности детектива, который должен, задавая разные вопросы и обращая внимания на детали, путем нестандартных размышлений прийти к истине. Романы Агаты Кристи гораздо ближе к математике, чем умножение многозначных чисел.

Ну а рассказы Эдгара По — тем более! Представления о математике в большинстве случаев фальшивые, неправильные. Но, к сожалению, все программы обучения составляют люди с подобными представлениями, поэтому я и стараюсь предотвратить катастрофу.

— **Если бы не было математики, какую область науки вы выбрали бы для себя?**

— Со мной происходят странные вещи. Есть такое понятие в науке — «ссылки на работы автора». К моему удивлению, выяснилось, что на меня ссылаются очень многие исследователи, но не математики, а физики, астрономы, даже химики. Огромное количество моих работ «спровоцировано» исследованиями в физике, механике, гидродинамике, да и печатаюсь я часто в журналах, относящихся к другим областям науки. У меня есть работы, которые математики даже не понимают! Многие из них заняты в очень узкой области и ничего кругом не видят, это печально.

— **А как определить, хороший это ученый или не очень?**

— Нужно обратиться к опыту Леонардо да Винчи. Он писал, правда, о художниках, но это в равной мере относится и к науке. У Леонардо было 20 учеников, и ему предстояло определить, кто из них станет хорошим художником, кто талантлив, на кого стоит тратить время... Леонардо говорил так: начинаешь их учить и видишь, что одному удается натюрморт, другому — пейзаж, третьему — перспектива и так далее. А вот шестой уступает в натюрморте первому, в пейзажах второму, в перспективе третьему... У него нет склонности к специализации, но зато он всем интересуется. Вот он-то и будет настоящим художником, заключает Леонардо да Винчи. Сам он интересовался многим. Следующая глава после размышлений о художниках посвящена у него... диверсантам-аквалангистам! И он подробно описывает, как подплыть к вражескому кораблю, продырявить его и ввести отравляющие вещества, но самому при этом не отравиться... А если враг тебя обнаружит, пишет Леонардо, то нужно повернуть рычажок и потопить акваланг, чтобы он не достался врагу и тот не узнал бы секреты его устройства. Как видите, и в далеком прошлом забота о государстве была прежде всего.

Владимир ГУБАРЕВ